



**EU-RUSSIA ENERGY DIALOGUE
TECHNOLOGY CENTRE
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ДИАЛОГ РОССИЯ-ЕС
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР**



Аналитический обзор

Потенциал возобновляемых источников энергии в России. Существующие технологии.

Renewable energy sources potential in the Russian Federation and available technologies

Аннотация

Данная работа проведена в соответствии с планом рабочего пакета #4 по контракту с ЕК NNE5/2002/76.

Целью проведенных исследований является:

- оценка потенциала использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в России,
- определение регионов России, в которых выполнение проектов возобновляемой энергетики уже в настоящее время представляет интерес, как демонстрационных, так и коммерческих;
- обзор существующих европейских и российских технологий использования возобновляемых источников энергии
- определение наиболее перспективных с коммерческой точки зрения областей использования технологий возобновляемой энергетики.
- определение барьеров для развития ВЭ в России, а также путей их преодоления

Обзор подготовлен экспертами **Российско-Европейского Технологического Центра** (к.т.н. Каргиев В.М.), **EREC** (Christine Lins) и **«Интерсоларцентра»** (к.т.н. Пинов А.Б., к.т.н. Муругов В.П., к.т.н. Сокольский А.К. и др.).

При подготовке обзора использовались материалы изданий, перечисленных в Списке литературы, а также информационные материалы EREC и «Интерсоларцентра».

При цитировании и перепечатке материалов данного обзора ссылка обязательна.

Содержание

Аннотация	2
Введение	4
1. Ресурсы ВИЭ в России и их использование	5
1.1. Ресурсы и использование солнечной энергии	9
1.2. Ресурсы и использование ветровой энергии	9
1.3. Ресурсы и использование гидроэнергии	10
1.4. Ресурсы и использование энергии биомассы	11
1.5. Ресурсы и использование геотермальной энергии	12
2. Потенциальный рынок использования ВИЭ в России	14
3. Современные технологии использования ВИЭ	15
3.1. Состояние разработок в области технологий ВИЭ в России	15
3.1.1. Солнечная энергетика	15
3.1.2. Ветроэнергетика	16
3.1.3. Технологии переработки биомассы	17
3.1.4. Малая гидроэнергетика	18
3.1.5. Геотермальная энергетика	19
3.2. Технологии, готовые к коммерческому применению в России	20
3.3. Европейские технологии, применимые для проектов возобновляемой энергетики в России	21
4. Барьеры для развития использования ВИЭ и меры по их преодолению	21
Заключение	23
Список использованной литературы	24
Приложения	25
Ресурсы солнечной энергии России	26
Ресурсы ветровой энергии России	27
Ветроэнергетические ресурсы по регионам России	28
Ресурсы геотермальной энергии России	29
Зоны планируемого строительства малых ГЭС в России	30
Планируемые объемы ввода объектов возобновляемой энергетики по регионам России до 2010 года	31
Обзор европейских технологий возобновляемой энергетики	33

Введение

Согласно экспертной оценке, при существующих темпах экспорта нефти и нефтепродуктов России (170 млн. тонн в 2000 г. и планах на 2010 год в 160-180 млн. тонн) истощение запасов наступит после 2025 года, а природного газа (при экспорте 208 млрд. м³ в 2000 г. и планах к 2020 году в 265--285 млрд. м³) истощение запасов начнется после 2035 года.

К этому времени необходимо осуществить реструктуризацию энергетических отраслей с целью максимального использования гидроэнергоресурсов, энергии ветра и Солнца для выработки электроэнергии, а биомассы и угля для выработки жидкого топлива и производства тепловой энергии.

За последние годы, благодаря результатам научных исследования и созданию новых энергетических технологий в странах ЕС и других государствах стоимость выработки электроэнергии на ветроэлектростанциях для энергосистемы снизилась с 1980 года в 10 раз, а мощность ветроагрегатов увеличилась в 50 раз. К 2010 году планируется снизить стоимость ветрового электричества до 2,3-2,6 цента/кВт.ч, что позволит конкурировать и вытеснять тепловые электростанции, работающие на природном газе. Аналогично, стоимость фотоэлектричества с 1990 г. по 2002 год снизилась в 15 раз, а объемы реализации с 1990 по 2002 увеличились в 11 раз (с 48 МВт/год до 540 МВт/год).

Международное сотрудничество ЕС и России в области развития возобновляемой энергетики (законодательная нормативная основа и совместная стратегия, научно-техническая и технологическое сотрудничество, кооперация по производству энергетического оборудования и рациональное его использование с учетом климатических и географических факторов и т.д.) позволит за счет замещения органического топлива внутри России увеличить время использования ископаемого топлива (а также период поставки газа и нефти в ЕС), необходимое для планомерного перехода на новые и возобновляемые энергоресурсы как в ЕС так и в России. С другой стороны, использование ВИЭ помогает снизить остроту проблемы изменения климата и улучшить экологическую обстановку.

В обзоре приведен анализ ресурсов возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в России, а также существующих технологий использования ВИЭ.

На основе результатов анализа, для каждого типа ВИЭ выбраны регионы, для которых уже сейчас применение технологий возобновляемой энергетики экономически целесообразно и может быть конкурентоспособно по сравнению с традиционными способами получения энергии.

Также определены области возможной передачи технологий, разработанных в странах ЕС, и которые могут быть коммерчески использованы в России.

В заключительных разделах обзора определены барьеры для развития и широкомасштабного использования ВИЭ в России и предложены меры по их преодолению.

1. Ресурсы ВИЭ в России и их использование

Согласно проведенному экспертному анализу, распределение потенциалов по отдельным видам ВИЭ в России оценивается величинами, представленными в таблице 1.1.[7]

Таблица 1.1.

Ресурсы возобновляемых источников энергии России
(млн.т. условного топлива в год)

Ресурсы	Валовой потенциал	Технический потенциал	Экономический потенциал
Гидроэнергетика, млрд. кВт·ч	-	-	852
Малая гидроэнергетика	360	125	65
Геотермальная энергия	-	-	115
Энергия биомассы	10x10 ³	53	35
Энергия ветра	26x10 ³	2000	10
Солнечная энергия	2,3x10 ⁶	2300	12,5
Низкопотенциальное тепло	525	105	31,5
Всего по ВИЭ (без больших ГЭС)	2,3x10 ⁶	4583	270

Следует учитывать, что данная оценка экономического потенциала производилась для начала 1990-х годов. На настоящее время, вследствие значительного снижения стоимости установок возобновляемой энергетики, а также роста цен на ископаемое топливо, экономический потенциал ВИЭ может быть значительно выше указанных значений.

По приближенной оценке, ресурсы геотермальной энергии в верхней толще глубиной до 3 км составляют около 180 трл. т у.т., а пригодные для использования - примерно 20 трл. т у.т. [6] В качестве экономического потенциала взята оценка запасов первоочередного освоения теплоэнергетических вод и парогидротерм с использованием геодинамической технологии.

Несмотря на огромный потенциал ресурсов возобновляемой энергии, его использование находится на крайне низком уровне. Доля ВИЭ в энергобалансе страны в 2001 году была около 3,5%. Выработка электроэнергии установками на ВИЭ (без крупных ГЭС), а также данные по установленной мощности энергетических установок ВИЭ (с прогнозом на 2010 год), приведены в таблицах 1.2 и 1.3. [8]

При существующем положении дел в возобновляемой энергетике и отсутствии специальных программ ее развития в России, невозможно ожидать резкого роста использования ВИЭ. По различным прогнозным оценкам, доля ВИЭ в энергобалансе страны к 2020 году будет составлять от 1 до 2%. Данные цифры далеки от аналогичных показателей стран, где развитию возобновляемой энергетики оказывается государственная поддержка. Опыт подавляющего большинства стран показывает, что в современных экономических условиях развитие возобновляемой энергетики без государственной поддержки маловероятно. Особенно это относится и к России, где цена на ископаемые энергоносители намного ниже среднемировых цен.

Таблица 1.2

Существующее состояние и прогноз роста суммарной установленной мощности оборудования возобновляемой энергетики в мире [3]

Вид оборудования или технологии		Годы		
		2000 факт	2010 прогноз	
I. Общая установленная мощность по производству электроэнергии ГВт (эл.)				
1.	Фотоэлектричество	0,94	10	
2.	Ветроустановки, подключённые к сети	14	74	
3.	Малые ГЭС	70	175	
4.	Электростанции на биомассе*	30	90	
5.	Солнечные термодинамические станции	0,4	10	
6.	Геотермальные электростанции	8	21	
ИТОГО		123,3	380	
II. Общая установленная мощность по производству тепла ГВт (тепл.)				
1.	Геотермальные тепловые станции и установки	ГВт (тепл.)	17	45
2.	Солнечные коллекторы и системы	ГВт (тепл.)	13	55
		млн.м ²	70	300
3.	Теплоцентрали и котельные на биомассе	ГВт (тепл.)	200	400
ИТОГО, ГВт (тепл.)			230	500

Таблица 1.3

Выработка электрической энергии в России на базе возобновляемых источников энергии, включая малые ГЭС, млн. кВт*ч [3]

№	Период	2000 г.	2001 г.
1.	Ветроустановки	2,9	4,1
2.	Геотермальные электростанции	58	91
3.	Малые ГЭС	2301	2371
4.	Тепловые электростанции на биомассе	1895	2227
	ИТОГО:	4257	4693
	Производство электроэнергии на электростанциях России	876x10 ³	888,4x10 ³
	Доля возобновляемых источников энергии, %	0,5	0,53

Доля ВИЭ в производстве электроэнергии составляет порядка 0,5%, включая малые ГЭС. Доля производства тепловой энергии за счет ВИЭ составляет порядка 4% от общего отпуска (табл. 1.4). В процессе подготовки материалов для энергетической стратегии России П.П.Безруких [1] составил прогноз, представленный в табл. 1.5 и 1.6, в котором предполагается к 2010 году удвоить производство электроэнергии и тепловой энергии за счет ВИЭ и соответственно увеличить долю ВИЭ в потреблении первичных ресурсов с 1,1% до 1,9%. Цифры более чем скромные на фоне планируемых 12% в странах Европейского Союза. Однако с учетом фактического положение дел в РФ в области ВИЭ, не реально планировать более оптимистические данные.

Таблица 1.4

Отпуск тепловой энергии в России на базе возобновляемых источников энергии (млн.Гкал)

№ п/п	Период	2000 г.	2001 г.	Примечание
	Тип установки			
1.	Тепловые электростанции на биомассе	8,900	9,720	статистическая отчетность
2.	Малые котельные на биомассе	45,000	46,000	оценка автора
3.	Солнечные коллекторы	0,030	0,031	экспертная оценка
4.	Тепловые насосы	0,480	0,490	- " -
5.	Мусоросжигающие заводы и установки	0,300	0,300	- " -
6.	Биогазовые установки, станции аэрации	2,000	2,000	- " -
7.	Геотермальные системы теплоснабжения	0,500	0,220	- " -
8.	Итого:	57,2	58,74	
9.	Отпуск теплоэнергии, всего в России, без комбыта, млн. Гкал	1420,5	1440,0	статистическая отчетность
10.	Доля возобновляемой энергетики в % от п. 8, %	4,3	4,4	

Таблица 1.5

Прогноз доли возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии в России, включая малые ГЭС (млрд. кВт*ч)

	2000 отчет	2001 отчет	2005 прогноз	2010 прогноз	2015 прогноз	2020 прогноз
Производство электроэнергии всего	877,8	891,3	928	995	1080	1175
В том числе на базе ВИЭ всего, в том числе	4,30	4,7	6,5	10,0	15	24,0
1. Малые и микро ГЭС	2,3	2,4	3,0	4,0	5,7	8,0
2. Тепловые станции на биомассе и отходах	1,9	2,2	3,3	4,3	6,3	11
3. Геотермальные электростанции	0,06	0,09	0,2	1,2	2,0	3,0
4. Ветростанции	0,003	0,004	0,04	0,5	1,0	2,0
5. Прочие (фотоэл., приливн., волн. и т.д.)	-	-	-	0,01	0,02	0,03
Доля ВИЭ в производстве электроэнергии, %	0,5	0,53	0,7	1,0	1,4	2,0

Таблица 1.6

Прогноз доли возобновляемых источников энергии в России во внутреннем потреблении ТЭР (без дров)

	2000 отчет	2001 отчет	2002 ожд.	2005 прогноз	2010 прогноз	2015 прогноз	2020 прогноз	
Внутреннее потребление	925	956,7	948,8	1002	1050	1100	1160	
Производство электрической энергии	млрд. кВт*ч	4,3	4,7	5,5	6,5	10,0	15,0	24
	млн. т у.т.	1,6	1,8	2,1	2,5	3,8	5,7	9,0
Отпуск тепловой энергии на базе ВИЭ	млрд. кВт*ч	57,2	58,7	62	70	100	150	250
	млн. т у.т.	9,1	9,4	9,9	11,2	16	24	40
Объем замещения органического топлива за счет ВИЭ, млн. т у.т.	10,7	11,2	12,0	13,7	19,8	29,7	49	
Доля ВИЭ в потреблении первичных ТЭР, %	1,1	1,2	1,3	1,4	1,9	2,7	4,2	

Далее дана краткая характеристика по каждому виду ресурсов возобновляемой энергии в России

1.1. Ресурсы и использование солнечной энергии

Россия расположена между 41 и 82 градусами северной широты, и уровни солнечной радиации на ее территории существенно варьируются. По оценкам, солнечная радиация в отдаленных северных районах составляет $810 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2$ в год, тогда как в южных районах она превышает $1400 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2$ в год. Также наблюдаются большие сезонные колебания в приходе солнечной энергии. Например, на широте 55 градусов суточный приход солнечной радиации составляет в январе $1,69 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, а в июле - $11,41 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$.

Совокупный потенциал солнечной энергии оценивается в 2300000 млн. т у.т., технический потенциал в 2300 млн. т у.т. и экономический – в 12,5 млн. т у.т. Потенциал солнечной энергии наиболее велик на юго-западе (Северный Кавказ, район Черного и Каспийского морей) и в Южной Сибири и на Дальнем Востоке. Значительными ресурсами обладают Калмыкия, Ставропольский край, Ростовская область, Краснодарский край, Волгоградская область, Астраханская область и другие регионы на юго-западе, а так же Алтай, Приморье, Читинская область, Бурятия и другие регионы на юго-востоке. В некоторых районах Западной и Восточной Сибири и Дальнего Востока годовая солнечная радиация составляет $1300 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, превосходя значения для южных регионов России. Например, в Иркутске (52 градуса северной широты) поступление солнечной энергии достигает $1340 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, а в Республике Якутия – Саха (62 градуса северной широты) – $1290 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$. Именно в этих районах рекомендуется использование установок, преобразующих солнечную энергию.

Существует обширная картографическая и табличная база данных по ресурсам солнечной энергии в России.

В Приложении 1 приведена обобщенная карта солнечных ресурсов России.

1.2. Ресурсы и использование ветровой энергии

Потенциал ветроэнергетики распределен по территории России неравномерно. Согласно Атласу ветров России, существует множество районов, где среднегодовая скорость ветра превышает $6,0 \text{ м}/\text{с}$. На карте в Приложении 2 показаны ветроэнергетические ресурсы на высоте 50 метров над уровнем земли. Наивысшие средние скорости ветра обнаруживаются вдоль берегов Баренцева, Карского, Берингова и Охотского морей. Другие районы с относительно высокой скоростью ветра ($5\text{-}6 \text{ м}/\text{с}$) включают побережья Восточно-Сибирского, Чукотского морей и моря Лаптевых на севере и Японского моря на востоке. Несколько меньшие скорости ветра ($3,5\text{-}5 \text{ м}/\text{с}$) имеются на берегах Черного, Азовского и Каспийского морей на юге и Белого моря на северо-западе. Значительные ресурсы находятся также в районах Среднего и Нижнего Поволжья, на Урале, в степных районах Западной Сибири, на Байкале. Самые низкие значения средней скорости ветра наблюдаются над Восточной Сибирью в районе Ленско-Колымского ядра Азиатского антициклона.

Над большей частью территории России скорость ветра в дневное время выше, чем ночью, причем эти различия существенно менее выражены зимой. Годовой ход средней скорости ветра (т.е. разница между максимумом и минимумом среднесуточных скоростей) в большинстве районов России незначителен и варьируется в пределах от 1 до $4 \text{ м}/\text{с}$, составляя в среднем $2\text{-}3 \text{ м}/\text{с}$. Более высокие амплитуды наблюдаются в центре Европейской части России, в Восточной Сибири, в Западной Сибири (за исключением северных районов) и особенно на Дальнем Востоке, где они достигают $4 \text{ м}/\text{с}$. Годовые амплитуды менее $2 \text{ м}/\text{с}$ наблюдаются над юго-востоком и юго-западом Европейской части России и над Центральной Сибирью. Зимой и осенью скорость ветра выше над большей частью России, за исключением южной части Центральной Сибири, где максимум скорости ветра приходится

на теплые месяцы. Наивысшие скорости ветра над Якутией и Забайкальем наблюдаются в апреле-мае.

Начиная с Атласа ветров, опубликованного в Советском Союзе в 1930-е годы, было предпринято несколько попыток точно оценить ветроэнергетический потенциал России. Безруких и др. оценили совокупный ветровой потенциал в 26000 млн. т.у.т., технический потенциал 2000 млн. т.у.т. и экономический 10 млн. т.у.т. По другим оценкам [5], потенциал генерации электроэнергии с использованием ветра составляет $80 \cdot 10^{15}$ кВт·ч в год (совокупный), $6,2 \cdot 10^{15}$ кВт·ч в год (технический) и $31 \cdot 10^{12}$ кВт·ч в год (экономический). Около 30% экономического потенциала сконцентрировано на Дальнем Востоке, около 16% в Западной Сибири и еще 16% в Восточной Сибири. Распределение потенциала энергии ветра по регионам приведено в таблице Приложения 3.

1.3. Ресурсы и использование гидроэнергии

Россия обладает огромным потенциалом гидроэнергии. Этот потенциал оценивается в 2395 млрд. кВт·ч в год (валовой). Около 80% технического потенциала (1670 млрд. кВт·ч в год) приходится на средние и крупные реки. Экономический потенциал равен 852 млрд. кВт·ч в год. Этот потенциал в настоящее время используется только на 23%. Почти не используется потенциал малых рек, который составляет примерно 46% от общего потенциала гидроэнергии. Данные по генерации электроэнергии малыми ГЭС приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7

Показатели работы малых гидроэлектростанций России в 2000 и 2001 годах

	2000 г.	2001 г.
Малые ГЭС, принадлежащие АО "Энерго"		
Количество электростанций	41	41
Общая установленная мощность, МВт	395,580	474,814
Общая располагаемая мощность, МВт		343,310
Выработано электроэнергии, млрд. кВт ч	1,832859	1,918473
Число часов использования установленной мощности, час/%	4633/52,9	4040/46,1
Число часов использования располагаемой мощности, час/%		5588/63,8
Расход электроэнергии на собственные нужды, млн. кВт ч/%		28,188/1,5
Малые ГЭС, не входящие в АО "Энерго"		
Количество электростанций	18	18
Общая установленная мощность, МВт	117,375	135,705
Общая располагаемая мощность, МВт		98,359
Выработано электроэнергии, млрд. кВт ч	0,468312	0,448690
Число часов использования установленной мощности, час/%	3990/45,5	3315/37,8
Число часов использования располагаемой мощности, час/%		4560/52,1
Расход электроэнергии на собственные нужды, млн. кВт ч/%		6,784/1,5
Всего		
Количество электростанций	59	59
Общая установленная мощность, МВт	512,955	610,519
Общая располагаемая мощность, МВт		441,669
Выработано электроэнергии, млрд. кВт ч	2,301171	2,367163
Число часов использования установленной мощности, час/%	4,486/51,2	3877/44,3
Число часов использования располагаемой мощности, час/%		5359/60,0
Расход электроэнергии на собственные нужды, млн. кВт ч/%		34,972/1,5

Источник: Госкомстат России

Согласно данным Всемирной комиссии по плотинам, российский совокупный гидроэнергетический потенциал составляет 29000 миллиардов кВт·ч в год, из которых 83%

приходится на крупные и средние реки. Технический потенциал оценивается в 2030 млрд. кВт·ч. Экономический потенциал, учитывающий уровень экономического развития, экономическую целесообразность, экологию и другие факторы, составляет по оценкам 35% от полного потенциала, или 1015 миллиардов кВт·ч в год. Эти данные отличаются от принятых в России в большую сторону.[2]

Большая часть потенциальных гидроэнергетических ресурсов расположена в Центральной и Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Северный Кавказ и западная часть Урала также имеют хороший гидроэнергетический потенциал. На Дальний Восток и Восточную Сибирь в совокупности приходится более 80% всего гидроэнергетического потенциала. Эти регионы могли бы производить 450-600 миллиардов кВт·ч в год. По оценкам Министерства топлива и энергетики России, совокупный гидроэнергетический потенциал малых мощностей составляет 360,4 млн. т у.т. в год, технический потенциал – 124,6 млн. т у.т. в год, а экономический потенциал 65,2 млн. т у.т. в год [1].

1.4. Ресурсы и использование энергии биомассы

Потенциальные возможности России в плане широкомасштабного и эффективного использования биомассы, весьма велики.

На территории России ежегодно конвертируется до 227×10^{21} Дж солнечной энергии и продуцируется до 14-15 млрд. тонн биомассы в результате усвоения 21-22.5 млрд. тонн CO_2 . [7]

Энергия химических связей этого количества российской биомассы составляет 0.24×10^{21} Дж, что эквивалентно 8.2 млрд. тонн условного топлива или нефтяного эквивалента.

Таблица 1.8

Показатели работы малых тепловых электростанций (ТЭЦ) России, использующих в качестве топлива биомассу*[4]

Период	2000 г.	2001 г.
Количество электростанций	27	27
Общая установленная мощность, МВт	1245,23	1394,5
Выработано электроэнергии, млрд. кВт*ч	4,490202	5,541604
Число часов использования установленной мощности, час / %	3606 / 41,2	3974 / 45,4
Отпущено тепловой энергии, млн. Гкал	21,067655	24,197167
Израсходовано топлива всего, тыс. т у.т.	5574,744	6259,843
в том числе биомассы, тыс. т у.т. (% от общей)	2352,087 (0,422)	2515,52 (0,402)
Выработано электроэнергии на биомассе, млрд. кВт*ч	1,895304	2,226895
Условная установленная электрическая мощность на биомассе, МВт	525,6	560,4
Отпущено тепловой энергии на биомассе, млн. Гкал	8,892657	9,723640

Примечание:

* На электростанциях биомасса (отходы перерабатывающей, лесной, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности) используется наряду с органическим топливом (мазут, уголь, газ).

Ежегодно в России по разным отраслям народного хозяйства производится до 300 млн. тонн (по сухому веществу), из них: 230 млн. тонн в сельскохозяйственном производстве – 130 млн. тонн в животноводстве и птицеводстве и 100 млн. тонн в растениеводстве; в городах – 70 млн. тонн: 60 млн. тонн твердых бытовых отходов и 10 млн. тонн осадков сточных вод. Энергетический потенциал указанного количества отходов составляет 190 млн. т у.т., реально можно получать в год до 45 млн. т у.т.

Переработка такого количества отходов только по биогазовым технологиям может дать до 80 млрд.куб. биогаза, что эквивалентно 56 куб.м природного газа.

1.5. Ресурсы и использование геотермальной энергии

Россия располагает не только большими запасами органического топлива, но также и геотермальными ресурсами, энергия которых в 10-12 раз превышает весь потенциал органического топлива.[6]

Территория России хорошо исследована, и сегодня известны основные ресурсы тепла Земли, которые имеют значительный промышленный потенциал, в том числе и энергетический.

Для энергетического обеспечения ряда удаленных регионов и ЖКХ нашей страны перспективным и выгодным можно считать геотермальные ресурсы с температурами выше 20-25°C, так как сегодня созданы тепловые насосы и системы, которые позволяют получить теплоноситель с температурами 80-90°C и выше. Это означает, что на 75-80% всей территории России можно эффективно использовать тепло Земли для теплоснабжения городов, поселков и отдельных объектов.

Для использования геотермальных ресурсов в России уже пробурено более 3 000 скважин. Стоимость уже выполненных исследований в геотермии и буровых работ, в современных ценах составляет более 4 млрд. долл. США. Так, на Камчатке на геотермальных полях уже пробурено 365 скважин глубиной от 200 до 2500 м и израсходовано (еще в советское время) около 300 млн. дол. США (в современных ценах). По данным Института вулканологии ДВО РАН, уже выявленные геотермальные ресурсы позволяют полностью обеспечить Камчатку электричеством и теплом более чем на 100 лет. Наряду с высокотемпературным Мутновским месторождением мощностью 300 МВт(э) на юге Камчатки известны значительные запасы геотермальных ресурсов на Кошелевском, Больше Банном, а на севере — на Киреунском месторождениях. Всего на этих месторождениях можно получить около 2 000 МВт(э). Запасы тепла геотермальных вод Камчатки оцениваются в 5 000 МВт(т).

На Чукотке также имеются значительные запасы геотермального тепла (на границе с Камчатской областью), часть из них уже открыта и может активно использоваться для энергообеспечения близлежащих городов и поселков.

Курильские острова также богаты запасами тепла Земли, их вполне достаточно для тепло- и электрообеспечения этой территории в течение 100—200 лет. На острове Итуруп обнаружены ресурсы двухфазного геотермального теплоносителя, мощности которого [30 МВт(э)] достаточно для удовлетворения энергопотребностей всего острова. На южном острове Кунашир имеются запасы геотермального тепла, которые уже используются для получения электроэнергии и теплоснабжения г. Южно-Курильска. Недра северного острова Парамушир менее изучены, однако известно, что и на этом острове есть значительные запасы геотермальной воды температурой от 70 до 95 °С.

На Северном Кавказе хорошо изучены геотермальные месторождения с температурой в резервуаре от 70 до 180 °С, которые находятся на глубине от 300 до 5000 м. Здесь уже в течение длительного времени используется геотермальная вода для теплоснабжения и горячего водоснабжения. На Северном Кавказе около 500 тыс. чел. используют геотермальные ресурсы для теплоснабжения в сельском хозяйстве и промышленности.

Приморье, Прибайкалье, Западно-Сибирский регион также располагают запасами геотермального тепла, пригодного для широкомасштабного применения в промышленности и сельском хозяйстве и конечно для теплоснабжения городов и поселков.

Сегодня большой интерес представляют геотермальные ресурсы Краснодарского и Ставропольского края, а также Калининградской области, где имеются запасы горячей воды с температурой до 110 °С; а их тепловой потенциал можно оценить в 1000 МВт(т)

В Приложении 4 приведена карта геотермальных ресурсов России. В таблице 1.9 приведены данные по работе геотермальных электростанций России в 2000-2001 годах.

Таблица 1.9

Показатели работы геотермальных электростанций России в 2000 и 2001 годах

Показатели	Паужетская ГеоЭС	Верхнее- Мутновская ГеоЭС	Всего
2000 год			
Установленная мощность, МВт	11	12	23
Располагаемая мощность, МВт	6	8	14
Выработано электроэнергии, млн. кВт·ч	32,755	25,444	58,199
Отпущено электроэнергии, млн. кВт·ч	30,766	22,607	53,373
Расход электроэнергии на собственные нужды млн. кВт·ч/%	1,989/6,1	2,837/11,1	4,826/8,3
Число часов использования установленной мощности, час/%	2978/34	2120/24,2	2530/28,9
Число часов использования располагаемой мощности, час/%	5459/62,3	3180/36,3	4157/47,4
2001 год			
Установленная мощность, МВт	8,5	12	20,5
Располагаемая мощность, МВт	7	10	17
Выработано электроэнергии, млн. кВт*ч	33,522	57,674	91,196
Отпущено электроэнергии, млн. кВт*ч	31,431	53,477	84,908
Расход электроэнергии на собственные нужды, млн. кВт*ч/%	2,078/6,2	4,210/7,3	6,288/6,9
Число часов использования установленной мощности, час/%	3047/35	4806/55	4448/50,8
Число часов использования располагаемой мощности, час/%	4789/54,7	5768/65,8	5364/61,2

Источник: Госкомстат России

2. Потенциальный рынок использования ВИЭ в России

Децентрализованная зона. Две трети территории России, где основная часть населения живет в сравнительно мелких далеко отстоящих друг от друга поселениях, не подсоединено к системам централизованного энергоснабжения. В настоящее время задача энергоснабжения децентрализованных поселений решается в основном за счет дизельных или бензиновых электростанций, местных самозаготовок (дрова и пр.) и подключения к локальным энергосетям. Использование привозных ископаемых видов топлива сопряжено с необходимостью доставки и хранения горючего, периодического обслуживания и ремонта оборудования и пр. Строительство линий электропередачи (ЛЭП) с целью подключения к централизованной энергетической сети рассредоточенных по большим территориям маломощных сельскохозяйственных потребителей требует значительных материальных затрат.

В этих удаленных регионах практически везде имеются достаточные ресурсы ВИЭ (ветра, малых рек, Солнца, биомассы и др.) для энергоснабжения маломощных, преимущественно сельскохозяйственных потребителей с плотностью электрической нагрузки от 0,5 до 70 кВт/км². Здесь постоянно проживает свыше 10 млн. человек, в том числе 2,5 млн. в районах Севера. Кроме того, в вахтовых и экспедиционных поселках - 395 тыс., а в условиях кочевого и полукочевого быта - около 50 тыс. человек.

Централизованная зона. Около 20% сельского населения (около 6 млн. чел.) проживает в условиях неустойчивого электроснабжения, то есть в условиях частых его перерывов.

Примерно 20% потребности в тепловой и электрической энергии владельцев садово-огородных участков можно покрывать за счет возобновляемых источников, что в целом по России еще 5 млн. человек.

В городах, особенно курортных, применение солнечных систем отопления и горячего водоснабжения вместо существующих мелких котельных эквивалентно энергообеспечению 6 млн. человек.

Таким образом, число потенциальных пользователей возобновляемыми источниками энергии оценивается на первом этапе в 20-25 млн. человек.

Вторым этапом применения ВИЭ является максимальное использование различных видов возобновляемых энергоресурсов для замены органического топлива, сохранения экологии и уменьшения вредных выбросов в атмосферу, водные акватории и сушу.

Энергию, получаемую от ВИЭ, возможно использовать как для энергоснабжения удаленных от сетей централизованного электроснабжения автономных объектов, так и путем продажи ее в единую энергосистему.

При этом в первом случае экономическая эффективность может быть гораздо выше, чем строительство линий электропередач (ЛЭП), особенно в регионах с малой плотностью нагрузки. Более того, в последнее время наметилась тенденция сворачивания сетей централизованного электроснабжения в таких районах, потому что обслуживание (и охрана) протяженных и зачастую изношенных ЛЭП не выгодно для местных энергоснабжающих организаций. Есть случаи, когда местные «Энерго» закупали дизельные агрегаты и бесплатно устанавливали их удаленным потребителям, при этом сворачивая и прекращая подачу электроэнергии по ЛЭП. Во многих случаях, удаленные поселки и потребители просто отключаются от сетей централизованного электроснабжения. В таких условиях применение энергоустановок на базе ВИЭ является единственной альтернативой жидкотопливным генераторам. При этом использование ВИЭ с экономической и экологической точки зрения уже доказало свою эффективность и преимущества.

Продолжающееся снижение цен на оборудование ВИЭ с одной стороны, и повышение цен на ископаемые энергоносители в ряде случаев уже сейчас делает генерацию электроэнергии и тепла от ВИЭ экономически целесообразным. В первую очередь это

относится к малым ГЭС, солнечным термальным станциям и геотермальным станциям. При минимальном стимулировании также становится выгодным строительство ветроэлектростанций в районах со среднегодовыми скоростями ветра более 4-5 м/с. В южных районах России и на Дальнем Востоке экономически выгодно использовать солнечные тепловые коллекторы для целей горячего водоснабжения и отопления зданий. Даже в средней полосе России летом возможно полностью обеспечить потребности в горячем водоснабжении индивидуальных и малоэтажных жилых домов за счет использования солнечных коллекторов.

3. Современные технологии использования ВИЭ

3.1. Состояние разработок в области технологий ВИЭ в России

3.1.1. Солнечная энергетика

Россия обладает передовыми технологиями по преобразованию солнечной энергии в электрическую. Есть ряд предприятий и организаций, которые разработали и совершенствуют технологии фотоэлектрических преобразователей, как кремниевых, так и на многопереходных структурах. Есть ряд разработок использования концентрирующих систем для солнечных электростанций.

Согласно Федеральной целевой Программе «Энергоэффективная экономика» на период до 2010 года, планируется производство и установка солнечных фотоэлектрических установок общей мощностью 2,136 МВт с выработкой электроэнергии 3,77 млн. кВт.ч.

Установленная мощность гелионагревательных систем определена в объеме 69,89 Гкал/ч при выработке энергии на 111,8 тыс. Гкал, что обеспечивает замещение органического топлива в количестве 15,99 тыс. т.у.т. Средние удельные капитальные затраты 9,8 тыс. руб./кВт установленной мощности.

В области научных исследований в России осуществлен проект "Создание высокоэффективных кремниевых фотопреобразователей и модулей с удельными параметрами более 160 Вт/м² и развертывание их опытно-промышленного производства с объемом 300 кВт/год". Головным предприятием по проекту была определена НПФ "Кварк" г.Краснодар. В 1998 г. проект был успешно выполнен. Была разработана технология фотопреобразователей и фотомодулей и осуществлено ее внедрение в производство на фирме "Солнечный ветер" (г. Краснодар) и ОКБ "Красное знамя" (г. Рязань). Это позволило данным предприятиям не только выйти и укрепиться на мировом рынке, но и увеличить объемы поставок зарубеж. Так, например, фирма "Солнечный Ветер" поставляет свою продукцию в Аргентину, Великобританию, Германию, Грецию, Гонконг, Израиль, Испанию, Канаду, Тайвань, ЮАР и др. За 1996-2001 гг. объем продаж увеличился в десять раз (с 60 кВт/год до 600 кВт/год), а в 2003 году превысил 2 МВт.

В 2004 году планируемый объем продукции фотоэлектричества в России ожидается на уровне 4-6 МВт.

В области разработки и производства солнечных коллекторов (СК) Россия отстает от ведущих стран мира. Это в основном связано с тем, что практически отсутствует массовый спрос на такие установки, что, в условиях отсутствия государственных программ поддержки, ведет к недостаточному финансированию НИР в этой области. Тем не менее, в России есть ряд разработок, которые соответствуют мировому уровню. Так, предприятие НПО «Машиностроения» выпускает полностью алюминиевые солнечные коллекторы, а компания «Альтэн» - алюминиево-медные СК, которые по параметрам соответствуют лучшим мировым образцам. К сожалению, производство таких коллекторов не является массовым.

Ковровским механическим заводом серийно выпускаются медно-стальные СК, но их эргономические характеристики оставляют желать лучшего. Есть также ряд мелких предприятий, которые выпускают СК собственной разработки (в том числе стальные и

пластиковые), однако качество их не может считаться удовлетворительным и в большинстве случаев уровень качества не подтвержден.

Тем не менее, солнечные системы горячего водоснабжения установлены и успешно эксплуатируются на ряде объектов на юге России, Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Большой интерес представляет сегмент рынка индивидуальных солнечных систем горячего водоснабжения и отопления, которые применяются на дачах и в коттеджах.

3.1.2. Ветроэнергетика

Россия значительно отстает от ЕС и других развитых стран в области как разработки, так и применения ветроэнергетических установок. [7]

В настоящее время в России практически не существует ни одного отработанного коммерческого образца ветроагрегата мощностью более 10 кВт, прошедшего все необходимые испытания и производственно-конструкторскую отработку, и обладающего сопоставимым с зарубежными ВЭУ техническим уровнем и эксплуатационными характеристиками.

Технический уровень новых разработок соответствует зарубежным образцам 80 годов.

Ветроагрегат «Радуга» (головной разработчик МКБ «Радуга») мощностью 1 МВт создавался с 1988 года. До сих пор не завершена его экспериментальная отработка, единственный экспериментальный образец установленный в Калмыкии, фактически разрушился в 2002 году.

Ветроагрегат «Жаворонок» (Головной исполнитель Институт теплотехники) мощностью 30 кВт разрабатывался с 1989 года. В настоящее время создан опытный образец, однако его технико-экономические показатели уступают зарубежным почти в полтора-два раза.

Ветроагрегат АВЭ-250 (Головной исполнитель НПО «Южное», Украина) мощностью 250/100 кВт разрабатывался с 1988 года. Несмотря на запрет их использования на Украине, где ни один из нескольких десятков агрегатов так и не был принят в эксплуатацию из-за практической неработоспособности (текущие затраты на ремонт в несколько раз превышали доход от вырабатываемой электроэнергии), их продолжали устанавливать в России, пока их производство не было полностью прекращено заводом «Южмаш», перешедшим на выпуск лицензионных ветроагрегатов (американских и европейских).

Некоторые предприятия производят малыми партиями ветроустановки мощностью до 5 кВт. К таким предприятиям можно отнести ЦНИИ «Электроприбор» (ветроустановки УВЭ-500, мощность 500 Вт) и НПО «Электросфера» (ветроустановки мощностью 5 кВт).

С полным списком предприятий, выпускающих ветроустановки в России, можно ознакомиться на сайте «Интерсоларцентра» по адресу <http://www.intersolar.ru/equipment/>

В настоящее время разработка полностью российского агрегата, не уступающего по технико-экономическим показателям зарубежным, как в классе мегаваттных (для сетевой энергетики) так и для автономного применения, является нереальной задачей [7], поскольку это потребует:

- Затрат средств на исследовательские и экспериментальные работы и развитие производства и инфраструктуры, сопоставимых со сделанными (в благоприятных условиях международной кооперации и жесткой конкуренции) за рубежом за последние 25 лет, в размере нескольких миллиардов долларов;
- Затрат времени на экспериментальную отработку не менее 10 лет

Единственным реальным способом для России не оказаться выброшенной из процесса производства ветроэнергетического оборудования является упреждающая организация международной производственной кооперации по изготовлению ветроэнергетического

оборудования по лицензионным соглашениям с последующим совершенствованием конструкций и технологий. [7]

Для того, чтобы обеспечить стабильное устойчивое развитие в России производства ветроэнергетического оборудования и создать необходимую инфраструктуру необходимо разработать и осуществить программу сооружения демонстрационно-промышленных ветроэнергетических станций в различных регионах страны, для отработки хозяйственных и организационных механизмов развития ветроэнергетики. Такой путь прошли все страны, успешно развивающие отрасль ветроэнергетики, разработав и необходимые механизмы снижения рисков инвестиций в отрасль, и механизмы первоначальной компенсации повышенных издержек, связанных с развитием отрасли.

Согласно Федеральной Программе «Энергоэффективная экономика» в России предполагается установить к 2010 г ветроэнергетические установки суммарной мощностью 228 МВт с выработкой электроэнергии количеством 570 млн. кВт.ч. Реализация плана строительства ветроэлектростанций позволила ввести в действие установки, работающие на энергосистему в районе города Воркута (1,5 МВт - 6 установок по 250 кВт), Калмыкии (1 МВт - опытная ветроэлектростанция, в настоящее время не работает), Ростовской области (0,3 МВт - 10 установок). Осуществляются работы по строительству ветроэлектростанций в Башкирии (2,2 МВт - 4 установки немецких фирм), Сахалинской области, Челябинской области, полуострове Камчатка, Калининградской области. Уже сейчас существует несколько ветропарков мощностью до нескольких мегаватт. Так, Данией уже завершено строительство ветроэлектростанции мощностью 5,1 МВт в Калининградской области, разрабатывается проект прибрежной ВЭС мощностью 50 МВт. Ветроферма работает с 2002 года на Чукотке (10 агрегатов мощностью по 250 кВт). Планируется строительство ВЭС мощностью 75 МВт в Ленинградской области. Единичные ветротурбины установлены в Мурманской и Архангельской областях. Существует множество других проектов выполняемых при участии зарубежных фирм. В основном используется оборудование, произведенное за пределами России. Характерно, что большинство ведущих производителей оборудования ветроэнергетики избегает производственного сотрудничества с российскими предприятиями в организации такого производства в России.

Даже такие скромные, по европейским меркам, планы, требуют тесного международного сотрудничества как в области технологий, так и финансирования.

3.1.3. Технологии переработки биомассы

Использование энергии биомассы возможно с применением следующих технологий [7] :

- производство биогаза и биотоплива;
- энергетическое использование твердых бытовых отходов
- использование древесного топлива и торфа.

Анаэробную переработку активного ила и осадков на основных станциях по очистке городских стоков в мощных биогазгенераторах – метантенках (каждый по несколько тысяч кубических метров) осуществляют Курьяновская и Люберецкая станции г. Москвы, а также станции очистки Новосибирска, Сочи и других городов России.

Второе направление - переработка отходов сельскохозяйственного производства, в первую очередь, животноводства и птицеводства.

В настоящее время разработкой, производством опытных серий высокорентабельных биогазовых технологий, оборудования, установок, станций и систем занимаются ЗАО Центр "ЭкоРос", ВИЭСХ, ЗАО ВНИКОМЖ и кафедра химической энзимологии МГУ им. Ломоносова. ЗАО Центр "ЭкоРос", начиная с 1993 г., разработал высокорентабельные биогазовые технологии, позволяющие одновременно с биогазом получать экологически чистые универсальные высокоэффективные органические удобрения, повышающие урожайность от 25 до 100% в зависимости от состояния плодородия почв. Производство

таких удобрений превратило биогазовые технологии не только в источник топлива и энергии, но и в надежный капитал. ЗАО Центр "ЭкоРос" разработал и выпускает опытными сериями биогазовые установки класса ИБГУ-1 (индивидуальная биогазовая установка для крестьянской семьи, имеющей на своем подворье до 5-6 голов крупного рогатого скота или другой эквивалентной живности). За 10 лет произведено и реализовано 86 комплектов ИБГУ-1 из них - 79 в России от Алтайского края и Кемеровской области до Брянской и Ленинградской областей, 4 - в Казахстан, 3 - в Белоруссию. Существует ряд других проектов по переработке биоотходов в различных регионах страны. Однако о массовом применении таких технологий речь идти не может.

Биогазовые установки и станции могут функционировать в любых регионах России круглогодично в любое время суток, практически везде, где есть органические отходы и доступная энергетическая биомасса.

Другим направлением использования биомассы является газификация древесной массы и торфа. В России созданы технологии по высокоэффективному пиролизу биомассы (ВИЭСХ), которые позволяют получать из древесных отходов и отходов растениеводства жидкое топливо, близкое по качеству к дизельному, а также газообразное и твердое топливо. Отдельным направлением является производство биотоплива из растительных масел. Существуют разработанные технологии по получению биотоплива из различных маслянистых культур. Однако работы по совершенствованию этих технологий не получают должного развития из-за отсутствия финансирования.

В последнее время созданы несколько демонстрационных объектов по производству пеллет из древесных отходов. (Ленинградская, Архангельская, Нижегородская области и др.) В основном на этих объектах используется импортное оборудование (преимущественно европейское).

3.1.4. Малая гидроэнергетика

Малая гидроэнергетика является наиболее подготовленной отраслью возобновляемой энергетики. Использование энергии малых рек в России было широко распространено в середине прошлого века. В 50-х годах в СССР находилось в эксплуатации тысячи малых ГЭС. В последующие годы эти ГЭС были выведены из эксплуатации и заброшены.

В настоящее время целесообразно восстановление и реконструкция выведенных из эксплуатации малых ГЭС России.

В России накоплен большой опыт использования гидроэнергетических ресурсов малых рек. Возросший интерес к малой гидроэнергетике в настоящее время связан тем, что в промышленно развитых районах европейской части страны в основном исчерпаны возможности крупного гидроэнергетического строительства. Кроме того, создание крупных ГЭС связано с преодолением негативной реакции природоохранных органов и общественности. В 90-е годы в основном была решена проблема производства оборудования для малых и микроГЭС. Выпуском гидроагрегатов в России занимаются как крупные специализированные предприятия, так и мелкие фирмы производители. Наиболее эффективны малые ГЭС, создаваемые на базе ранее существовавших, но в последствии выведенных из эксплуатации ГЭС. Целесообразно использование в энергетических целях существующих малых и небольших водохранилищ, которых в России более 1000. Наиболее очевидна роль малых ГЭС в энергоснабжении труднодоступных энергодефицитных регионов России, составляющих около 40% ее территории. Экономически оправданно строительство малых рек ГЭС в Дальневосточном регионе, развитие которого сдерживается нехваткой электроэнергии. Начато строительство малых ГЭС мощностью 660 кВт в республике Тыва, малых ГЭС в республике Алтай. Завершено строительство малой ГЭС, состоящей из трех гидроагрегатов по 50 кВт каждый на реке Мочен Бурей (республика Тыва) и на реке Каиру мощностью 400 кВт (республика Алтай).

Сооружается каскад малых ГЭС на реке Толмачева в Камчатской области (три гидроэлектростанции общей мощностью 45,2 МВт) и завершено строительство первой очереди ГЭС мощностью 2 МВт. Предусмотрено строительство каскада малых ГЭС на реке Быстрая (Камчатская область) общей мощностью 44 МВт, введен в строй первый агрегат ГЭС 4 мощностью 1,71 МВт ОАО "Башкирэнерго", завершено строительство Мечелинской малой ГЭС общей мощностью 445 кВт, Слакской малой ГЭС мощностью 142 кВт, микроГЭС на реке Авзян и реке Гута мощностью по 75 кВт. В этом регионе планируется строительство каскада микро- малых ГЭС на реке Белой мощностью от 50 до 600 кВт и Омарзинской ГЭС мощностью 45 МВт.

Одновременно в России проектируется и осуществляется строительство более мощных ГЭС с целью достижения суммарной выработки в 200 млрд. кВт (23,4% технического потенциала).

Для сотрудничества России и Европейского Союза представляет большую перспективу освоение гидроэнергоресурсов Кольского полуострова, Карельской республики и Архангельской области. В настоящее время в Мурманской области действующие ГЭС вырабатывают 7,2 млрд. кВт.ч, доля малых и средних рек позволяет осуществить производство 13 млрд. кВт.ч, а общий возможный потенциал оценивается в 19,3 млрд. кВт.ч.

В Мурманском области планируется строительство Иокаской ГЭС с выработкой в 700 млн. кВт.ч в год. В Карелии продолжается строительство Белопорожской и Морской ГЭС с суммарной выработкой 50 млн. кВт.ч.

В России существует несколько предприятий, производящих высококачественное и соответствующее мировому уровню оборудование для малых ГЭС.

3.1.5. Геотермальная энергетика

Россия обладает не только значительными ресурсами геотермальной энергии, но и передовыми технологиями использования геотермальной энергии. В последние 15-20 лет в России выполнен комплекс фундаментальных исследований в области геотермальной энергетике и создано отечественное геотермальное машиностроение, что позволило произвести энергетическое оборудование для 15 тепловых и электрических станций Камчатки, Курильских островов и Латинской Америки.

В настоящее время находится в эксплуатации геотермальная станция мощностью 50 МВт на Камчатке (Мутновская ГеоЭС), вводится в эксплуатацию Верхнемутновская электростанция мощностью 11 МВт. Геотермальные станции на Камчатке оснащены высокотехнологичным оборудованием, разработанным с учетом последних достижений российской науки и техники. Данные станции могут управляться удаленно с использованием спутниковой системы телекоммуникаций (центр управления станцией находится в Москве).

Мутновская ГеоЭС (Камчатка) мощностью 50 (2x25) МВт(э) – лучшая геотермальная станция в мире по экологическим параметрам и уровню автоматизации.

Ведущим разработчиком технологий использования геотермальной энергии в России является АО «Наука» (Геотерм). В условиях открытого рынка и мировых цен на нефть, газ и лес, геотермальные тепловые и электрические станции имеют бесспорное преимущество перед традиционными ТЭС, ТЭЦ и котельными по стоимости 1кВт*ч(эл) и 1 Гкал(тепла), с одной стороны, и по снижению выбросов парниковых и других газов в атмосферу (в 700-1000 раз меньше по сравнению с ТЭС при сжигании угля и мазута и в 200-300 раз меньше при сжигании газа).

Учитывая, что в ряде регионов России имеются значительные ресурсы низкотемпературной геотермальной энергии, разрабатываются проекты по использованию низкопотенциальной энергии тепла земли для целей обогрева жилых и производственных помещений.

Планируемая установленная мощность геотермальных станции по выработке электроэнергии в России к 2010 году составит 68,3 МВт, а по выработке тепловой энергии

16,3 Гкал, что в сумме обеспечит замещение органического топлива в объеме 133,84 тыс. т. у. т.

Основные энергетические объекты геотермальных станций планируется осуществить в следующих регионах: Республика Бурятия (сооружение 22 ГеоТЭС общей мощностью 1 МВт), Камчатская область (сооружение 22 объектов общей мощностью 56 МВт), Краснодарский край (геотермальное теплоснабжение г.Лабинска общей мощностью 1 Гкал/ч), Омская область (строительство 5 установок для отопления и горячего водоснабжения общей мощностью 0,5 Гкал/ч), Сахалинская область (сооружение 3-х геоТЭС общей мощностью 10,8 МВт на островах Кунашир, Итуруп, Парамушир), Ставропольский край (строительство геотермальных тепловых систем общей мощностью 1,5 Гкал для теплоснабжения и производства сельскохозяйственной продукции).[6]

3.2. Технологии, готовые к коммерческому применению в России

В настоящее время можно выделить следующие области применения ВИЭ, в которых использование ВИЭ уже сейчас экономически целесообразно. Ниже приведены технологии в порядке их экономической эффективности и доступности.

- 1) малые и микроГЭС – сооружение объектов малой и микрогидроэнергетики возможно практически во всех горных районах России, обладающих достаточными гидроэнергетическими ресурсами. В России работают ряд компаний, производящих высококачественное оборудование малой гидроэнергетики и занимающихся строительством малых ГЭС. К сожалению, комплекты микроГЭС мощностью менее 5 кВт не производятся серийно в России.
- 2) солнечный нагрев – отопление и горячее водоснабжение. В России выпускаются ряд наименований солнечных коллекторов, как дешевых, так и хорошего качества, обладающих приемлемыми технико-эксплуатационными характеристиками. Выпускаются пластиковые, стальные, алюминиевые и комбинированные коллекторы. Сезонное применение солнечных коллекторов возможно практически на всей территории России, круглогодичное использование возможно в южных районах и в регионах Восточной Сибири и Дальнего Востока.
- 3) Геотермальные станции для теплоснабжения населенных пунктов на Дальнем Востоке и Северном Кавказе.
- 4) Установки по энергетическому использованию биомассы на объектах деревообрабатывающей промышленности путем пиролиза или газификации, в том числе производство и сжигание древесных пеллет.
- 5) Малые ветроэлектрические установки. В России существует рынок для малых ветроустановок (мощностью до нескольких десятков кВт). Эти установки могут использоваться для электроснабжения автономных объектов, не подключенных к сетям централизованного электроснабжения. Такие ветроустановки могут быть использованы как в автономных энергосистемах, так и в составе гибридных ветродизельных или ветро-солнечных систем электроснабжения.
- 6) Фотоэлектрические станции для электроснабжения маломощных объектов и отдельных домов на юге России и в Восточной Сибири.

Такие технологии готовы к коммерческому внедрению и требуют минимальной государственной поддержки. Другие технологии возобновляемой энергетики – крупные фотоэлектрические станции, ветропарки, геотермальные электростанции и геотермальные станции, использующие низкопотенциальное тепло (включая геотермальные тепловые насосы), технологии переработки биомассы с целью получения биогаза и биотоплива – требуют поддержки на государственном уровне и создания механизмов экономического стимулирования.

В настоящее время в России имеются конкурентные технологии, оборудование и опыт его эксплуатации, производственные возможности, проектные и строительные организации, которые способны удовлетворить потребность в десятки раз превосходящую существующую. Промышленностью выпускается следующее оборудование:

- микро и малые гидроэлектростанции с оборудованием единичной мощностью от 5 кВт до 1 МВт.
- фотоэлектрические элементы на основе кремния, модули и батареи с КПД 15-19%.
- жидкостные и воздушные солнечные коллекторы для систем отопления и горячего водоснабжения;
- геотермальные электростанции и оборудование;
- высокоэффективные (КПД более 25%) гетероструктурные солнечные элементы и энергоустановки с концентраторами солнечного излучения;
- биогазовые установки для индивидуальных и фермерских хозяйств, обеспечивающих местные потребности в тепловой и электрической энергии
- ветроэлектрические станции мощностью от сотен ватт до десятков кВт. Некоторые образцы имеют хорошее качество при более низких показателях удельной стоимости установленной мощности по сравнению с аналогичными европейскими или американскими ветроустановками.

3.3. Европейские технологии, применимые для проектов возобновляемой энергетики в России

Европа имеет многолетний успешный опыт разработки, производства и эксплуатации установок, использующих возобновляемую энергию. Ниже рассмотрены технологии использования энергии биомассы, тепла земли, малых рек, ветра и солнца.

Информация, приведенная в данной главе взята из книги, подготовленной EREC "Renewable Energy in Europe: Building markets and capacity" (Возобновляемая энергия в Европе: создание рынка и возможностей). Эта книга содержит обзор современных технологий, а также финансовую и экономическую информацию по технологиям возобновляемой энергетики.

В настоящее время информация доступна на английском языке и приведена в Приложении 7.

4. Барьеры для развития использования ВИЭ и меры по их преодолению

Широкомасштабному использованию ВИЭ в России в настоящее время препятствуют ряд институциональных и экономических барьеров.

К числу таких барьеров относятся:

- Отсутствие нормативной и правовой базы развития возобновляемых источников энергии в России (федеральные и региональные законы о ВИЭ, правила доступа к сетям централизованного электроснабжения, правила получения лицензий и разрешений и т.п.)
- Отсутствие действующих механизмов стимулирования развития использования ВИЭ (налоговые льготы, субсидии, компенсации, обязательства, льготное кредитование и т.п.)
- Лоббирование традиционной топливной и ядерной энергетики; при сравнении традиционных и нетрадиционных источников энергии не учитывается экологическая составляющая стоимости энергии

- Недостаточные инвестиции в развитие перспективных технологий возобновляемой энергетики
- Неразвитость рынка ВИЭ в России. Необходима разработка и внедрение механизмов формирования спроса на установки и оборудование возобновляемой энергетики
- Недостаточные инвестиции в пилотные и демонстрационные проекты возобновляемой энергетики
- Большой разрыв между стоимостью оборудования ВИЭ и доходами населения в регионах перспективного использования ВИЭ (особенно в удаленных децентрализованных территориях, где при существующих ценах на энергоносители использование автономной возобновляемой энергетики является экономически более эффективной); это требует внедрения механизмов субсидирования закупок оборудования ВИЭ конечным потребителем
- Нехватка инженерных и научных кадров, комплексно владеющих проблемой использования возобновляемой энергии и способных решать как технические, так и экологические и экономические проблемы;
- Недостаточное финансирование НИОКР и производственной базы возобновляемой энергетики России.
- Недостаточная информационная поддержка возобновляемой энергетики

Для преодоления этих барьеров необходима разработка и проведение специальных мероприятий по поддержке развития ВИЭ в России. К числу таких мероприятий относятся:

- разработка и реализация Национальной Стратегии и Программы развития возобновляемой энергетики России
- разработка и принятие законодательных и нормативных документов, обеспечивающих приоритетное использование ВИЭ для целей энергоснабжения (как автономного, так и централизованного), а также стандартизацию и контроль качества оборудования ВИЭ
- внедрение механизмов стимулирования использования ВИЭ; при этом может использоваться опыт европейских стран
- внедрение механизмов рыночного стимулирования использования ВИЭ (например, системы «зеленой сертификации»)
- устранение барьеров при экспорте отечественного оборудования и импорта оборудования, которое не выпускается в России.
- государственное финансирование научно-исследовательских работ и пилотных проектов
- создание системы образования и подготовки кадров для возобновляемой энергетики (обучение специалистов в ВУЗах и на курсах повышения квалификации)
- информационная поддержка возобновляемой энергетики и формирование положительного общественного мнения
- более активное использование возможностей международного сотрудничества (например, использование механизмов ЭнергодIALOGA Россия-ЕС для передачи передовых технологий и обмена опытом).

Реализация вышеперечисленных мер может привести к интенсивному развитию возобновляемой энергетики России.

Заключение

Россия обладает огромными ресурсами возобновляемой энергии. Однако в настоящее время этот потенциал почти не используется (за исключением гидроэнергии, степень использования которой составляет около 23%).

С другой стороны, Россия обладает передовыми технологиями практически во всех отраслях возобновляемой энергетики (за исключением ветроэнергетики). Имеется также и промышленный потенциал, способный обеспечить многократное увеличение объемов использования ВИЭ.

В настоящее время наиболее зрелыми с коммерческой точки зрения являются малая гидроэнергетика, солнечное и геотермальное теплоснабжение и местное энергетическое использование биомассы. Эти технологии могут с успехом применяться уже сейчас.

В то же время для широкомасштабного развития возобновляемой энергетики необходимо преодолеть ряд институциональных и экономических барьеров.

Мировой опыт развития возобновляемой энергетики свидетельствует о настоятельной необходимости поддержки возобновляемой энергетики со стороны государственных и региональных органов власти. Экономические рычаги формирования и развития рынка оборудования возобновляемой энергетики должны быть направлены на:

- устранение барьеров при подключении установок возобновляемой энергетики к сетям общего пользования и создание условий, обеспечивающих максимально возможную выработку электрической и тепловой энергии на установках возобновляемой энергетики, установление тарифов, обеспечивающих окупаемость сооружения установок в срок до 5 лет;
- внедрение механизмов экономического стимулирования использования ВИЭ (субсидирование, специальные тарифы, квоты и обязательства)
- устранение барьеров при экспорте отечественного оборудования и импорта оборудования, которое не выпускается в России.

Важную роль также играет международное сотрудничество в области передачи технологий и обмена опытом, особенно между Европой и Россией. Необходимо более интенсивно использовать механизмы ЭнергодIALOGA Россия-ЕС для поддержки и стимулирования развития возобновляемой энергетики России.

Список использованной литературы

1. Безруких П.П. и др. Роль возобновляемых источников энергии в энергетической стратегии России — Материалы международного конгресса «Бизнес и инвестиции в области возобновляемых источников энергии в России», Москва, 1999.
2. Возобновляемая энергия в России. От возможности к реальности. / Дураева Е. — Париж: Международное энергетическое агентство, 2004
3. Отчеты о технико-экономических показателях и расходе условного топлива на электростанциях России за 2000 и 2001 годы. Госкомстат России 2001 и 2002 гг.
4. Отчеты о технико-экономических показателях и расходе условного топлива (по данным годовых отчетов турбинных электростанций мощностью 500 кВт и выше, не принадлежащих АО «Энерго») - Госкомстат России 2001 и 2002 гг.
5. Перминов Е., Перфилов О., Техничко-экономические показатели ветровых электростанций и возможности их финансирования. — Материалы международного конгресса «Бизнес и инвестиции в области возобновляемых источников энергии в России», Москва, 1999.
6. Поваров О.А. Тепло Земли – эффективное энергообеспечение удаленных районов и ЖКХ России — Бюллетень "Возобновляемая Энергия", декабрь 2003. — Москва: Интерсоларцентр, 2003
7. Рабочая группа по развитию энергетики и энергосберегающих технологий Совета при Президенте Российской Федерации по науке и высоким технологиям Аналитическая записка «Проблемы развития нетрадиционной энергетики» — Москва, 2003
8. Ресурсы и эффективность использования ВИЭ в России / под. ред. Безруких П.П. — СПб.: Наука, 2002. — 314 с.

Приложения

Ресурсы солнечной энергии России

ЭНЕРГОРЕСУРСЫ РОССИИ

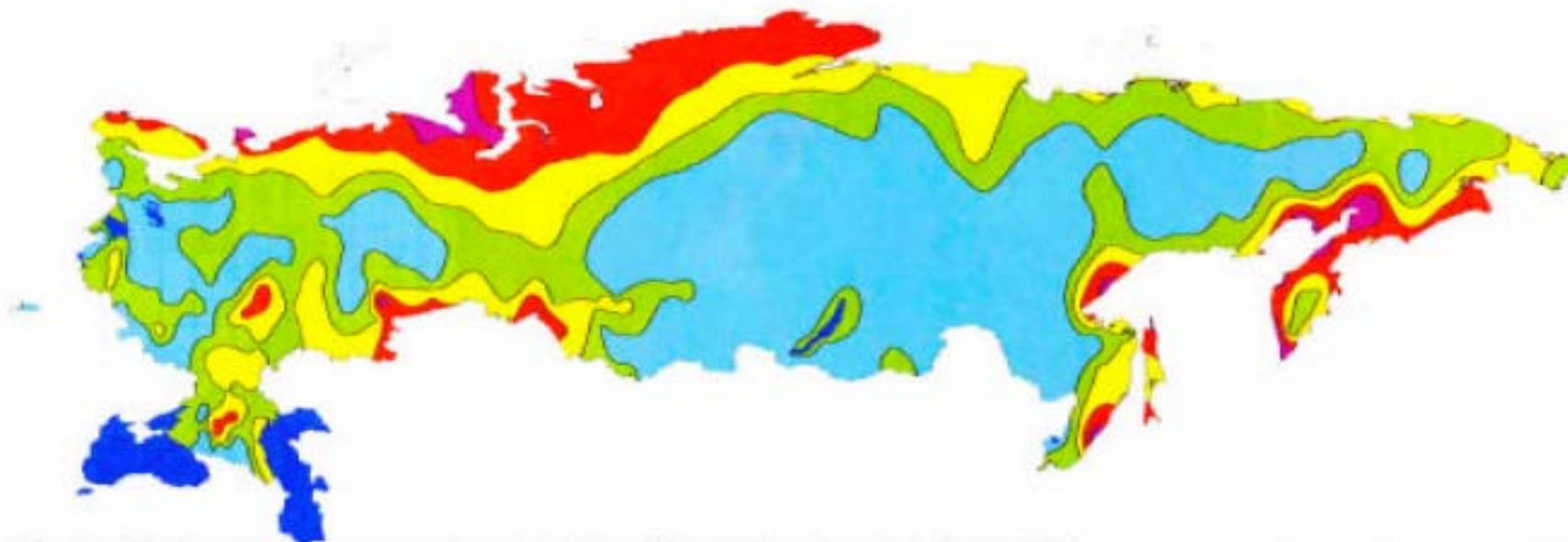
Солнечная энергия



Российско-Европейский Технологический Центр
e-mail: info@technologycentre.org, <http://www.technologycentre.org>

Ресурсы ветровой энергии России

(источник – ветровой Атлас России, 2000)



Russia : Wind Resources(1) at 50 m above ground level for five different topographic conditions

Ветровые ресурсы на 50 м н.у.з. / Wind resources at 50 m a.g.l.										
	Закрытая местность ² Sheltered terrain ²		Открытая местность ³ Open plain ³		Морской берег ⁴ Sea coast ⁴		Открытое море ⁵ Open sea ⁵		Холмы и горы ⁶ Hills and ridges ⁶	
	m/s	W/m ²	m/s	W/m ²	m/s	W/m ²	m/s	W/m ²	m/s	W/m ²
	> 8.0	> 250	> 7.5	> 500	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 11.5	> 1800
	5.0-6.0	150-250	6.5-7.5	300-500	7.0-8.5	400-700	8.0-9.0	600-800	10-11.5	1200-1800
	4.5-5.0	100-150	5.5-6.5	200-300	6.0-7.0	250-400	7.0-8.0	400-600	8.5-10	700-1200
	3.5-4.5	50-100	4.5-5.5	100-200	5.0-6.0	150-250	5.5-7.0	200-400	7.0-8.5	400-700
	< 3.5	< 50	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 7.0	< 400

Russian Wind Atlas, ISBN 5-7542-0067-6
 © The Russian-Danish Institute for Energy Efficiency, 2000
 © Risø National Laboratory, 2000

1. The resources refer to the power potential in the wind. A wind turbine can utilize between 20 and 30% of the available resource. The resources are calculated for an air density of 1.203 kg/m³ corresponding to standard sea level pressure and a temperature of 15°C. Air density decreases with height but up to 1000 m a.s.l. the resulting reduction of the power density is less than 10%.
2. Urban areas, forest and farmland with many windbreaks (roughness class 3).
3. Open, flat landscapes with few windbreaks (roughness class 1), the most favorable conditions for wind energy.
4. Straight coastline with uniform wind rose and land surface with few windbreaks (roughness class 1). Wind resources will be higher and closer to open sea values if winds from the sea occur more frequently and/or land protrudes into the sea. Conversely, resources will generally be smaller and closer to land values, if winds from land occur more frequently.
5. More than 50 km offshore (roughness class 0).
6. The values correspond to 10% overtopping and were calculated for a hill on the summit of a single topographic hill with a height of 300 m and a base diameter of 4 km. The overtopping depends on the height, length and speed setting of the hill.

Ветроэнергетические ресурсы по регионам России

Регион (экономический район)	Валовой потенциал, млрд. кВт.ч/год	Технический потенциал, млрд. кВт.ч/год	Экономический потенциал, млрд. кВт.ч/год
Северный	11040	860	4,3
Северо-Западный	1280	100	0,5
Центральный	2560	200	1,0
Волго-Вятский	2080	160	0,8
Центрально-Черноземный	1040	80	0,4
Поволжье	4160	325	1,6
Северный Кавказ	2360	200	1,0
Урал	4880	383	1,9
Западная Сибирь	12880	1000	5,0
Восточная Сибирь	13520	1050	5,2
Дальний Восток	24000	1860	9,3
Всего в России:	80000	6218	31,0

Ресурсы геотермальной энергии России



Зоны планируемого строительства малых ГЭС в России



Источник: По материалам отчета ЕБРР «Renewable Energy Country Profile»

Российско-Европейский Технологический Центр
e-mail: info@technologycentre.org, <http://www.technologycentre.org>

Планируемые объемы ввода объектов возобновляемой энергетики по регионам России до 2010 года

Регион	Ветроэнергетика, МВт	Гидроэнергетика, МВт	Солнечные ФЭУ, МВт	Солнечная тепловая энергия, Гкал/час	Энергия биомассы, Гкал/час
Адыгейская респ.		39,0			
Алтайская респ.				5,3	1,4 Гкал/час
Амурская обл.	2,2	3,6	0,16	16,1	
Астраханская обл.				0,4	
Архангельская обл.	2,7	3,0			
Башкортостан	4,8	0,8			
Белгородская обл.		0,6			
Бурятия респ.		0,3	0,02	0,6	
Владимирская обл.		20,07			
Вологодская обл.		1,3			18 МВт
Волгоградская обл.	0,2	1,0			
Дагестан		21,0		0,1	
Ингушетия респ.		7,49			
Иркутская обл.		0,2	0,06		7,0 МВт
Кабардино-Балкария		37,6			
Калининградская обл.	5,1	3,86			
Карелия	12,15	40,75			64,7 Гкал/час
Кировская обл.		0,42			
Калмыкская респ.	22,0				
Коми респ.	2,5				
Карачаево-Черкессия		60,0			
Камчатская обл.	10,0				
Краснодарский край	5,0				

Регион	Ветроэнергетика, МВт	Гидроэнергетика, МВт	Солнечные ФЭУ, МВт	Солнечная тепловая энергия, Гкал/час	Энергия биомассы, Гкал/час
Корякский АО		2,0			32,5 Гкал/час
Магаданская обл.	50,0				
Мурманская обл.	5,5				
Орловская обл.	0,3				
Пензенская обл.		6			
Псковская обл.		1,44			5 Гкал/час
Приморский край	10,0		0,2	1,6	0,1 Гкал/час
Ростовская обл.	20,0			10,16	1,3 Гкал/час
Санкт-Петербург	3,0				20,7 Гкал/час
Саратовская обл.	2,54		0,56		
Сахалинская обл.	15,0				6,0 МВт
Свердловская обл.	2,41	10,626			
Северная Осетия респ.		6,59			
Ставропольский край			24,2		10,3 Гкал/час
Саха-Якутия респ.	9,25		0,16	17,75	
Тверская обл.		10,0			
Таймурский АО	8,5				
Хабаровский край	18,0			18,1	14,1 МВт
Читинская обл.			0,4		
Чукотский АО	2,0				
Челябинская обл.		5,6			
Ямало-Ненецкий АО	6,3	7,4			

Обзор европейских технологий возобновляемой энергетики

См . отдельный файл appendix 7_rus.doc.

Обзор европейских технологий возобновляемой энергетики

Биомасса

Биоэнергетика включает множество разных направлений, в которых используются различные ресурсы и технологии переработки, в результате чего производится три конечных продукта: тепловая энергия, электричество и различные виды жидких топлив для транспортного сектора.

- **Выработка тепла:** Сжигание древесных ресурсов для производства тепловой энергии является одним из основных направлений биоэнергетики, где постоянно ведется поиск способов усовершенствования и повышения эффективности процессов и снижения выбросов загрязняющих веществ. В большинстве случаев в небольших отопительных системах для жилых домов в качестве топлива используются дрова и древесные гранулы.
- **Выработка электричества и комбинированное производство электрической и тепловой энергии:** В данной области основным источником энергии по-прежнему остается процесс сжигания, однако появляются такие новые технологии, как газификация¹, а в среднесрочной перспективе – пиролиз², который является более совершенной технологией с точки зрения эффективности и логистики. Биогаз и анаэробное сбраживание³ в основном используются для когенерации тепла и электроэнергии.
- **Жидкое биотопливо:** В Европе в относительно больших масштабах выращиваются масляничные культуры, как например рапс или подсолнухи, для производства жидких биотоплив. Кроме того, можно увеличивать засеvy крахмальных и сахарных культур, таких как сахарная свекла и зерновые.

1. Последние технологические разработки⁴

а. Топливо из древесной массы

В настоящее время промышленные древесные отходы являются основным источником ресурсов для использования в биоэнергетике. В будущем, когда все такие ресурсы будут использованы, производство биотоплива необходимо будет переориентировать

¹ Газификация – термическая обработка биомассы окисляющим агентом (например, воздухом) с ограниченным содержанием кислорода в результате чего образуется смесь газов (содержащих CO и H₂), которые могут быть использованы в качестве источников энергии.

² Пиролиз – термическое разложение древесины без доступа кислорода (сухая древесина за очень короткий период подогрывается до температур 500-600 °C) в результате чего образуется жидкость или биомасло.

³ Анаэробное сбраживание – биологический процесс, в результате которого при отсутствии кислорода биомасса превращается в биогаз. Газ в основном состоит из метана и двуокиси углерода.

⁴ В данном разделе рассматривается только 4 технологических разработки в качестве примеров. Безусловно, существуют и другие направления, где идет технологическое развитие процессов производства биомассы, логистики или преобразования.