**Прогнозная эффективность энергетики: хозяйственно-философские и социальные аспекты**

Д.М. Суворов, кандидат технических наук (Вятский государственный университет)

**Энергия и энергоэффективность в современном хозяйстве**

Использование человеком сил природы для удовлетворения и наращивания собственных потребностей характерно для всего антропогенеза, но наиболее бурными темпами оно расширяется на последних стадиях общественного развития, и особенно быстро — на индустриальной стадии.

Количественной мерой преобразования разных форм материального движения (как из одних в другие, так и в рамках тех же самых форм) во времени и в пространстве является, как известно, энергия. По отношению к хозяйственной деятельности людей энергопотребление выступает в форме использования человеком материального движения в некоторых исходных формах в процессах производства, транспортировки, связи и информации, обеспечения комфортных условий существования и отдыха и для других целей. При этом происходят не только чисто количественные, но и качественные изменения объектов и систем, представляющих собой источники первичной энергии, и они меняют либо свой энергетический потенциал (уменьшая его или лишаясь вовсе), либо физико-химическую форму (горение топлива, деление или синтез атомных ядер), то есть энергетические изменения всегда опосредуются материальными. Энергетические ресурсы — это запас носителей первичной энергии, доступных для извлечения и использования в рамках тех или иных технологий (как освоенных, так и разрабатываемых, и даже потенциально возможных). Напомним, что источники и соответствующие им ресурсы делятся на две категории: возобновляемые и невозобновляемые. Более условным является их деление на традиционные (освоенные в широких масштабах) и нетрадиционные (либо осваиваемые, либо пока нерентабельные для разработки). К невозобновляемым традиционным ресурсам относят ископаемое топливо (уголь, горючие сланцы, торф, нефть и газовый конденсат, природный и попутный газ), а также с конца XX века и ядерное топливо, а к возобновляемым — энергию воды и биомассу (дрова, отходы лесопереработки и т.д.). К нетрадиционным относят солнечную энергию, а также источники или ресурсы, используемые в ряде новых развивающихся направлений (например, в термоядерной энергетике, водородной энергетике).

Хозяйственное освоение человечеством энергетических ресурсов, начиная с применения мускульной силы животных, выдвигает три основные проблемы:

возобновления ресурсов или их исчерпаемости;

эффективности затрат труда, живого и овеществленного, требуемых для привлечения соответствующих ресурсов;

экологических последствий разработки, использования и возобновления (или исчерпания) энергетических ресурсов.

Последняя проблема с конца XX века включается в состав глобальной экологической проблемы, вытекающей из всей антропогенной деятельности, и трактуется разными исследователями как проблема устойчивого развития человечества («sustainable development»), лучшего будущего для грядущих поколений, обеспечения живучести цивилизации, глобальной коэволюции природы и общества, ноосферогенеза (см. работы Н.Н. Моисеева, в частности:Моисеев Н.Н. Расставание с простотой. — М.: Аграф. 1998, а также, например, статью: Поляков В.И. Неизбежность развития глобального экологического кризиса в XXI веке // Энергия: экономика, техника, экология. № 9. 2002.). К этой глобальной проблематике в той или иной степени примыкают две другие проблемы, причем первая из них имеет скорее природный характер, а вторая — скорее хозяйственный,экономический. В то же время ясно, что хозяйственная деятельность творится человеком в природной среде, и изменения этой среды, связанные как с потреблением ее ресурсов, так и с их преобразованием, не могут не отражаться и в характере, и в результатах, и в смысле, и в перспективах такой деятельности, и в ее целеценностных характеристиках. Рассмотрим три указанные проблемы более содержательно и с учетом их взаимосвязей.

Овладение любым энергетическим ресурсом и его использование требует затрат живого и овеществленного труда. Дополнительные затраты нужны для доведения ресурса до места непосредственного потребления и его переработки с получением конечного результата (продукта или услуг). В процессе преобразования ресурса он исчезает как таковой в месте своего первичного бытия (это называется освоением, производством или добычей первичного ресурса), при этом само материальное движение претерпевает обычно одну или несколько смен своей формы и в итоге принимает форму конечного потребления. В этой форме оно либо опредмечивается в соответствующем продукте или услуге, либо, наряду с этим, переходит в диссипативную (рассеянную в пространстве) форму, недоступную для повторного потребления. Если место и время освоения первичного ресурса и потребления конечного ресурса существенно разделены, то в процессе передачи движения во времени и пространстве часть ресурса расходуется. Кроме того, часть ресурса расходуется обычно также при смене форм движения. Затраченное при транспортировке и смене форм движения количество ресурса не исчезает вовсе, а переходит в формы, недоступные для использования, в основном в форму рассеянной теплоты (электромагнитного излучения), что обозначается термином «диссипация энергии». Возобновляемый ресурс (например, вода, поднятая на определенную высоту), утратив свой энергетический потенциал в процессе использования,затем может вновь его обрести, скажем, за счет энергии Солнца, поддерживающей круговорот воды в природе. Солнце обеспечивает возобновление и других ресурсов, которые могут или менять физическую форму в процессе их потребления (энергия дров и других видов биоресурсов), или не менять ее (энергия ветра, обеспечиваемая глобальной циркуляцией атмосферы). Что касается невозобновляемых ресурсов, то они либо утрачиваются безвозвратно в процессе своего потребления (например, запасы природного урана), либо их восстановление теоретически возможно, но темпами, в сотни и тысячи раз уступающими интенсивности их потребления. Это в первую очередь относится к запасам ископаемого топлива. И здесь важно отметить, что топливо при его потреблении приобретает другую химическую форму и преобразуется в вещества (золу, водяной пар, углекислый и другие газы), которые меняют состав земной коры, атмосферы и гидросферы. Кроме того, вещества, содержащиеся в составе топлива (углеводороды и др.), служат человеку в качестве сырья для производства разнообразных продуктов, и если использованию топлива в энергетических целях имеется множество равноценных альтернатив, то эффективность других видов химического сырья зачастую существенно уступает углеводородам нефти или газа.

Важным в экономике энергопотребления является понятие энергоэффективности. Энергоэффективность предполагает минимизацию расходования энергетического ресурса (первичного либо в той или иной преобразованной форме, например, в виде электроэнергии, энергии пара, горячей воды) при получении некоторого полезного эффекта (скажем, охлаждения продуктов до заданной температуры, освещения комнаты, обеспечения теплового комфорта в конкретном помещении, работы какого-либо устройства, например, телевизора). В ходе научно-технического прогресса, с одной стороны, уменьшается удельное энергопотребление приборов, улучшается тепловая изоляция, увеличивается холодильный коэффициент, создаются более эффективные осветительные приборы. С другой стороны, у людей возникают новые потребности и расширяются прежние, что приводит к росту энерго-потребления (появление новых бытовых устройств, таких как персональные компьютеры, увеличение площади квартир, персональная автомобилизация, большая транспортная подвижность). Что касается преобразования ресурса не в форму конечного продукта или услуги, в которой он опредмечивается, а лишь в промежуточную или конечную форму энергетического ресурса, то здесь энергоэффективность определяется как минимизация потерь энергии на всех этапах преобразования (как по форме движения, так и в пространстве или во времени). В сущности, говорить о потерях в этом случае терминологически не совсем верно, потому что на самом деле речь идет о затратах ресурса на преобразование формы и на доставку его к потребителю в нужное место и время. Понятно, что такие затраты не всегда и не в полной мере можно признать нецелесообразными, и их удается сократить организационными или техническими мерами, но для этого, как правило, требуется интеллектуальный и физический труд и капитал.

В конечном итоге эффективное энергопотребление характеризуется совокупностью и взаимодействием следующих ресурсов:

первичного (природного энергетического);

трудового, необходимого для овладения первичным ресурсом, его преобразования, транспортировки и обеспечения конечного потребления, в том числе интеллектуального ресурса, овеществленного в технологиях и части вовлеченных в процесс материальных ресурсов;

материальных ресурсов, включенных в процесс добычи, преобразования, транспортировки и потребления, в виде машин, механизмов, устройств, сетей, транспортных средств, технологических агрегатов, а также природных неэнергетических ресурсов.

Основная доля материальных и интеллектуальных ресурсов представляет собой овеществленный труд, реализованный в соответствующих технологиях. Однако для повышения эффективности процесса необходимо создавать и реализовывать новые технологии, а для этого нужно, в том числе, и увеличение капитализации энергопроизводства. Разные виды ресурсов и разные энергетические технологии требуют разного соотношения живого и овеществленного труда, приводят к различным экологическим последствиям (при реализации технологии). Результат реализации новых технологий выражается, как правило, в снижении расхода энергии на добычу, преобразование и потребление ресурса, а также в уменьшении экологического ущерба, но может быть связан с большими капитальными затратами на единицу конечной продукции.

Таким образом, в целом понятие энергоэффективности включает в себя минимизацию издержек и несоответствий в триаде затрат «энергетический ресурс-труд-капитал во всех формах». Поэтому в разных экономических и социальных условиях, при разных соотношениях между стоимостью первичного энергетического ресурса, труда и капитала для производителя, с одной стороны, и стоимостью либо ценностью конечного продукта (товара или услуги) у потребителя, с другой стороны, представление об энергоэффективном подходе может существенно трансформироваться. К тому же затраты труда и капитала включают в себя и признаваемые обществом необходимыми издержки на ликвидацию или минимизацию экологического ущерба при разработке данного ресурса (в том числе, от безвозвратного изъятия его из природной среды).

**Особенности социально-экономических процессов использования энергетических ресурсов в мире и в России**

В настоящее время в мире действуют две противоположные тенденции, имеющие отношение к энергопотреблению. Во-первых, обусловленная принципом минимизации издержек тенденция к уменьшению затрат энергетических ресурсов, труда и капитала при обеспечении некоего разумного уровня конечного потребления; во-вторых, вытекающая из идеологии экономического роста (самовозрастания капитала) тенденция к увеличению объема и видов конечного потребления, включительно связанных с увеличением потребления энергии. Вторая тенденция проявляется в наиболее зримом виде в обществах западного типа для самой богатой и мобильной его части, а также в развивающихся обществах, для которых характерен рост душевого энергопотребления во всех социальных слоях, кроме беднейших. Для богатых слоев социума величина расходов на энергосбережение обычно относительно невелика, поэтому они могут ориентироваться на самые экологически чистые или престижные виды энергетических ресурсов, а также на автономное энергообеспечение, в том числе на малые геотермальные, солнечные, теплонасосные системы, дизель-генераторы и т.д. Эти слои в большей мере нацелены также на потребление «зеленой» энергии, то есть произведенной, по мнению обслуживающих их экспертов, с минимальным ущербом для окружающей среды. Некоторые технологии, первоначально доступные для элитарного потребления, постепенно становятся массовыми, дешевеют и захватывают большую долю рынка соответствующих услуг.

Общество роста потребления не может само по себе остановиться в количественной и качественной экспансии потребительства, а следовательно — и в количественном наращивании конечного потребления энергии. Как правило, это сопряжено с исчерпанием той или иной ресурсной базы или нарастанием экологических угроз. Западное общество реагирует на такое положение развитием новых энергетических технологий (включая более приемлемые с экологической точки зрения), переносом особенно опасных производств и отходов в третьи страны, а также стремлением обеспечить себе контроль над остающимися ресурсами, включая потенциальные, их разработкой и доставкой к потребителям. Основное, что требуется при этом от других стран (и от России в том числе) — это, с одной стороны, разумность потребления ими тех или иных ресурсов (энергоэффективность), с другой стороны, минимизация глобального экологического ущерба, а также возможность этих стран поставлять ресурсы на мировые рынки на длительную перспективу.

Развивающиеся страны стремятся увеличить потребление энергоресурсов в рамках роста национальных экономик и формирования более широкого слоя зажиточных людей. При этом для них важнее всего экономические аспекты энергопотребления, а экологические, как правило, второстепенны. Поэтому при наличии дешевого угля их электроэнергетика базируется на твердом топливе, а выбросы тепловых электростанций (ТЭС) очищаются только от золы и сажи. Даже Китай начал строить ТЭС, оборудованные современными системами серо- и азотоочистки, лишь в XXI веке, когда, что называется, дышать уже стало нечем. Если в стране есть собственный или дешевый импортный газ, или соответствующие мощности нефтепереработки, электроэнергетика может базироваться на парогазовых ТЭС, имеющих КПД = 50-55% при удельных капитальных затратах, не превышающих 800 долл./кВт, и выпускающих только один вид продукции — электроэнергию (на конденсационных ТЭС). Такие страны при возможности развивают также и атомную энергетику (в том числе для диверсификации производства), где удельные затраты составляют 1000-1500 долл./кВт, а топливо пока обходится дешевле, чем органическое (на единицу полезного эффекта). Такие же системы для получения электроэнергии, как солнечные или ветровые, развиваются в большей мере в странах Запада, поскольку пока они более капиталоемкие и менее мощные, чем системы с тепловыми двигателями, и труднее вписываются в существующие энергосистемы. Однако как локальные системы они широко распространены везде, где имеются подходящие погодные условия и платежеспособные потребители. Что касается гидроэнергетики, то она в последней четверти XX века и в текущем столетии развивается довольно вяло. Это связано с тем, что развитые страны уже освоили наиболее подходящие створы для сооружения ГЭС, а для развивающихся стран гидроэнергетика оказывается чрезмерно капиталоемкой. Кроме того, в районах с большой плотностью населения, сосредоточенного по берегам рек, сооружение ГЭС нередко приводит к большому ущербу от переселения и деградации традиционной хозяйственной деятельности.

Две другие важнейшие сферы энергопотребления — теплоснабжение и обеспечение моторным топливом транспортных средств. Теплоснабжение играет заметную роль только в развитых странах, преимущественно с умеренным и холодным климатом, а обеспечение моторным топливом зависит в основном от интенсивности автомобилизации и в какой-то степени от географических масштабов государства, его связей с соседями и плотности населения. В странах с теплым климатом, а также в слабоурбанизованных регионах большинства стран мира теплоснабжение обеспечивается преимущественно автономными системами, нередко с применением местного топлива, включая дрова и отходы сельскохозяйственного производства, но доля такого теплопотребления невелика, да и учесть его бывает часто трудно. Моторное топливо для большинства типов транспортных средств, работающих на двигателях внутреннего сгорания, газотурбинных и реактивных двигателях, производится преимущественно из нефти. Небольшая часть моторного топлива имеет своим первичным источником твердое топливо (как результат его газификации), природный газ, отходы сельхозпроизводства, а перспективным моторным топливом является молекулярный водород, который будет вырабатываться из природных углеводородов, включая уголь, или из воды с привлечением дополнительно другой первичной энергии (атомной, термоядерной, солнечной, гидравлической и т.д.).

Для мира в целом характерна ситуация, когда в энергопотребление во все большей мере вовлекаются ресурсы органического топлива, а среди последних — нефть и газ, запасы которых на планете наиболее ограничены. Это объясняется тем, что технологии использования этих ресурсов наименее капиталоемки. Научно-технические программы, связанные с освоением других первичных ресурсов, финансируются и реализуются слабо, потому что потенциальная конкурентоспособность перспективных разрабатываемых технологий неочевидна. По этой причине в последние 30 лет не уделяется должного внимания разработке новых технологий в атомной энергетике (воспроизводства топлива, новых типов реакторов, переработки и трансмутации отработанного топлива), в термоядерной энергетике (более 10 лет не может начаться строительство демонстрационного реактора), в водородной и угольной энергетике и др. Существующие технологии топливной энергетики приводят не только к прогрессирующему исчерпанию ресурсов, но и к загрязнению окружающей среды вредными газообразными выбросами (полного и неполного сгорания), выбросами твердых частиц, к накоплению объемов золы и шлаков в отвалах. С топливной энергетикой, по-видимому, связана и так называемая проблема «глобального потепления», хотя она, конечно, имеет непосредственное отношение ко всей антропогенной деятельности в биосфере.

Ситуация в энергетическом хозяйстве России крайне своеобразна и во многом отличается от положения как в странах Запада, так и в новых индустриальных гигантах Востока. В нашей стране за последние 15 лет произошел спад производства и потребления электрической и тепловой энергии, а также всех видов топлива (кроме моторного) при сохранении в основном всех форм энергетической инфраструктуры. Это связано с сокращением общественного производства и переходом экономики на преимущественно рыночные механизмы воспроизводства (хотя сказать, какова была доля таких механизмов в плановой экономике и какова стала теперь в монопольных отраслях современного хозяйства, трудно). Правда, в последние 5 лет наметилась тенденция к росту производства во многих отраслях, но в целом уровень ВВП 1991 г. пока не достигнут.

Что касается энергетики России, то здесь выработка электроэнергии снизилась примерно на 30% по сравнению с 1990 г., и существенного ее роста (более 1-2% в год) не наблюдается даже в последние годы. Производство основных видов топлива в стране начало увеличиваться после 1998 г., причем особенно бурно — в нефтедобывающей промышленности, однако на докризисный уровень добыча ни угля, ни газа, ни нефти к 2005 г. не вышла. Тепловое потребление в промышленности также существенно снизилось, а вот теплопотребление коммунально-бытового сектора после некоторого снижения вновь начало расти, правда, главным образом, децентрализованных систем, а также из-за подключения новых потребителей в местах нового строительства. Проекты обновления и развития энергетической инфраструктуры в основном реализуются в области топливодобычи (освоение новых месторождений и применение новых технологий при разработке старых), в меньшей степени — трубопроводного транспорта и сооружения экспортных терминалов, в еще меньшей степени — инфраструктуры систем централизованного теплоснабжения (за исключением Москвы и отдельных объектов в других регионах) и строительства или реконструкции ТЭС. Что касается электроэнергетики, то завершено строительство трех энергоблоков на Балаковской, Ростовской и Калининской АЭС и продолжается сооружение еще нескольких аналогичных объектов. В гидроэнергетике после периода многолетней консервации продолжено строительство Бурейской ГЭС на Дальнем Востоке и решается вопрос о возобновлении строительства Богучанской ГЭС на Ангаре. Более подробный анализ проблем российской электроэнергетики и теплоэнергетики будет представлен в следующих статьях.