

Прогнозирование энергопотребления и идентификация проблем эффективного использования топливно-энергетических ресурсов

© П.А. Дроговоз, А.А. Курбаналиев

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Изложено историческое видение развития энергетической отрасли и ресурсов, использованных человечеством в данном процессе. Рассмотрено влияние сложившейся структуры и объемов потребления энергетических ресурсов на запасы данных ресурсов и мировую экологическую обстановку. Приведен анализ существующих ограничений в части топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Представлены причины и возможные последствия использования доступных с экономической точки зрения месторождений ископаемых видов топлива, а также причины, стимулирующие мировое общество к рациональному использованию ТЭР. Приведены экспертные мнения о проблеме утилизации используемых ТЭР во всех сферах деятельности. Подведены итоги статьи в виде нескольких кратких выводов.

Ключевые слова: топливно-энергетические ресурсы, энергопотребление, энергоэффективность, энергосбережение, прогнозирование.

Один из основных двигателей экономического роста, а также благосостояния населения каждой страны — эффективное и надежное развитие топливно-энергетического комплекса. Потребление энергии всегда было и остается основной характеристикой уровня жизни человека. История человечества — это поэтапная эволюция методов преобразования энергии, поиск новых источников и, в конце концов, неустанное увеличение потребления.

Первый рывок развития данных методов произошел в глубокой древности, когда человек научился добывать огонь и использовать его для приготовления пищи и обогрева. Средневековый человек, используя рабочий скот, энергию воды и ветра, дрова и уголь, уже потреблял в 10 раз больше, чем первобытный. За последние 200 лет, прошедших с начала индустриальной эпохи, потребление возросло в 30 раз и в 2001 г. достигло 14,3 Гт.у.т/год. Человек индустриального общества потребляет в 100 раз больше энергии, чем первобытный человек, и живет в 4 раза дольше [1].

Сегодня энергетика является основой развития базовых отраслей промышленности. Во всех промышленно развитых странах темпы развития энергетики опережали темпы развития других отраслей.

В то же время энергетика — один из источников неблагоприятного воздействия на окружающую среду и человека. Она влияет на атмосферу (потребление кислорода, выбросы газов, влаги и твердых частиц), гидросферу (потребление воды, создание искусственных во-

дохранилищ, сбросы загрязненных и нагретых вод, жидких отходов), биосферу (выбросы токсичных веществ) и литосферу (потребление ископаемого топлива, изменение ландшафта).

Несмотря на отмеченные факторы отрицательного воздействия энергетики на окружающую среду, рост потребления энергии не вызывал особой тревоги у широкой общественности, так как было ясно, каким образом, с технической точки зрения, можно уменьшить или вообще исключить это воздействие. Так продолжалось до середины 1970-х годов, когда в руках специалистов оказались многочисленные данные, свидетельствующие о сильном антропогенном давлении на климатическую систему, что таит угрозу глобальной катастрофы при неконтролируемом росте энергопотребления. С тех пор ни одна другая научная проблема не привлекает такого пристального внимания, как проблема настоящих, а в особенности предстоящих изменений климата.

Считается, что главной причиной этого изменения является энергетика, причем под ней понимается любая область человеческой деятельности, связанная с производством и потреблением энергии. Значительная (78 % в 2001 г. [2]) часть энергетики обеспечивается потреблением энергии, освобождающейся при сжигании органического ископаемого топлива (нефти, угля и газа), что, в свою очередь, приводит к выбросу в атмосферу диоксида углерода (CO_2), который обладает способностью удерживать отраженное Землей солнечное излучение. В результате накопления CO_2 и других многоатомных газов, среди которых наиболее важными являются метан (CH_4) и закись азота (NO_2), происходит разогрев земной атмосферы. Это явление называется парниковым эффектом. Итак, предполагаемая схема проста: человек сжигает ископаемое топливо, в результате чего происходит потепление климата, которое может окончиться катастрофой. Отсюда следует рецепт, как избежать этого риска: сократить эмиссию диоксида углерода, естественно, за счет сокращения объемов потребляемого органического топлива.

Такой упрощенный подход уже наносит реальный вред мировой экономике и может нанести смертельный удар по экономике тех стран, которые еще не достигли необходимого для завершения индустриальной стадии развития уровня потребления энергии (в том числе России). В действительности все гораздо сложнее. Помимо парникового эффекта, ответственность за который во многом лежит на энергетике, на климат планеты оказывает влияние ряд естественных причин, к важнейшим из которых относятся солнечная активность, вулканическая деятельность, параметры орбиты Земли, автоколебания в системе атмосфера — океан. Корректный анализ проблемы предстоящих изменений климата и их последствий возможен лишь с учетом всех факторов. Разумеется, необходимо внести максимальную ясность в следую-

щие вопросы: как будет вести себя мировое энергопотребление в ближайшем будущем; действительно ли человечеству следует установить жесткое самоограничение в потреблении энергии с тем, чтобы избежать катастрофы глобального потепления.

Мировая энергетика в целом на протяжении всей индустриальной фазы развития общества основана преимущественно на коммерческих энергоресурсах (более 90 % общего потребления энергии в 2001 г.).

Мировая энергетика 50-х, 60-х и начала 70-х годов XX в. характеризовалась чрезвычайно быстрым увеличением потребления коммерческой энергии (среднегодовой темп прироста более 5 %), что при годовом темпе прироста численности населения земного шара несколько менее 2 % обусловило почти двукратное увеличение душевого потребления коммерческой энергии (с 0,98 т у.т/(чел.-год) в 1950 г. до 1,97 т у.т/(чел.-год) в 1973 г. (рис. 1, 2).

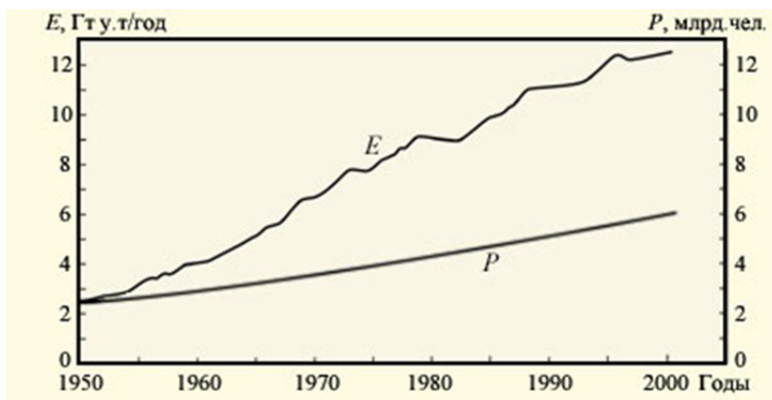


Рис. 1. Мировое потребление коммерческой энергии E и численность населения P

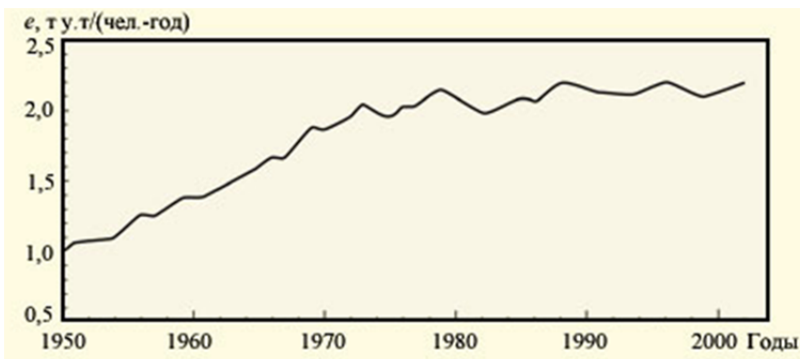


Рис. 2. Мировое потребление коммерческой энергии e на душу населения

Однако за последующую четверть века в мировой энергетике произошли значительные изменения, связанные прежде всего с переходом от экстенсивных путей ее развития, от энергетической эйфо-

рии к энергетической политике, основанной на повышении эффективности использования энергии и всемерной ее экономии.

Поводом для этих изменений стали энергетические кризисы 1973 и 1979 гг., постепенная стабилизация запасов ископаемого топлива и удорожание его добычи, желание уменьшить обусловленную экспортом энергоресурсов зависимость экономики от политической нестабильности в мире.

Для целей дальнейшего прогноза энергопотребления E представляется возможным использовать уже сложившиеся стандартные схемы, например, по уравнению [3]

$$E = P \left(\frac{GNP}{P} \right) \left(\frac{E}{GNP} \right),$$

где P — численность населения; GNP — валовой национальный продукт.

Противоположный подход к прогнозированию энергетики — генетический, в основе которого лежит утверждение, что история развития определяет настоящее и будущее на много лет вперед [3]. Информационной базой генетического сценария служат временные ряды энергопотребления в различных странах мира. Естественно, что качество получаемых результатов зависит от продолжительности этих рядов. К сожалению, опорный отрезок времени ограничен пятью последними десятилетиями, поскольку более или менее хорошо документированные данные за более ранний период (1929–1949) приходится на время Великой депрессии и Второй мировой войны и являются нехарактерными для нынешней стадии исторического развития. Искомое потребление первичной энергии E в момент времени t представляет собой сумму для пяти регионов земного шара и выражается следующим образом:

$$E(t) = \sum_{i=1}^5 e_i(t) P_i(t),$$

где i — номер региона.

Результирующие кривые прогноза потребления энергии для мира в целом представлены на рис. 3.

Таким образом, можно сделать вывод, что в последнюю декаду минувшего столетия сохранилась тенденция к снижению темпов роста мирового энергопотребления, которые составили в среднем за десятилетие 1,3 % в год [3] и были самыми низкими за последние 70 лет, что подтверждает тезис о стабилизации удельного энергопотребления в экономически развитых странах и мире в целом.

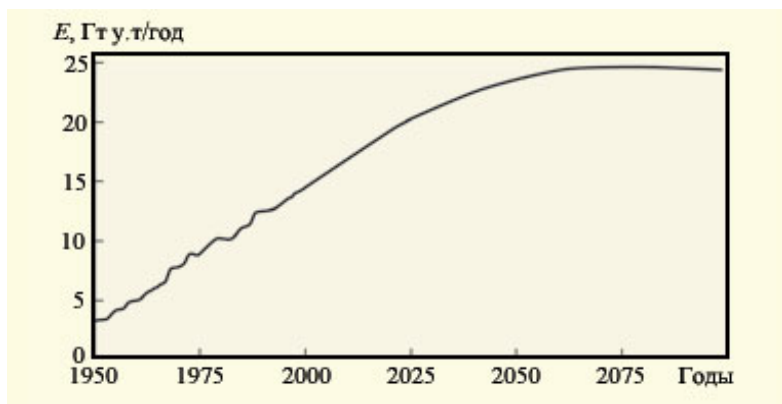


Рис. 3. Базовый прогноз потребления энергии E в мире

Наиболее пессимистические прогнозы мирового развития, предполагавшие продолжение демографического взрыва, безудержный рост мирового энергопотребления, неконтролируемую эмиссию парниковых газов и соответственно значительное глобальное потепление, в прошедшем столетии пока себя не оправдывают.

Тем не менее, многие страны продолжают ставить в главенствующее положение именно экономический рост. При этом само определение роста экономики подразумевает увеличение объема производимых товаров и услуг, что в свою очередь требует опережающего развития всех сфер топливно-энергетического комплекса. Учитывая объективную ограниченность запасов ископаемых топливных ресурсов как основных источников сырья для данного комплекса описанных трендов в энергетической отрасли, все большему числу стран приходится обращаться к мероприятиям энергосбережения и повышения энергоэффективности добываемых, перерабатываемых и потребляемых топливно-энергетических ресурсов (ТЭР).

В рамках существующих ограничений следует провести рассмотрение следующих задач [4]:

- 1) проблема доступности ТЭР;
- 2) проблема рационального использования ТЭР;
- 3) проблема утилизации ТЭР.

Динамика развития и текущая ситуация каждой из указанных проблем требует отдельного рассмотрения.

Проблема доступности ТЭР. С начала индустриальной революции человечество стало добывать и потреблять ТЭР темпами, не вызывающими ни у кого сомнения в истощаемости и доступности. Тем не менее, на сегодня большинство развитых стран, осознавая данное пренебрежительное отношение к мировым (относящимся не только к их стране) запасам, проводит и пропагандирует политику энергосбережения ТЭР в противовес их безудержному потреблению.

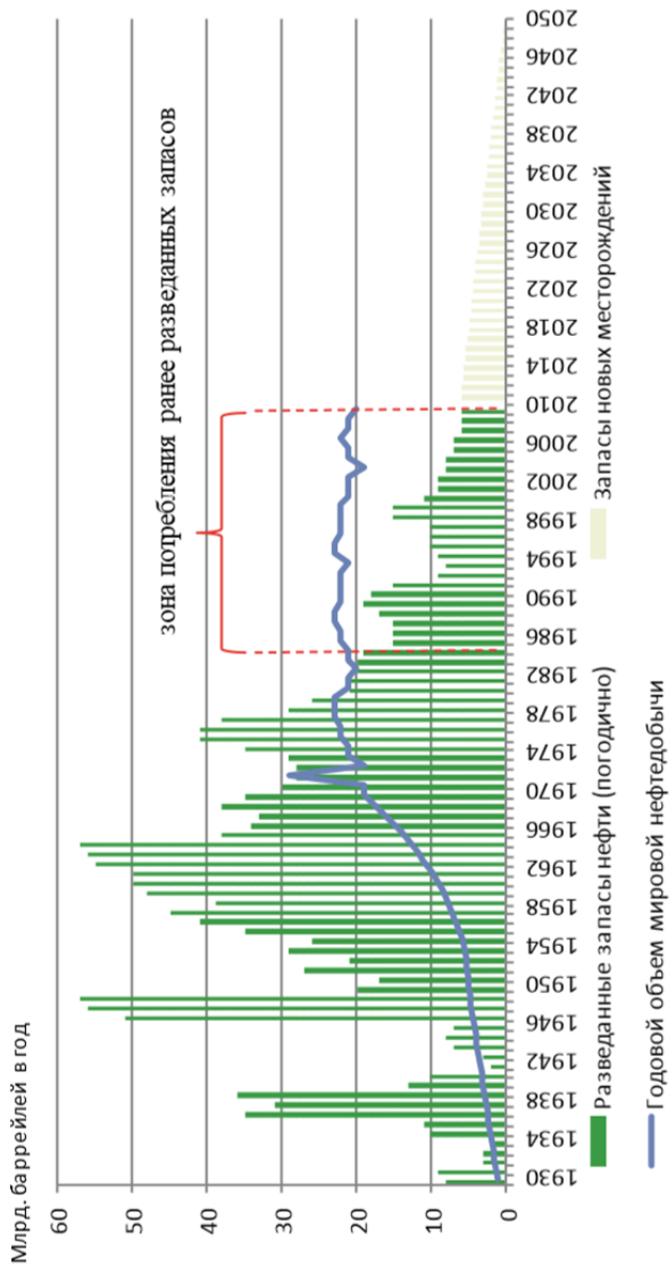


Рис. 4. Динамика годового объема мировой нефтедобычи и разведанных запасов

Однако точных данных по масштабам оставшихся, т. е. доступных, резервов ТЭР в настоящее время не могут дать даже специалисты. В попытке оценить данный тренд представляется возможным оценить запасы нефти как основного индикатора доступности запасов ТЭР на Земле. Согласно исследованиям экспертов [5], наблюдается негативный дисбаланс между разведанными запасами нефти на Земле и объемом добычи (рис. 4). Начиная с 1984 г., объем разведанных запасов нефти уже не соответствует продолжающемуся росту объемов добычи. Данный факт свидетельствует о том, что с этого года разница в дисбалансе компенсируется за счет уже извлеченного ранее объема ресурсов. Другими словами, мировое общество живет в кредит, который со временем вернуть никому не удастся. Аналогичная ситуация наблюдается среди других углеводородных запасов.

Стоит также принимать во внимание, что некоторые более дорогие аналоги ТЭР могут быть недоступны в силу отсутствия соответствующих технологий, способных обеспечить возможность их добычи и дальнейшей переработки.

Проблема рационального использования ТЭР. Основными причинами, заставившими мировое сообщество начать разрабатывать политику и организационные меры по эффективному использованию ТЭР в послевоенное время, стали:

1) нарастающая конкуренция в производстве качественной и востребованной продукции в условиях все большего распространения идей капитализма;

2) отсутствие запасов сырья и ТЭР на собственной территории страны.

Эти факторы привели, в частности, к изысканию способов повышения эффективности использования ТЭР и инновационным решениям. Так, Южная Корея из-за объективно сложившегося дефицита ресурсов вынуждена импортировать до 96 % используемых в стране ТЭР [6]. Стоит отметить, что страна занимает 9-е место по потреблению энергии среди других стран и обеспечивает себе одно из ведущих мест в мире по объему и качеству производства автомобилей и продукции, основанной на полупроводниках. Это веский аргумент против пессимистических настроений о невозможности эффективного развития страны и промышленности при крайне ограниченных собственных запасах ТЭР.

Под повышением энергоэффективности понимается, прежде всего, реализация организационных, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов в стране и их рациональное использование.

Проблема утилизации ТЭР. Многие эксперты пришли к следующим выводам, которые объясняют острую необходимость бережной переработки и использования ресурсов и энергии [7].

1. Мировое сообщество и экономики отдельных стран потребляют ТЭР в неприемлемых для их своевременной естественной переработки количествах. В некоторых случаях так называемые стоки уже переполнены.

2. При этом данные темпы и объемы потребления ТЭР вовсе не обязательны. Более того, существует значительный резерв в снижении потребления без ущерба для уровня жизни.

3. Как следствие, нагрузка со стороны экономик уже превышает допустимые пределы, а возможностей для утилизации ТЭР все меньше.

4. Несмотря ни на какие убеждения, истинная стоимость ТЭР растет с каждым днем.

Очевидно, что угроза загрязнения и переполнения стоков — еще одна причина необходимости энергосбережения и повышения энергоэффективности используемых ресурсов. Сокращение объемов используемого сырья в производстве ведет, при прочих равных условиях, к пропорциональному уменьшению выбросов отходов и парниковых газов. Это и есть один из методов энергосбережения.

Таким образом, представляется возможным резюмировать следующее.

1. В настоящее время рост потребления энергии на душу населения в мире приближается к своеобразному асимптотическому значению. Продолжающийся экономический и демографический рост заставляет в качестве приоритетных задач выделить проблемы, связанные с потреблением и доступностью энергетических ресурсов.

2. Доступность ресурсов определяется экономической целесообразностью и технологическими возможностями. При этом повышение энергетической эффективности позволяет воздействовать на энергоемкость методов и технологий извлечения и переработки ресурсов, но не влияет на сам факт доступности.

3. Рациональное использование ресурсов и энергии (в том числе путем энергосбережения и повышения энергоэффективности) является обязательным требованием в конкурентной борьбе предприятий и даже стран.

4. Проблема утилизации энергии становится более актуальной в связи с нарастающей угрозой дефицита ресурсов. Энергосбережение и повышение энергоэффективности является одним из решений данной проблемы.

Потребление энергии будет однозначно расти, повышение эффективности используемого топлива также будет идти ускоренными темпами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дроговоз П.А., Курбаналиев А.А. Современные тенденции развития энергетической отрасли. *Материалы за 10-а международна научна практична*

конференция «Бъдещите изследвания». Т. 6. Икономики. София, «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2014, с. 94–96.

- [2] International Energy Agency. *World Energy Outlook*, 2012, 150 p.
- [3] Клименко В.В., Макаров А.А. *Введение в энергетику*. URL: <http://lib.rosenergосervis.ru/vvedenie-v-energetiky.html>
- [4] Дроговоз П.А., Курбаналиев А.А. Мировые тренды энергосбережения и повышения энергоэффективности. *Materialy X Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Strategiczne pytania światowej nauki — 2014»*. Vol. 35. Techniczne nauki, Przemysł. Nauka i studia, 2014. Str. 29–32.
- [5] Костина Г., Оганесян Т. Мало не покажется. *Эксперт*, 2012, № 16, с. 62–66.
- [6] *KEMCO Energy Efficiency Knowledge Sharing Program, Energy Efficiency Policy in Korea (IT & Policy dept)*.
- [7] Медоуз Д.Х., Райдерс Й., Медоуз Д.Л. *Пределы роста: 30 лет спустя*: пер. с англ. Е.С. Оганесян; Н.П. Тарасова, ред. Москва, Бином. Лаборатория знаний, 2012.

Статья поступила в редакцию 28.08.2014

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Дроговоз П.А., Курбаналиев А.А. Прогнозирование энергопотребления и идентификация проблем эффективного использования топливно-энергетических ресурсов. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2014, вып. 6. URL: <http://engjournal.ru/catalog/indust/hidden/1216.html>

Дроговоз Павел Анатольевич — заведующий кафедрой предпринимательства и внешнеэкономической деятельности МГТУ им. Н.Э. Баумана, д-р экон. наук, профессор. Автор свыше 70 научных работ, в том числе 8 монографий в области теории и методологии управления стоимостью бизнеса, организационно-экономического анализа и проектирования бизнеса, военно-гражданской интеграции, бизнес-информатики. e-mail: drogovoz@bmstu.ru

Курбаналиев Алишер Абуевич — аспирант кафедры предпринимательства и внешнеэкономической деятельности МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: kurbanaliyev.alisher@gmail.com

Energy forecasting and identification of problems of effective energy resources consumption

© P.A. Drogovoz, A.A. Kurbanaliev

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

This paper sets out a vision of historical development of the energy sector and the resources used by mankind in this process. It studies the implications of the existing structure and volumes of energy consumption to the energy reserves and to the global environmental situation. Existing restrictions of the fuel and energy resources (FER) are analyzed. The causes and possible consequences of the use of the economically available fossil fuels are presented, as well as the reasons stimulating global society to the rational use of energy resources are discussed. Expert opinions are given concerning the problem of recycling energy resources in all spheres of activity. A few brief conclusions are given summing up the paper.

Keywords: energy resources, energy consumption, energy efficiency, energy saving, forecasting.

Drogovoz P.A., Head of the Department of Entrepreneurship and Foreign Economic Activities of the Bauman Moscow State Technical University, Dr. Sci. (Economics), Professor. Author of about 70 publications including 8 monographs in the field of theory and methodology of value-based management, organizational economic analysis and design, civil-military integration, business informatics. e-mail: drogovoz@bmstu.ru

Kurbanaliev A.A., Postgraduate student of the Department of Entrepreneurship and Foreign Economic Activities of the Bauman Moscow State Technical University. e-mail: kurbanaliyev.alisher@gmail.com