

УДК 310.15

ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Васильева В.Д.

Санкт-Петербургский Горный университет, Санкт-Петербург, e-mail: vasva2000@gmail.com

Проведен анализ нескольких статей, опубликованных за последнее десятилетие и посвященных проблемам и тенденциям развития топливно-энергетического комплекса России. Определена роль ТЭК в национальной экономике страны, а также причины, обуславливающие его столь важное положение. Приведен перечень внутренних и внешних проблем ТЭК России, их подробное описание и возможные пути решения. Проведено сравнение современного уровня развития и положения комплекса с его местом в экономической системе страны во второй половине 20 века. С использованием приведенных в статьях данных, исследований и количественных таблиц приведены выводы в отношении перспектив ТЭК России, которые включают в себя также отдельное рассмотрение входящих в него отраслей, таких как: нефтедобыча, нефтепереработка, газовая и угольная промышленности, электроэнергетика и теплоснабжение. Каждая отрасль характеризуется с двух сторон, включающих как ее достоинства и преимущества относительно других мировых держав, так и недостатки, и серьезные пробелы в организации деятельности. Приведены возможные варианты исправления ситуации. Также акцентируется внимание на новых источниках энергии, которые в будущем могут выйти на лидирующие позиции в экономике Российской Федерации.

Ключевые слова: ТЭК, нефть, газ, электроэнергетика, газовая промышленность

THE FUEL AND ENERGY COMPLEX OF RUSSIA: PROBLEMS AND PROSPECTS

Vasileva V.D.

Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, e-mail: vasva2000@gmail.com

The analysis of several articles published over the past decade and devoted to the problems and trends in the development of the fuel and energy complex of Russia. Defines the role of the energy sector in the national economy, as well as the reasoning behind it is so important position. The list of internal and external problems of the fuel and energy complex of Russia, their detailed description and possible solutions is given. A comparison of the current level of development and the position of the complex with its place in the economic system of the country in the second half of the 20th century. Using the data provided in the articles, studies and quantitative tables, the conclusions are given with regard to the prospects of the Russian fuel and energy complex, which also include a separate consideration of its branches, such as oil production, oil refining, gas and coal industries, electricity and heat supply. Each industry is characterized by two sides, including its advantages and advantages relative to other world powers, and shortcomings, and serious gaps in the organization of activities. Possible variants of situation correction are given. Attention is also focused on new sources of energy, which in the future may reach a leading position in the economy of the Russian Federation.

Keywords: fuel and energy, oil, gas, electricity, gas industry

Чем дальше идет время, тем больше человечество начинает использовать все новые и новые виды ресурсов (атомную и солнечную энергию, гидроэнергию приливов и отливов, ветряную и другие нетрадиционные источники). Но все же основную роль в энергообеспечении всех отраслей экономики на сегодняшний день играют топливные ресурсы. Топливо-энергетический комплекс Российской Федерации – основа экономики страны, которая обеспечивает жизнедеятельность всех отраслей хозяйства, объединение регионов нашей большой страны в единое экономическое пространство, образование и формирование огромной части бюджетных доходов и валютных поступлений. От качества деятельности ТЭК зависят также платежный баланс страны, поддержание курса рубля и степень снижения долгового бремени России. ТЭК – наиважнейшее звено в цепи преобразований, связанных с переходом к рыночной экономике.

Изучение проблем и перспектив развития топливно-энергетического комплекса России сейчас очень актуально, так как данная отрасль экономики связана со всеми отраслями народного хозяйства. ТЭК использует продукцию машиностроения, металлургии, очень тесно связан с транспортным комплексом. Для топливно-энергетического комплекса свойственно наличие развитой производственной инфраструктуры в виде магистральных высоковольтных линий и трубопроводов (для транспорта сырой нефти, нефтепродуктов и природного газа), образующих единые сети. Также ТЭК обладает большой районообразующей ролью: вблизи энергетических источников формируется мощная промышленность, растут города и поселки.

Развитие топливно-энергетического комплекса во многом определяет динамику, масштабы и технико-экономические показатели общественного производства, в первую очередь промышленности. Вместе

с тем приближение к источникам топлива и энергии – одно из основных требований территориальной организации промышленности. Массовые и эффективные топливно-энергетические ресурсы служат базой для формирования многих территориально-производственных комплексов, в том числе промышленных, определяя их специализацию на энергоёмких производствах. Все эти утверждения показывают актуальность изучения выбранной мной темы.

Цель моей работы – изучить структуру, проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса России.

Роль ТЭК в системе национальной экономики

Топливо-энергетический комплекс в структуре экономики России имеет гораздо большее значение, чем в развитых странах. В нашей стране ТЭК не только выполняет инфраструктурную функцию, но и является главным комплексом национальной экономики, так как обеспечивает огромную часть доходов страны – 2/3 экспортных доходов, более 40% налоговых доходов бюджета и около 30% ВВП. Именно поэтому перспективам развития этого комплекса стандартно уделяется наибольшее внимание. Топливо-энергетический комплекс России является одним из самых главных устойчиво функционирующих и динамично развивающихся производственных комплексов экономики страны. Мощный производственно-технологический и кадровый потенциал ТЭК удовлетворяет необходимые потребности общества в энергетических продуктах и услугах, а также обеспечивает необходимые показатели национальной энергетической безопасности страны и вносит большой вклад в формирование финансово-экономических показателей ее развития [1].

Российскую Федерацию всегда считали одним из лидирующих энергетических государств мира. В мировом производстве топлива и энергии на ее долю приходится 23% добываемого газа, около 10% нефти, почти 6% угля и 6% электроэнергии. Ученые с уверенностью полагают, что роль топливно-энергетических ресурсов в обеспечении устойчивого энергоснабжения сохранится и в XXI веке.

В России роль топливно-энергетического комплекса особенно велика по ряду причин:

1. Огромный ресурсный потенциал: страна располагает 2,4% населения и 13% территории мира, она имеет 12-13% прогнозных топливно-энергетических ресурсов, в том числе более 12% разведанных за-

пасов нефти, более 30% запасов газа, более 11% разведанных запасов угля.

2. Россия обладает уникальным производственным, научно-техническим и кадровым потенциалом.

3. Важное место ТЭК обосновывается климатическими условиями, при которых обеспечение энергоресурсами экономики и населения страны является жизненно важным фактором существования целых регионов.

4. Топливо-энергетический комплекс России, являясь основным субъектом обеспечения национальной энергетической безопасности, становится определенным стержнем экономики страны [2].

Проблемы развития ТЭК в России

Внешние проблемы развития ТЭК России

Основные внешние проблемы развития мировой энергетики (и российского ТЭК как составной части этой большой системы) на ближайшие десятилетия, следующие:

1. Выход к 2030 г. мировой добычи нефти на максимальный уровень после 2020 г. Имеется ввиду экономический прорыв, а не физическое истощение ресурсов нефти. Как следствие, цены на нефть на мировом рынке будут постепенно расти. Данная тенденция прописана во всех прогнозах развития мировой энергетики.

2. Природный газ в мировом топливно-энергетическом балансе выходит на лидирующие позиции в мире, которые в идеале закрепятся на своих местах до середины 21 века. Также многие страны возлагают большие надежды на сланцевый газ, хотя перспективы его освоения пока остаются очень неясными.

3. Глобальное потепление и обязательство сохранять климат планеты могут оказать значительное влияние на структуру потребления энергоресурсов, что приведет к сокращению в ней доли углеродосодержащих топлив (особенно угля).

4. Политика энергетической безопасности основных импортеров энергоресурсов уже приводит к уменьшению импорта энергоресурсов из регионов с нестабильным политическим положением, к развитию собственных источников энергии.

5. Возможно возникновение ограничений на развитие ядерной энергетики как следствие аварий в Чернобыле и на Фукусиме [3].

Внутренние проблемы развития ТЭК России

Перспективы развития мировой энергетики рассматриваются при разработке

Энергетической стратегии России до 2030 г., однако наша национальная энергетика имеет ключевые особенности и проблемы. А именно:

1. Крайне низкая энергетическая эффективность экономики.

2. Слабая диверсификация (расширение ассортимента выпускаемой продукции с целью повышения эффективности производства, получения экономической выгоды) энергоресурсов – 52% внутреннего спроса и 42% производства энергоресурсов обеспечивает газ.

3. Большая нагрузка топливно-энергетического комплекса на окружающую среду и экономику [3].

Рассмотрим внутренние проблемы ТЭК подробнее.

Самая основная проблема российской энергетики – высокая энергоёмкость нашей экономики. В 1990 г. Россия почти в 6 раз превышала по энергоёмкости ВВП среднемировой уровень и в 1996-98 гг. разрыв стал семикратным. Однако с подъёмом экономики после 1998 г. началось быстрое снижение энергоёмкости ВВП. Таким образом, за 10 лет мы почти в 3 раза сократили отрыв от среднемировых показателей, но и сегодня превышаем их в 4,5 раза. На уменьшение энергоёмкости экономики должны быть направлены главные усилия государства. Россия располагает 1/5 частью мировых ресурсов органического топлива, но существенно отстаёт в последнее десятилетие в их разведке.

Следующая важная проблема – это нагрузка энергетики России на окружающую среду. В частности, выбросы парниковых газов в окрестности 2020 г. превысят уровень 1990 г., который взят за эталон на первом этапе «киотского процесса» регулирования парниковых выбросов. В связи с этим исследователи прогнозируют замедление темпов роста экономики на 0,4-0,5% ежегодного годового прироста; за период с 2005 г. по 2030 г. это означает отставание в развитии на полтора года. Такой исход событий кардинально меняет электроэнергетику страны. В приоритете остаются АЭС и ГЭС, но вместо угольных электростанций должны активно появляться и развиваться современные парогазовые технологии. На данный момент времени сильно увеличивается экономически обоснованное использование возобновляемых энергоресурсов.

Еще одна проблема российского ТЭК – гораздо более весомая, чем во всём мире, нагрузка на экономику. Согласно данным Мирового энергетического агентства, за последние 20 лет мир вкладывал в энергетику 1,5% от всего ВВП, оно же прогнозирует до 2030 г. капиталовложения в энергетику

в размере 1,3-1,5% от ВВП. Это колоссальные объёмы – 21-22 трлн. долларов, но нагрузка энергетики на экономику остается более-менее прежней. В России капиталовложения в ТЭК, по прогнозам наших ученых, составят от 6 до 8% ВВП против 4%, которые в действительности тратились в последнее пятилетие. Это, и правда, уже предел возможностей экономики.

Отраслевые перспективы и прогнозы развития ТЭК России

Нефтедобыча

Значение нефти, нефтепродуктов и природного газа как основных источников валютных поступлений будет таким же большим до тех пор, пока в России не возникнут другие соизмеримые финансовые источники. Поэтому главной задачей и целью российского углеводородного экспорта должно быть для начала хотя бы сохранение российских позиций на мировом рынке. При этом, несомненно, должно оставаться полное обеспечение внутренних нужд страны в углеводородах.

Необходимо расширить масштабы применения современных методов увеличения нефтеотдачи (отношение величины извлекаемых запасов к величине геологических запасов), обеспечить развитие инновационных технологий разработки месторождений с трудно извлекаемыми и нетрадиционными запасами нефти и газа. Для достижения поставленных задач структурная перестройка нефтяного комплекса должна параллельно двигаться в двух направлениях. Во-первых, необходимо обеспечить интенсивное стимулирование геологоразведки на устойчивые приросты запасов нефти и газа в районах с «традиционным» уровнем затрат на их добычу, чтобы сдержать переход к эксплуатации месторождений в экстремальных районах Арктики. Это направление нефтедобычи необходимо развивать за счет увеличения государственных вложений в разведку, которые затем могут быть «возвращены» в казну за счет высокой цены лицензий на разработку участков месторождений [3].

Для каждого разрабатываемого месторождения государство должно устанавливать соответствующие мировым стандартам уровни извлечения основных и сопутствующих углеводородов и объемы штрафов, вычитаемых из чистой прибыли компаний. На сегодняшний день коэффициент извлечения нефти при добыче составляет примерно 35%, что ниже среднемирового уровня. Избавление и переработка попутного газа и извлечение газового конденсата – также ниже

мировых величин. В районах нового освоения нефтегазовых ресурсов (прежде всего, Восточной Сибири и на Дальнем Востоке) для организации добычи необходимо инновационное развитие транспортной и энергетической инфраструктуры. При этом вместе с традиционной для России трубопроводной и железнодорожной транспортировкой нефти должна начать развиваться и морская транспортировка. Для этого нужно создать новые «транспортно-логистические коридоры» для экспортных поставок нефти в рамках развития региональной конкурентоспособности.

Согласно расчетам ИНП РАН, добыча нефти в стране будет медленно возрастать до 2030 г. и достигнет максимума 535-545 млн т, далее ожидается сокращение добычи нефти до 460-470 млн т к 2040 г. С увеличением объемов добычи нефти до 2030 г. будет возрастать и ее экспорт до 255-265 млн т, по сравнению с 249 млн т в 2010 г., с последующим снижением до 220 млн т к 2040 г.

Нефтепереработка

За последние годы произошли важные изменения в структуре внутреннего спроса на нефтепродукты. Отметим, что сократился спрос на дизельное топливо внутри страны. В связи с широкой газификацией, проводимой в последние годы, мазут был вытеснен из внутреннего потребления с направлением его на экспорт. Между тем структура производства почти не изменилась. При практически максимальном удовлетворении внутреннего спроса на бензины большая часть дизельного топлива стала невостребованной внутри страны и ее начали экспортировать. При этом качество нефтепродуктов осталось достаточно низким, как это было в СССР, так как коренных изменений в технологии нефтепереработки не произошло. Таким образом, глубина переработки остается на низком уровне (72% за последние годы). Именно по ряду вышеуказанных причин на сегодняшний день основная задача развития нефтепереработки заключается в ее модернизации на основе инновационных технологий с целью выхода на мировой уровень по глубине переработки. В нефтепереработке России должна быть применена государственная программа выполнения технических регламентов, введенная в 2007 г., но отложенная из-за экономического кризиса. При этом как следствие увеличения глубины переработки объемы экспортируемого мазута будут уменьшаться, что снизит валютную выручку от продажи этого продукта. В такой ситуации устранение финансовых потерь и под-

держка со стороны государства российских поставщиков углеводородов на мировом рынке чрезвычайно необходимы [3].

По оценкам ИНП РАН, внутренний спрос на сырую нефть возрастет с 248 млн т в 2010 г. до 265-270 млн т в 2030 г. с последующим сокращением до 225-235 млн т к 2040 г. в обоих сценариях.

Газовая промышленность

Накопленных запасов природного газа в целом достаточно для использования и внутри страны, и для экспорта до 2040 г. В то же время разработка месторождений на севере Тюменской области требует длительного времени для освоения, огромных капиталовложений и эксплуатационных затрат по сравнению с более южными месторождениями. Поэтому здесь экономически рационально разрабатывать только уникальные и очень крупные месторождения. Для этого необходима экономическая переоценка запасов газа северных районов. Все они нацелены на поставку газа в западном направлении.

Особое внимание должно быть уделено уникальным месторождениям газа Восточной Сибири, которые не выходят на рынки из-за их далекого расположения. Газ данных месторождений содержит огромные запасы этана и всей цепочки непредельных углеводородов. На этой основе могут быть установлены мощные производства полимерной химии для нужд страны и масштабного экспорта. Но пока на сегодняшний день освоения этих месторождений, не считая обеспечения малого местного спроса, не осуществляется.

По оценкам ИНП РАН, добыча природного газа в России, учитывая ожидаемый рост затрат и ожидаемый спрос на внешних рынках, скорее всего, может возрасти, но незначительно: с 651 млрд. куб. м в 2010 г. до 660-670 млрд. куб. м в 2030 г. и оставаться примерно на этом уровне в течение последующего десятилетия.

Угольная промышленность

Развитие угольной промышленности может пойти по двум существенно различным направлениям в зависимости от принятых государством и обществом решений:

- 1) Использование огромных запасов энергетических углей открытой добычи для развития топливной базы электроэнергетики;
- 2) Ориентация на строгие экологические требования по сокращению выбросов CO₂ и других газов при сокращении добычи углей уже в ближайшее время.

В обоих вариантах сохраняется обеспечение металлургии углями для коксования

(процесс переработки жидкого и твердого топлива нагреванием без доступа кислорода) за счет основных для страны Кузнецкого и Печерского угольных бассейнов преимущественно с подземной добычей таких углей. Также в стадии освоения сейчас находятся два очень крупных угольных месторождения с углями высокого качества для коксования в Р. Тыва и Р. Саха (Якутия). Ввод в эксплуатацию этих месторождений позволит удовлетворить будущий спрос отечественной металлургии, даст возможность увеличить экспорт высококачественных углей и одновременно решить стратегические задачи по соединению Р. Тыва с железнодорожной сетью страны.

По расчетам ИПП РАН, в отсутствие государственной политики по сокращению выбросов тепличных газов добыча угля в стране будет возрастать с 151 млн т н.э. (322 млн т угля) в 2010 г. до 205-225 млн т н.э. (400-450 млн т угля) к 2030 г. с дальнейшим ростом до 260-265 млн т н.э. (520-530 млн т) к 2040 г.

Электроэнергетика

Электроэнергетика является одним самых сложных объектов ТЭК. Современная российская электроэнергетика отличается быстрым устареванием генерирующего и сетевого оборудования, малым привлечением новых электроэнергетических мощностей, большими потерями электроэнергии, низкой надежностью электроснабжения, а также скудным финансированием инвестиций. В итоге, на собственные нужды и потери расходуется примерно 1/5 часть всей произведенной электроэнергии, наблюдаются частые отказы в ряде регионов от присоединения новых потребителей из-за отсутствия свободных мощностей, а необходимых средств для развития мощностей в компаниях нет. Слабая развитость государственных нормативных и экономических рычагов управления электроэнергетикой дает возможность частным электроэнергетическим компаниям использовать разные предлоги для уменьшения обязательств для них инвестиционных программ, не проводить энергосбережения.

Базу электроэнергетики составляют тепловые электростанции, из них 60% работают на природном газе (в Европейской части РФ – до 90%) – происходит существенный прогресс в тепловой генерации. Сегодня почти полностью прекращено строительство новых угольных электростанций, особенно в восточных районах, имеющих достаточные запасы дешевых углей. В прогнозном варианте развития угольной энергетики простор электропотребления плани-

руется осуществить или за счет транспорта угля из сибирских месторождений для новых тепловых электростанций, или за счет передачи электроэнергии от ТЭС, расположенных в Сибири у источников угля и воды [3].

В атомной энергетике, быстрое развитие которой могло бы решить многие вопросы перспективного электрообеспечения европейского и уральского регионов, слабо развитая машиностроительная база объективно не позволяет вводить более одного-двух атомных энергоблоков в год. При этом большая часть производственных и строительных мощностей занята выполнением зарубежных заказов. Затруднен выбор новых строительных площадок для атомных электростанций. Отрицательное отношение к атомным электростанциям простого населения заставило сооружать новые АЭС на площадках уже существующих атомных электростанций, выработавших возможные сроки их продления. С одной стороны, это более дешевый вариант строительства АЭС – за счет использования созданной производственной, социальной инфраструктуры и линий электропередач. Но с другой – не дает возможности строить новые АЭС в соответствии с новым размещением электрических нагрузок, что создает дополнительные нагрузки в электрических сетях.

По расчетам ИПП РАН, выработка электроэнергии в стране должна возрасти с 1038 млрд. кВт·ч в 2010 г. до 1355 млрд. кВт·ч и 1820 млрд. кВт·ч в 2030 г., а установленные мощности – с 230 млн. кВт до 270 млн. кВт и 395 млн. кВт.

Теплоснабжение

Неблагополучная картина с теплообеспечением страны уже признается на государственном уровне, но новая стратегия развития теплоснабжения не разрабатывается, а предпочтение отдается уже давно проложенному пути. Главными источниками теплоснабжения остаются котельные и ТЭЦ в системах централизованного теплоснабжения (СЦТ). Остальные источники по объему отпуска тепла малозначительны. Обеспечение потребителей теплом производится при помощи большей части от СЦТ, однако в последние годы проявилась тенденция перехода к децентрализованному теплоснабжению.

При грамотном применении принцип комбинированной выработки тепловой и электрической энергии (теплофикация), способный обеспечить более высокую эффективность по сравнению с отдельной выработкой энергии, сохранит свои преимущества в центрах потребления энергии с высокой плотностью тепловых нагрузок при

растущих ценах на энергоресурсы, особенно при выработке электроэнергии на угольных электростанциях. Избавление от потерь тепла в теплотрассах, связанное с заменой трубопроводов на новые, из современных материалов, при использовании эффективных методов прокладки и замены трубопроводов, должно стать приоритетной задачей в СЦТ. Однако на сегодняшний момент это пока финансово недостижимо для подавляющей части теплоснабжающих компаний [3].

По оценкам ИНП РАН, ожидается, что к 2030 г. выработка тепла в СЦТ при условии проведения активной политики энергосбережения и сокращения теплопотерь в сетях может составить около 1445-1520 млн. Гкал по сравнению с 1369 млн. Гкал в 2010 г. К 2040 г. она может достичь 1500-1565 млн. Гкал.

Новые источники энергии и технологии

Технологии использования возобновляемых источников энергии в настоящее время имеют высокие капиталовложения и высокую себестоимость электроэнергии. В 2010 г. их доля в энергетическом балансе страны не превышала 1,5%. На перспективу прогнозируется ее увеличение до 3-4%. Полученные оценки экономической эффективности и высокие темпы развития возобновляемых источников энергии за рубежом говорят о пользе освоения и внедрения новых технологий энергопроизводства в промышленное использование.

Прогресс в использовании новых источников энергии будет зависеть от двух факторов: от темпов снижения стоимости новых источников энергии и стоимости дублирующих мощностей в энергосистемах и от активной государственной поддержки в случае принятия ограничений на выбросы CO₂.

В результате, наиболее существенный интерес для России в рассматриваемой перспективе будут представлять:

– использование органических отходов промышленности, сельского и коммунально-бытового хозяйства;

– солнечные фотоэлектрические преобразователи нового поколения пленочного типа с КПД более 20%;

– тепловые насосы, работающие на тепле водоемов, рек, морей (для крупных потребителей, снабжаемых теплом от СЦТ) и тепле грунта (для индивидуальных потребителей);

– глубинное тепло Земли при условии обнаружения новых дешевых технологий бурения глубинных скважин [5].

Заключение

Таким образом, стоит отметить, что топливно-энергетический комплекс России, потерявший после распада СССР более четверти своих мощностей, сумел в целом и дальше выполнять прежние хозяйственно-производственные и технологические задачи. Также добавлю, что именно на энергетический сектор легла в последние годы основная нагрузка по стабилизации экономики на переходной стадии развития к современному рыночному хозяйству.

Возникшая за последние 15 лет ярая необходимость коренной перестройки российского топливно-энергетического комплекса принимается и осознается всеми слоями общества. Законодательство приняло программы по выводу ТЭК России на качественно новый уровень, отдельно взятые научно-исследовательские центры стараются разработать инновационные технологии, а население, в свою очередь, плавно переходит к использованию ресурсосберегающего оборудования. Однако, как показывает статистика, все принятые действия в большей степени разрознены и не систематизированы.

В итоге: Россия реально может выйти на путь устойчивого и грамотного развития, но предстоит еще найти правильные комбинации экономического роста с развитием энергетики и охраной окружающей среды и, что важно, создать механизмы их реализации. Это главная задача Энергетической политики России.

Список литературы

1. Андрианов В.Д. Актуальные проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса России // Общество и экономика. – 2017. – № 6. – С. 75–106.
2. Зильберштейн О.Б. Оценка роли ТЭК в структуре российской экономики и формировании показателей национальной энергобезопасности // Экономика и современный менеджмент: теория и практика: сборник статей по материалам XXXVII международной научно-практической конференции № 5(37). – Новосибирск: СибАК, 2014. – С. 116–123.
3. Синяк Ю.В., Некрасов А.С., Воронина С.А., Семикашев В.В., Колпаков А.Ю. Топливо-энергетический комплекс России: возможности и перспективы // Проблемы прогнозирования. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук, 2013. – С. 4–21.
4. Макаров А.А. Научно-технологические прогнозы и проблемы развития энергетики России до 2030 года // Вестник Российской академии наук. – Москва: Российская академия наук, 2009. – С. 291-302.
5. Потенциал возобновляемых источников энергии в России. Существующие технологии. Аналитический обзор. Российско-Европейский Технологический Центр, 2002. <https://allbeton.ru/upload/iblock/d80/potencial-vozobnovlyaemih-istochnikov-energii-v-rossii-analiticheskiy-obzor.pdf> (дата обращения 19.02.2019).