

УДК 631.371:621.07

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РОССИИ

© 2014 г. К.А. Гарькавый, Б.К. Цыганков

Гарькавый Константин Алексеевич – канд. техн. наук, профессор, Кубанский государственный аграрный университет. Тел. (861) 221-58-54. E-mail: energyksau@mail.ru

Garkavij Konstantin Alexeevich – Candidate of Technical Sciences, professor, Kuban State Agrarian University. Ph. 861) 221-58-54. E-mail: energyksau@mail.ru

Цыганков Борис Константинович – канд. техн. наук, профессор, Кубанский государственный аграрный университет.

Tsigankov Boris Konstantinovich – Candidate of Technical Sciences, professor, Kuban State Agrarian University.

Представлена география территории России по сосредоточенности мировых запасов энергетических ресурсов согласно «Энергетической стратегии России на период до 2020 года». Дается оценка прогнозируемых ресурсов России: нефти, угля, торфа, потреблению электроэнергии. Рассмотрен вопрос активно развивающихся направлений малой энергетики, решение проблемы децентрализованного энергоснабжения коммунально-бытовых и сельскохозяйственных потребителей, за счет использования газотурбинных установок. Ставится вопрос о решении энергетической проблемы в использовании возобновляемых источников энергии и их экономического потенциала.

Ключевые слова: энергетические ресурсы; малая гидроэнергетика; возобновляемые источники энергии; экономический потенциал энергетических ресурсов.

There was presented the geography of the territory of Russia by concentration of world reserves of energetic resources according to "Energetic strategy of Russia for the period of 2020". The assessment of forecasted resources of Russia: oil, coal, turf, consumption of electrical energy is given. There was considered the problem of actively developing trends of small energetic, determination of problem of decentralized energy supply of municipal-domestic and agricultural consumers at the expense of use of gas-turbine installations.

Keywords: energy resources; small hydropower; renewable energy; the economic potential of energy resources.

Топливная энергетика России включает в себя комплекс отраслей, занимающихся добычей, переработкой, реализацией топливно-энергетических ресурсов, таких как нефть, природный газ, торф, сланец и уран.

На территории России сосредоточено 45 % мировых запасов природного газа, 13 % – нефти, 23 % – угля, 14 % – урана [1 – 4]. Потребность в первичных энергетических ресурсах на внутреннем рынке России составит к 2020 г. 1145 – 1270 млн т у.т. Основой внутреннего спроса на топливно-энергетические ресурсы остается природный газ. Его доля в расходной части баланса первичных ресурсов снизится с 50 % в настоящее время до 45–46 % в 2020 г. На жидкое топливо (нефть, нефтепродукты) будет приходиться в течение рассматриваемой перспективы 20 – 22 %, а на твердое топливо – 19 – 20 % [1, 2, 4, 5].

Согласно «Энергетической стратегии России на период до 2020 г.» планируется:

- увеличение производства первичных энергоносителей с 1515 млн т у.т. в 2002 г. до 1810–2030 млн т у.т. в 2020 г.;

- увеличение добычи нефти с 379 млн т в 2002 г. до 450 – 520 млн т в 2020 г.;

- рост добычи угля с 253 млн т в 2002 г. до 375 – 430 млн т в 2020 г.

Мировая добыча нефти уже достигла пика в 2005 г. (по данным технического журнала по нефтегазовому хозяйству в мире (OGJ Oil&Gas Journal) и к 2030 г.

сократится вдвое (доклад немецкой организации Energy Watch Group).

Прогнозные ресурсы в России оцениваются в 44 млрд т (Минпромторг России). Запасы нефти в России по зарубежным данным оцениваются в 61,9 млрд нефтяных баррелей (рис. 1).

Российские месторождения нефти приносили в 2010 г. более 10,3 млн баррелей в день и зависели от сценария развития экономики. Прирост ожидается за счёт таких проектов, как «Сахалин-1», Ванкорское месторождение «Роснефти» и разработки ОАО «Лукойл» на севере Урала и Каспия. При этом до 2010 г. темпы роста добычи нефти в России были существенно выше темпов роста объемов ее переработки для внутренних нужд. По объему экспорта нефти Россия занимает второе место после Саудовской Аравии.

При умеренном варианте социально-экономического развития страны добыча нефти прогнозируется существенно ниже – до 450 млн т в 2020 г. При критическом варианте роста добыча может продолжаться лишь в ближайшие 1 – 2 года, затем ожидается падение добычи.

Однако при любой динамике добычи нефти стратегическими задачами развития отрасли остается обеспечение необходимой структуры, в том числе территориальной, плавное и постепенное наращивание добычи со стабилизацией ее уровня на долгосрочную перспективу.

При благоприятном и умеренном вариантах развития экономики будут сформированы новые центры нефтяной промышленности в Восточной Сибири и Республике Саха (Якутия), на шельфе острова Сахалин, в Баренцевом море, Российском секторе Каспийского моря, увеличится добыча нефти в Тимано-Печорском районе.

Ресурсы нефти расположены, в основном, на суше (около 0,75 %). На долю двух федеральных округов – Уральского и Сибирского – приходится примерно 60 % ресурсов нефти. Из регионов выделяется Дальний Восток – около 6 % прогнозных ресурсов нефти.

Обеспечение намечаемых уровней добычи и повышение эффективности будут основываться на научно-техническом прогрессе в отрасли, совершенствовании методов бурения и воздействия на пласт, увеличении глубины извлечения запасов и внедрения других прогрессивных технологий добычи нефти, которые позволят сделать экономически оправданным использование трудноизвлекаемых запасов нефти.

Существует американская технология повышения нефтеотдачи нефтяного слоя: выделение CO_2 из атмосферы и закачивание в пласт под большим давлением. Данная схема работы на промышленном уровне увеличивает добычу нефти и уменьшает концентрацию CO_2 в атмосфере.

Добыча нефти будет осуществляться как в традиционных нефтедобывающих районах – Западной Си-

бири, Поволжье, Северном Кавказе, так и в новых нефтегазовых районах – на Европейском Севере (Тимано-Печорский район), в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, на юге России (Северо-Каспийский регион).

Добыча нефти в России будет расти до 2010 – 2015 гг. при всех вариантах социально-экономического развития, кроме критического, а затем несколько снизится и составит в 2020 г. 290 – 315 млн т. В рамках критического варианта разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами станет мало-рентабельной, что приведет к значительному падению добычи в регионе. Структура мирового потребления энергоресурсов мира и энергоресурсов России представлена на рис. 2.

Российская Федерация располагает значительными балансовыми запасами угля (более 200 млрд т – 12 % мировых), реально разведано 105 млрд т. Геологические ресурсы углей оцениваются в 4450 млрд т (30 % мировых). Однако запасы углей распределены крайне неравномерно: свыше 80 % всех запасов сосредоточено в Сибири, а на долю европейской части России приходится лишь 10 %.

По типам углей в структуре разведанных запасов Российской Федерации преобладают бурые – 51,2 %, на долю каменных углей приходится 45,4 %, антрацитов – 3,4 %. Запасы коксующихся углей составляют 40 млрд т, из них запасы особо ценных марок – 20 млрд т.

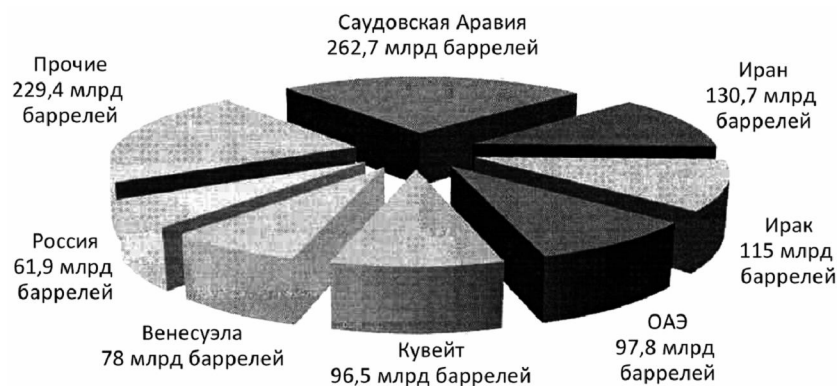


Рис. 1. Мировые запасы нефти по данным British Petroleum



Рис. 2. Структура потребления энергоресурсов

Прогнозируемые объемы добычи угля, как и других энергоресурсов, будут отличаться в зависимости от того или иного варианта социально-экономического развития России, однако при всех вариантах предусматриваются более высокие темпы роста потребления угля по сравнению с другими видами органического топлива. При оптимистическом и благоприятном вариантах развития добыча угля в России может возрасти до 400 – 430 млн т к 2020 г. При умеренном и критическом вариантах развития добыча угля в стране составит 300 – 375 млн т в 2020 г.

Объем добычи бурого угля будет определяться темпами развития Канско-Ачинского бассейна, а также освоением таких перспективных месторождений, как Мугунское и Харанорское в Читинской области, Еркевское на Дальнем Востоке, Лучегорское и Павловское в Приморском крае. При любом варианте развития доля бурого угля составит не менее одной трети добычи угля по стране.

Основные запасы коксующихся и других каменных углей всех марок – от длиннопламенных до антрацитов – сосредоточены в одном из главных угольных бассейнов России – Кузнецком. Разведанный сырьевой потенциал Кузнецкого бассейна – 57,3 млрд т. Крупнейшей сырьевой базой для энергетики являются угли Канско-Ачинского бассейна.

Добыча природного газа отличается высокой концентрацией и ориентирована на районы с наиболее крупными, выгодными по эксплуатации месторождениями. Только пять месторождений – Уренгойское, Ямбургское, Заполярное, Медвежье и Оренбургское содержат половину всех промышленных запасов России. Запасы Медвежьего оценивают в 1,5 трлн м³, а Уренгойского – в 5 трлн м³.

Необходимо отметить, что в рассматриваемой перспективе ожидается существенный рост объемов добычи газа независимыми производителями с 73 млрд м³ (12 %) в 2002 г. до 140 – 150 млрд м³ (20 %) в 2020 г. При этом добыча газа ОАО «Газпром» возрастает с 522 млрд м³ в 2002 г. до 580–590 млрд м³ в 2020 г., или на 11 – 13 %.

Ресурсы газа распределены примерно поровну между сушей и шельфом. На долю двух федеральных округов – Уральского и Сибирского приходится примерно 40 % ресурсов газа. Из остальных регионов выделяется Дальний Восток – около 7 % прогнозируемых ресурсов газа.

Основным газодобывающим районом страны на рассматриваемую перспективу остается Ямало-Ненецкий автономный округ, где сосредоточено 72 % всех запасов России.

Другим крупным районом газодобычи в 2010 – 2020 гг. станет Восточная Сибирь. Здесь, а также в районах Дальнего Востока, добыча газа будет развиваться на базе освоения Ковыктинского газоконденсатного месторождения в Иркутской области, Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения в Республике Саха (Якутия), месторождений углеводо-

родов в Красноярском крае, а также шельфовых месторождений на Сахалине.

В европейской части России добыча газа прогнозируется в объеме 65 – 85 млрд м³ в 2020 г.

Наряду с освоением крупных месторождений целесообразно вовлекать в разработку и так называемые «малые» месторождения газа, прежде всего в европейской части страны. По оценкам только в Уральском, Поволжском и Северо-Западном регионах на этих месторождениях можно добывать до 8 – 10 млрд м³ газа.

Большая доля затрат по использованию природного газа в качестве топлива приходится на его транспортировку от места добычи к местам потребления. Основным транспортом является трубопроводный. В 1987 г. протяженность газопроводов в СССР составила 185 тыс. км. Сеть магистральных газопроводов охватила Европейскую часть (вместе с Уралом), а также Западную Сибирь, Казахстан и Среднюю Азию. В настоящее время продолжается строительство крупных магистралей, а также крупные газовые магистрали будут сооружаться для транспортировки газа в Европе по проектам «Северный поток» и «Южный поток».

На государственном балансе (т. е. учете) находятся 55 месторождений урана. В соответствии со стоимостными категориями МАГАТЭ активные и балансные запасы этого вида топлива составляют 38 %, основная часть запасов – сверхбалансовые. Прогнозируемые ресурсы урана оцениваются в размере около 1 млн т.

Суммарное производство урана в 2020 г. из сырья известных в настоящее время месторождений может составить 6,5 – 7,0 тыс. т при годовой потребности 10 – 12 тыс. т. Разница между годовой добычей природного урана и его общим прогнозируемым расходом будет покрываться за счёт складских запасов урана и повторного использования топлива с одновременным постепенным переходом на воспроизводство ядерного топлива на быстрых нейтронах.

Торфяные месторождения России распространены во всех климатических зонах. Суммарная площадь торфяных месторождений стран мира оценивается в 176 млн га с запасами торфа 500 млрд т. Наибольшие запасы торфа сосредоточены в странах СНГ (40 % территорий), Индонезии (15,7 %), Финляндии (7,0 %), США (7,0 %), Китае (5,4 %), Швеции (2,4 %). Разведанные запасы торфа в России составляют 154583,6 млн т. Основными потребителями торфа являются сельское хозяйство и промышленно-энергетический комплекс. Разработка торфяных месторождений производится исключительно открытым способом. В настоящее время торф, в основном, используется для получения разных видов удобрений. В энергетике он используется как топочное сырьё, посредством использования химической реакции горения. Торф – восполняемое природой минеральное сырьё. Так, например, ежегодный прирост его на тер-

ритории Западной Сибири (в пересчете на сухое вещество) составляет 10 – 20 млн т.

Перспективы развития энергетики России в первой половине XXI в. анализируются в работах [1 – 4, 6]. При разработке средне- и долгосрочной перспектив развития энергетики (в широком смысле этого слова – от добычи топлива до приемников энергии включительно) необходимо принятие сегодня таких решений, как [1, 3, 7, 8]:

1 – развитие ресурсной базы (поиск и разведка) и, главное, подготовка дорогостоящей инфраструктуры для развития действующих и создания новых топливных баз;

2 – формирование крупных новых энергетических рынков и трансформация «правил игры» на ключевых действующих рынках;

3 – разработка принципиально новых, «природных» технологий по всем звеньям энергетической цепи.

Решение этих задач само по себе занимает 10 – 15 лет, а оценка эффективности подобных решений требует предвидения их последствий еще на два – три десятка лет вперед [4 – 6].

Состав и последовательность аспектов анализа, необходимых для полноценного прогноза развития энергетики, представлены на рис. 3 [6 – 8].

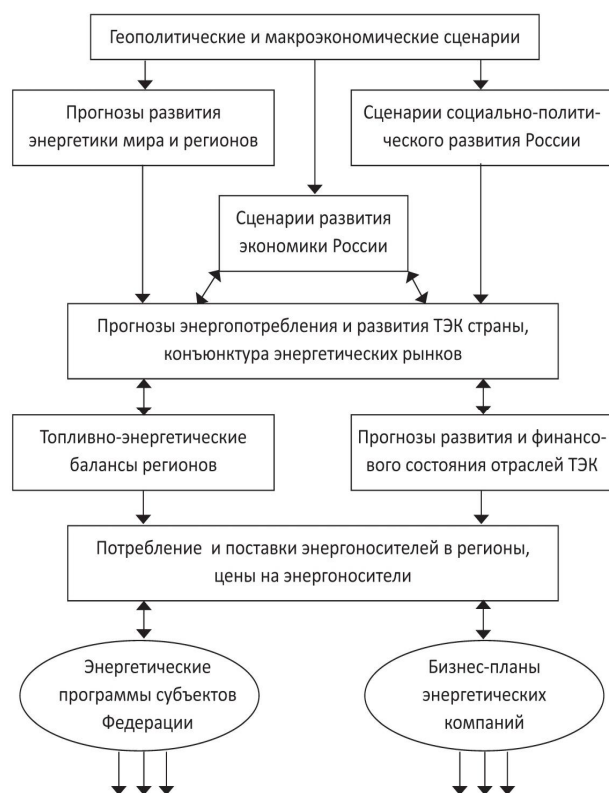


Рис. 3. Общая схема прогнозирования развития энергетики

Изложенное ниже посвящено лишь центральной части общей схемы, включающей:

– разработку сценариев развития экономики;

– прогнозы для потребности в энергии страны и регионов (с учетом возможностей энергосбережения);

– варианты развития топливно-энергетических отраслей, обеспечивающих эти потребности, с оценкой их будущего финансового состояния и инвестиционных возможностей;

– оценку обратного влияния энергетики на развитие национальной экономики.

При расчетах потребности вероятный сценарий развития экономики сочетался с низким энергосбережением, а благоприятный – с более высоким (табл. 1). После 2010 г. темпы роста потребности в первичных ресурсах будут весьма умеренными, и энергопотребление России в 2030 г. выйдет примерно на уровень 1990 г. по благоприятному и на 82 % от него по вероятному сценариям. При этом прогнозируется быстрое снижение удельной энергоемкости ВВП, особенно в период до 2015–2020 гг., когда будет реализовываться огромный накопленный потенциал энергосбережения.

Более динамично будет расти потребление электроэнергии, в 2,1 раза по благоприятному и 1,5 раза по вероятному сценариям в сравнении с уровнем 1995 г. Тем не менее электроемкость ВВП после 2000 г. систематически снижается.

Перспективы освоения ресурсов топлива, кроме их горно-геологических и экономических характеристик, зависят от цен на энергоносители. По мере развития рыночных отношений и интеграции России в мировое сообщество должно происходить сближение внутренних цен на товары и услуги с мировыми. Поэтому внутренние цены на топливо будут стремиться к соответствию (но отнюдь не равенству) мировым ценам на нефть и газ [4 – 6].

В настоящее время около 70 % территории России с постоянно проживающим населением 10 млн человек находятся в зоне децентрализованного энергоснабжения и испытывают постоянно нарастающие в условиях рыночных отношений и финансовых дефицитов трудности с поставками электроэнергии и газа. Это районы Крайнего Севера, Восточной Сибири, Дальнего Востока. На данной территории расположено 70 городов, более 360 поселков городского типа и около 1400 мелких населенных пунктов. Энергоснабжение таких районов страны становится трудноразрешимой задачей, поскольку стоимость получаемых со стороны энергоресурсов приближается в ряде районов к объему местных бюджетов.

В «Энергетической стратегии России до 2030 года» одним из направлений новой структурной политики в области энергетики на ближайшие годы принята интенсификация местных энергоресурсов (гидроэнергии, месторождений углеводородов, торфа) и кратное увеличение использования нетрадиционных, в первую очередь, возобновляемых ресурсов (солнечной, ветровой, геотермальной энергии, шахтного метана, биогаза и т.п.).

Таблица 1

Внутреннее потребление топлива и энергии

Параметры	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2020 г.	2030 г.
Электроэнергия, млрд кВт · ч	1073	841	800/812	858/922	932/1050	1100/1367	1287/1742
то же, % к 1990 г.	100,0	78,4	74,5/75,7	80,0/85,9	86,9/97,8	103/127	102/162
Электроёмкость ВВП, кВт · ч/дол.	1,08	1,29	1,38/1,33	1,41/1,22	1,30/1,11	1,10/0,96	0,96/0,88
Душевое электропотребление, МВт · ч	7,25	5,67	5,50/5,58	6,00/6,37	6,54/7,19	7,73/9,19	8,96/11,4
Теплоэнергия централизованная, млн Гкал	2076	1634	1420/1470	1450/1530	1510/1600	1610/1720	1690/1810
Теплоёмкость ВВП, Гкал/дол.	2,1	2,5	2,5/2,02	2,4/2,41	2,1/1,69	1,6/1,21	1,3/0,92
Моторное топливо, млн т	114	68	61/61	64/68	66/74	70/86	76/98
Первичные энергоресурсы, всего млн т у.т.	1257	930	862/875	887/941	924/1001	970/1119	1032/1249
то же, % к 1990 г.	100,0	74,0	68,5/69,6	70,5/74,9	73,5/79,6	77,1/89,0	82,1/99,4
Энергоёмкость ВВП, т у.т./дол.	1,27	1,43	1,49/1,43	1,45/1,24	1,29/1,05	0,97/0,79	0,77/0,63
Душевое электропотребление, т у.т.	8,49	6,27	5,93/6,01	6,20/6,51	6,48/6,86	6,82/7,52	7,19/8,20

Примечание. В числителе приведены цифры для вероятного, в знаменателе для благоприятного сценариев развития экономики.

Из сказанного вытекает главная цель, которая состоит в том, чтобы с одновременным увеличением надежности и качества энергоснабжения населения и производств положить начало процессу сокращения завоза топлива. В связи с этим новая структурная политика государства в области энергетики, исходя из наличия в России по самым оптимистическим прогнозам запасов ископаемого углеводородного сырья и поиска заменителей традиционного топлива, предусматривает решение следующих задач:

- значительное снижение прямых затрат на завозимое топливо;
- создание предпосылок для последующего его замещения через использование возобновляемых видов энергии;
- сокращение периода адаптации по налаживанию производства и широкому внедрению отечественного оборудования по переработке углеводородного сырья локальных месторождений.

В настоящее время одним из активно развивающихся направлений малой энергетики является создание электростанций на базе микро- и минитурбин. Сегодня на территории России эксплуатируется более 120 микротурбинных установок.

Решение проблемы децентрализованного энергоснабжения коммунальной энергетики и АПК основывается на использовании газотурбинных установок, газовых поршневых двигателей и паросиловых установок.

Один из путей решения проблемы энергоснабжения коммунальных объектов заключается в использовании паропоршневых машин на базе двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

Мощность паропоршневых двигателей при давлении пара 0,5 – 0,7 МПа примерно такая же, как и у исходных бензиновых и дизельных двигателей. Принимая во внимание, что любой двигатель внутреннего сгорания можно переделать в паропоршневой, суще-

ствует реальная возможность получить паропоршневые машины для всего диапазона мощности ДВС.

Как показывают расчеты, используя серийные ДВС как базу для создания паропоршневых двигателей, можно снизить себестоимость тепловой энергетики почти в два раза во всех паровых котельных с давлением пара более 0,5 МПа.

Расчеты целесообразности замены в котельной десяти электродвигателей по 50 кВт на паровые машины показали, что срок окупаемости равен двум-трем месяцам.

Согласно данным Мирового энергетического совета (МИРЭС), к середине столетия ресурсы нефти и газа существенно сократятся, а их недостаток еще какое-то время будет компенсироваться увеличением использования низкосортного угля и других видов энергоносителей. По данным Международного агентства по атомной энергии объем ресурсов урана в мире сегодня составляет 2,4 млн т. Для работы 420 действующих ядерных реакторов в течение года требуется 58 тыс. т. Таким образом, запасов урана хватит лишь на 64 года.

Один из путей решения энергетической проблемы заключается в использовании возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Производство энергии из возобновляемых источников динамично развивается в большинстве европейских стран (табл. 2) [1 – 4, 6].

Россия обладает богатейшими возобновляемыми энергетическими ресурсами, экономический потенциал которых оценивается в 270 млн т у.т., что составляет около 30 % внутреннего потребления топливно-энергетических ресурсов в стране. По всем видам оборудования, за исключением крупных ветровых установок, в России существуют разработки на современном техническом уровне. Имеется производственная база, особенно на предприятиях военно-промышленного комплекса, которая может быть развита при создании благоприятных условий [1 – 6, 9].

Таблица 2

**Выработка тепловой и электрической энергии
из возобновляемых источников энергии в т н. э.
в странах ЕС**

Тип возобновляемых источников энергии	Производство энергии			
	1995 г.		2010 г.	
	млн т н.э.	%	млн т н.э.	%
Ветроэнергетика	0,35	0,5	6,9	3,8
Гидроэнергетика	26,4	35,5	30,55	16,8
Фотоэлектрическая энергетика	0,002	0,003	0,26	0,1
Биомасса	44,8	60,2	135,0	74,2
Геотермальная энергетика	2,5	3,4	5,2	2,9
Солнечные тепловые коллекторы	0,26	0,4	4,0	2,2
ВСЕГО	74,3	100,0	182,0	100,0

Экономический потенциал солнечной энергии в России в целом составляет 12,5 млн т у.т. в год. Наиболее перспективными являются Южные районы европейской части России: Краснодарский и Ставропольский края, регионы Сибири и Дальнего Востока. В мире использование солнечной энергии является наиболее интенсивно развивающейся отраслью возобновляемой энергетики за счет повышения эффективности и снижения стоимости получения электрической энергии. Последняя тенденция будет способствовать дальнейшему росту экономического потенциала солнечной энергии.

Около 6 % территории России обладают очень высокими ресурсами ветровой энергии с общим экономическим потенциалом около 10 млн т у.т. Особенно важным является то, что основные районы высокой концентрации ветровой энергии – берега Северного Ледовитого океана и побережье Дальнего Востока, а также берега Черного и Азовского морей, территории Сибири и Северного Кавказа – это районы, удаленные от систем централизованного энергоснабжения. Освоение ветровой энергии в этих районах социально, экологически и экономически целесообразно.

В 2007 г. во всем мире было введено в эксплуатацию 19696 МВт новых ветроэнергетических мощностей. Таким образом, установленная мощность мировой ветроэнергетики на конец 2007 г. вышла на уровень 93849 МВт. Годовой прирост мощности отрасли 26,6 %. Современная ветроэнергетика дает ежегодно 200 ТВт·ч электрической энергии, что эквивалентно 1,3 % от ее мирового производства, а в некоторых странах и регионах мира доля ветроэнергетики в общем балансе выработки электроэнергии составляет 40 % и даже больше.

Наиболее подготовлена к широкомасштабной реализации в условиях России малая гидроэнергетика, базирующаяся на многолетнем отечественном и зарубежном опыте. Экономический потенциал гидроэнергетических ресурсов в России оценивается в 600 ТВт·ч

в год. Доля малых и микро-ГЭС в этом потенциале составляет около 10 %.

Геотермальная энергия занимает в России первое место по потенциальным возможностям ее использования для энергообеспечения обширных районов страны. Экономический потенциал геотермальной энергии в России составляет около 115 млн т у.т. в год. К настоящему времени в стране накоплен определенный положительный опыт по использованию геотермальных ресурсов на Камчатке, в Краснодарском крае и других регионах.

Экономический потенциал биомассы, пригодной для энергетического использования в России, достаточно высок и оценивается в 35 млн т у.т. в год. В настоящее время биомасса используется в основном в виде дров, древесных отходов, черных щелоков и отходов растениеводства. Переход на современные технологии использования энергии биомассы в России позволит снизить экологический ущерб, повысит надежность и социальную значимость систем топливо- и теплоснабжения, прежде всего в лесных районах страны.

Необходимо отметить особенности использования биомассы (БМ) в промышленно развитых и развивающихся странах. В странах «третьего мира» БМ используется, в основном, в виде дров, навоза, сельскохозяйственных отходов.

В настоящее время энергетическое использование БМ в странах ЕС составляет около 54 млн т н.э./год, т. е. 40 % общего вклада ВИЭ. Из всех видов БМ наиболее широко используется древесина – 47 млн т н.э./год, в том числе 1 млн т н.э./год – в виде гранул. Жидкое биотопливо для транспорта (биодизель, биоэтанол) используется в объеме 1 млн т н.э./год. Количество выработанного биогаза составляет 2,5 млн т н.э./год. Большая часть БМ (76 %) идет на производство тепловой энергии, 22 % – на производство электроэнергии, 2 % – на производство жидких топлив для транспорта.

Согласно программе развития ВИЭ, предложенной Европейской энергетической комиссией (White Paper), энергетическое использование БМ в странах ЕС в настоящее время составляет более 70 % общего вклада ВИЭ.

Одним из основных параметров, определяющих экономический потенциал и перспективы использования ВИЭ, является стоимость производства энергии на основе ВИЭ.

Удельные капитальные вложения в оборудование возобновляемой энергетики, за исключением фотоэлектрической, находятся примерно на уровне удельных капиталовложений в оборудование традиционной энергетики или несколько выше. Для фотоэлектрических установок удельные капитальные вложения превышают аналогичные для традиционной энергетики в пять и более раз. Вместе с тем существует устойчивая тенденция роста удельных капитальных вложений в оборудование традиционной энергетики и, наоборот,

их снижение при вложении в оборудования возобновляемой энергетики.

Ресурсы нетрадиционных ВИЭ России по исследованиям, выполненным Минэнерго РФ, представлены в табл. 3 (для справки: 1 т у.т. = 8120 кВт·ч).

– совершенствование методов технико-экономического анализа систем энергоснабжения на основе ВИЭ, учитывающих экономические и социальные преимущества и обеспечивающих приоритетное развитие данного направления энергетики.

Таблица 3

Ресурсы нетрадиционных возобновляемых источников энергии России, млн т у.т./год

Ресурсы	Валовой потенциал	Технический потенциал	Экономический потенциал
Малая гидроэнергетика	360,4	124,6	65,2
Геотермальная энергия	*	*	115,0**
Энергия биомассы	$1 \cdot 10^3$	53	35
Энергия ветра	$26 \cdot 10^3$	2000	10,0
Солнечная энергия	$2,3 \cdot 10^6$	2300	12,5
Низкопотенциальное тепло	525	115	36
Всего	$2,34 \cdot 10^6$	4593,0	273,5

Примечания: * – по приближенной оценке, ресурсы геотермальной энергии в верхней толще глубиной до 3 км составляют около 180, а пригодные для использования – примерно 20; ** – в качестве экономического потенциала взята оценка запасов первоочередного освоения.

Выводы

На основании проведенного анализа состояния энергетических ресурсов России можно сделать вывод о прогнозируемых ресурсах углеводородного топлива и потребления электроэнергии.

Рассмотрены перспективы развития энергетики и принятия решений, которые будут способствовать развитию ресурсной базы, подготовке дорогостоящей инфраструктуры для развития действующих и создания новых топливных районов, формированию крупных энергетических рынков, разработке принципиально новых технологий по всем звеньям энергетической цепи.

Следует отметить, что широкое развитие энергетики на базе ВИЭ сопряжено с решением ряда проблем, основными среди которых являются:

– низкая плотность концентрации и случайно-детерминированный характер притока энергии, требующие совершенных технических схем преобразования и аккумулирования энергии;

– необходимость постоянного согласования процессов притока и потребления энергии, особенно в автономно работающих энергосистемах, для чего требуется разработка методов и средств автоматизированного контроля и управления технологическими процессами;

Литература

1. Амерханов Р.А. Оптимизация сельскохозяйственных энергетических установок с использованием возобновляемых видов энергии. М., 2003. 532 с.
2. Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Гарькавый К.А. Вопросы теории и инновационных решений при использовании гелиоэнергетических систем. М., 2009. 504 с.
3. Амерханов Р.А., Драганов Б.Х. Теплотехника. М., 2006. 432 с.
4. Макаров А.А. Перспективы развития энергетики России в первой половине XXI века // Изв. РАН. Энергетика. 2000. № 2. С. 3 – 17.
5. Концепция долгосрочного прогноза развития топливно-энергетического комплекса России до 2030 г. / ИНЭИ РАН. М., 1997.
6. Проектирование систем энергообеспечения: учебник для студентов вузов по направлению «Агроинженерия» / Р.А. Амерханов, А.В. Богдан, С.В. Вербицкая, К.А. Гарькавый / под ред. Амерханова Р.А. : 2-е изд., перераб. и доп. М., 2010. 548 с.
7. Амерханов Р.А., Бутузов В.А. Статистика топливно-энергетических ресурсов стран мира // Тр. Кубанского госагроуниверситета. 2009. № 2. С. 227 – 229.
8. Амерханов Р.А., Гарькавый К.А. К вопросу экономической и энергетической эффективности систем, использующих возобновляемые источники энергии // Энергосбережение и водоподготовка. 2009. № 4 (60). С. 57 – 59.
9. Прогноз условий развития и функционирования российского рынка электроэнергии и масштаба участия атомных электростанций на перспективу до 2030 г. / ИНЭИ РАН. М., 1998.

Поступила в редакцию

27 января 2014 г.