

УДК 553.04+553.9 (476)

ПРИРОДНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСВОЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

А. В. Унукович,

вед. науч. сотрудник ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси, канд. экон. наук, доцент

А. С. Сайганов,

зам. директора ИСИ АПК НАН Беларуси, доктор экон. наук, профессор

Я. И. Аношко,

вед. науч. сотрудник ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси, канд. геол.-мин. наук

П. Б. Цалко,

вед. науч. сотрудник РУП «Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт»,
канд. геол.-мин. наук

А. В. Краковецкий,

мл. науч. сотрудник ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»

В статье рассмотрены современные экономические и экологические проблемы освоения и использования природных энергетических ресурсов. Предложены направления совершенствования системы выбора, обеспечивающего эффективное использование природного энергетического потенциала на основе его эколого-экономической оценки в целях устойчивого экономического развития.

The article considers the current economic and environmental challenges of development and utilization of natural energy resources. The directions of improvement of relations, ensuring efficient use of natural energy potential, based on its environmental and economic assessment for sustainable economic development.

Природные энергетические ресурсы играют существенную роль в экономическом развитии любой страны и используются в основном для обеспечения потребностей в тепловой и электрической энергии. При этом довольно простая технология управляемого сжигания углеводородного сырья (нефть, природный газ, уголь, горючие сланцы, торф и др.) дает энергию, которая может использоваться для самых различных целей и практически в любых масштабах. Кроме того, один вид топлива можно легко превращать в другой и все они являются превосходным сырьем для получения различных химических соединений. Поэтому обеспеченность ими или их

дефицит значительно влияет на темпы экономического развития и благосостояния людей. Общая потребность в энергетических ресурсах определяется как внутренними потребностями экономики, их производством, так и резервами экономии, поступлением из внешних источников и экспортом.

Производство энергетических ресурсов определяют их природные запасы, а также технический, технологический, экономический и экологический потенциал страны, уровень развития инфраструктуры и научные достижения в области эффективного использования запасов топливно-энергетических ресурсов. За послед-

ние годы наблюдается тенденция сокращения производства традиционных энергетических ресурсов при сохранении значительных объемов их добычи в районах Ближнего Востока, Латинской Америки и России. Резервы сбережения и экономия минеральных энергетических ресурсов во многом зависят от цен на первичные ресурсы (нефть, природный газ, энергетический уголь и др.) и кардинальной технологической перестройки экономики в направлении энергосбережения. Практика показывает, что экономия топливной и электрической энергии является самым дешевым методом решения энергетических проблем (2–4 раза) по сравнению с добычей первичных энергоресурсов. Поэтому в развитых странах быстрее растет использование резервов экономии ресурсов, нежели их добыча и производство.

По имеющимся расчетам около 90 % всех природных ресурсов в процессе производства превращаются в отходы и загрязнители. Помимо этого 80 % всей произведенной или покупаемой продукции после использования просто выбрасывается и оказывается на свалках. Расходуется впустую и основной объем производимой энергии, воды и транспортных услуг, тепло утекает через стены и чердаки домов, электрическая энергия, выработанная на электростанциях, лишь на 3 % превращается в свет, бессмысленные переброски товаров на огромные расстояния ради получения отрицательного результата требуют также расхода огромных материальных и трудовых ресурсов. Примеров бессмысленных потерь природных ресурсов множество, что обуславливает необходимость перехода к обеспечению эффективности их использования, и в первую очередь топливно-энергетических, запасы которых ограничены и не воспроизводимы.

Целесообразность более эффективного использования топливно-энергетических ресурсов обуславливается необходимостью:

- повышения качества жизни людей — эффективное использование природных ресурсов позволяет жить лучше (больше производить тепла, энергии и продукции в расчете на единицу ресурсов);
- уменьшения уровня загрязнения окружающей среды и истощения природных ресурсов — неэффективное расходование природных ресурсов загрязняет атмосферу, воду и почвы, а эффективное — способствует созданию усло-

вий исчезновения большинства экологических проблем;

- экономии финансовых ресурсов на основе внедрения эффективных технологий, которые способны приносить прибыль и снижать расходы на проведение природоохранных мероприятий, что способствует оздоровлению финансовой системы в целом;

- развития рыночных механизмов как движущей силы, обеспечивающих индивидуальный выбор и конкуренцию, а также эффективное использование природных ресурсов на основе устранения ряда бюрократических барьеров и перестройки управленческих структур, основанных на порочных стимулах, не дающих рыночным механизмам работать в полную силу;

- повышения эффективности использования ограниченных финансовых ресурсов путем сокращения расточительного их использования на создание нерентабельных горнодобывающих и других предприятий, что обеспечит увеличение отдачи от вложенного капитала и явится единственным источником экономического и социального развития за разумный период времени;

- устранения причин неправильного использования трудовых ресурсов и формирования эффективных направлений научно-технического прогресса на основе рациональных экономических стимулов, обеспечивающих производительное использование природных ресурсов и привлечение достаточно квалифицированной рабочей силы.

Для реализации макроэкономического подхода и успешного решения современных экологических проблем представляется необходимым разработка моделей использования природных энергетических ресурсов, которые отражали бы связь первичных ресурсов с производством конечной продукции. В этой связи также необходим анализ возможностей взаимозаменяемости ресурсов с позиций их экономии при сохранении и увеличении конечных результатов. Важным представляется определение критического запаса природных ресурсов, который необходимо сохранить при любых вариантах экономического развития. Как показывает практика развитых стран, в целом повышение эффективности использования энергетических ресурсов, в том числе и сам процесс энергосбережения, благоприятно оказывает влияние на экономическое развитие и состояние окружающей среды,

а также снижает антропогенную нагрузку на экосистемы в целом.

Величина импорта топливно-энергетических ресурсов определяется потребностями, наличием собственных энергетических ресурсов, издержками на их добычу и переработку, экологической составляющей и транспортным фактором. Даже при значительных запасах нефти, газа и угля, когда их добыча или транспортировка чрезмерно дороги, импорт всегда становится экономически выгодным. При этом внутренняя потребность экономики в топливно-энергетических ресурсах всегда связана с ее техническим развитием и по мере относительной стабилизации экономического роста и форсирования факторов энергосбережения темпы увеличения внутренних потребностей в топливно-энергетических ресурсах, как правило, снижаются. Если рассматривать экспортную составляющую топливно-энергетических ресурсов, то она зависит от сравнительной эффективности по отношению к другим отраслям народного хозяйства, величине издержек на их добычу и транспортировку, возможностей формирующихся факторов энергосбережения и научно-технического прогресса. При этом следует руководствоваться следующим правилом: если развитие других отраслей экономически более выгодно, а издержки на добычу чрезмерно велики, то выгоднее импортировать энергетические ресурсы. Иногда в условиях развитой экономики экспорт энергетических ресурсов имеет не существенное значение из-за их незначительных запасов и истощения [1]. Поэтому важными в этом случае представляются стратегические и политические причины. Например, в США акцент делается не на экспорт, а на импорт и сбережение топливно-энергетических ресурсов, несмотря даже на достаточные собственные запасы. В странах Ближнего Востока и Латинской Америки, а также в России проводится активная экспортная энергетическая политика и величина экспорта нефти в общем объеме производства занимает значительную долю, что ведет к истощению ресурсов. Республика Беларусь в основном является импортером топливно-энергетических ресурсов.

Влияние перечисленных факторов на изменение запасов и использование топливно-энергетических ресурсов в различных странах происходит по-разному. Однако, несмотря на

обладание огромным сырьевым потенциалом, общей тенденцией для большинства стран является сокращение запасов энергетических ресурсов (нефти, природного газа, угля). По оценкам зарубежных специалистов, при современном уровне потребления извлекаемые запасы нефти могут быть исчерпаны через 30-40 лет, природного газа — через 50-60 лет, а каменного угля — через 200 и более лет.

За последние десятилетия произошли существенные изменения в потреблении топливно-энергетических ресурсов — увеличилось потребление нефти и природного газа, значительно сократилось потребление энергетического угля. На сегодняшний день в мире и Беларуси по основным топливно-энергетическим видам минерального сырья складывается следующая ситуация.

Нефть с энергетической точки зрения является самым дешевым видом топлива, обладающим высоким значением чистого выхода энергии. Она может непосредственно или после соответствующей переработки использоваться для производства электроэнергии, тепла и как транспортный энергетический носитель. Кроме того, из нефти получают различные масла, парафины и битумы. Поэтому в настоящее время использование нефти в структуре топливно-энергетического комплекса является важнейшим энергетическим направлением. В мире ежегодно добывается около 4,1 млрд т сырой нефти [2]. При этом извлекаемые запасы составляют порядка 190 млрд т. Основными поставщиками нефти на мировой рынок являются страны ОПЕК и Россия. Естественно, ведущее положение здесь занимают страны Ближнего Востока (Саудовская Аравия, Кувейт, Иран, Ирак и Объединенные Арабские Эмираты), на долю России приходится лишь 5,6 % от мировых запасов, а по добыче она уступает лишь Саудовской Аравии, что приводит к быстрому истощению ее запасов. Однако тенденцию извлечения запасов нефти в указанных странах можно определить как недостаточно эффективную, что связано в основном с неблагоприятными с экономической точки зрения условиями их добычи и транспортировки, а также высокой энергоемкостью современной экономики. Вместе с тем, как известно, для такой экономики характерны и нерациональное потребление всей совокупности природных ресурсов и осо-

бенно отсутствие комплексности в использовании энергетического сырья при сокращении его добычи. Закономерность истощения запасов нефти в условиях Припятского прогиба в зависимости от фактора времени можно определить следующим уравнением:

$$O_{(t)} = 100(32,062 + 1,3651t + 0,0692t^2)^{-1},$$

где $O_{(t)}$ — темпы истощения нефти в долях по годам разработки месторождений; t — год добычи нефти от начала разработки месторождений.

На территории Беларуси имеются незначительные разведанные запасы нефти и, не все имеют промышленное значение. Это связано, прежде всего, с многообразием геологических условий образования залежей и незначительных запасов извлечения (рис. 1)

Проведенные экономические исследования показывают [4], что при современном уровне мировых цен на нефть и сложившейся практике извлечения геологических запасов экономически выгодными являются лишь те извлекаемые запасы, если они составляют не менее 100 тыс. т на месторождение. Если учесть, что импортные поставки нефти из России в Беларусь, например,

в 2012 г. осуществлялись по цене 55 долл. США за 1 баррель, то ее добыча на многих месторождениях (около 40 %) Беларуси является экономически невыгодной. В этом случае лучше импортировать нефть из России, что обеспечивает значительную экономическую выгоду. Только по нефти она составляет почти 1,5 млрд долл. США в год, не считая доходы от ее переработки. При этом следует отметить, что закупки нефти из далекого зарубежья (например, Венесуэлы) для Беларуси приносят убытки размере около 550 долл. США в расчете на тонну по сравнению с поставками российской нефти.

Издержки на добычу нефти в России в среднем составляют 7–8 долл. США за 1 баррель, а в странах — членах ОПЕК — не более 1–2 долл. США за 1 баррель, что делает возможным и необходимым значительную часть доходов, получаемых от нефтедобычи, трансформировать в возобновляемый финансовый источник дохода и инвестирования высокодоходных активов. Текущий коэффициент извлечения нефти в условиях Беларуси за последние годы снизился и не превышает 0,30, а за рубежом он находится на уровне 0,42–0,50 и выше. Среднесуточный дебит белорусских нефтяных скважин составляет 0,5–1,0 т в сутки, в ведущих нефтедобывающих странах он достигает многих десятков и сотен тонн в сутки.

Топливо-энергетический комплекс является наиболее привлекательным для частного сектора. Как свидетельствует опыт США и Канады, для среднего и мелкого бизнеса важнейшим фактором являются не размеры месторождений и масштабы добычи нефти, а степень развития инфраструктуры (дороги, трубопроводы, транспортная сеть и т. п.). Такая инфраструктура обеспечивает возможность быстрой и дешевой доставки даже в небольших объемах добытого сырья без специальной его обработки местным потребителям (бытовому сектору, небольшим перерабатывающим предприятиям). В белорусских условиях в этих целях возможно освоение частным сектором остаточных запасов истощенных месторождений или добычи нефти из очень мелких скоплений. Это может оказаться вполне экономически оправданным по причине чрезвычайно низких эксплуатационных и транспортных издержек, которые несут частные производители. В условиях дефицита инвестиций какая-то его часть, скорее



Рис. 1. Фактические и прогнозируемые объемы добычи и использования нефти в Республике Беларусь в 2011–2015 гг. и до 2020 г.

всего, очень небольшая, может быть покрыта за счет средств госбюджета, но большая часть может быть покрыта за счет средств мелкого и среднего бизнеса.

К недостаткам использования нефти относятся ее экологическая опасность. Сжигание нефти или нефтепродуктов обуславливает накопление в атмосфере диоксида углерода (CO_2) и других так называемых парниковых газов, которые не дают уходить в космос теплу, излучаемому Землей, в результате создают парниковый эффект. Кроме того, оно обуславливает и такие нарушения окружающей среды, как кислотные дожди и смог в городах, что является опасным для здоровья людей и окружающей среды в целом.

Самым дешевым и экологически чистым топливом является **природный газ**. Подсчитано, что на долю природного газа приходится около пятой части всего производства промышленных видов топлива. Это чистое и высококалорийное топливо, удобное для применения в промышленности, на транспорте и в энергетике. При сгорании природный газ выделяет большое количество тепла и в меньшей степени загрязняет воздух, чем любой другой вид ископаемого топлива. При сжигании он почти не образует диоксида серы и выделяет в 6 раз меньше оксидов азота на единицу энергии, чем нефть, бензин или уголь. Метан, один из основных компонентов природного газа, вызывает парниковый эффект, но большая часть метана, содержащаяся в атмосфере, не является следствием добычи или использования газа. Природный газ легко транспортируется, имеет высокий коэффициент полезного действия, является многофункциональным топливом, в том числе и для транспорта. Природный газ может стать основным носителем энергии в процессе перехода к альтернативным источникам по мере постепенного отказа от использования нефти. По имеющимся оценкам спрос на рынке природного газа может превысить предложение, и следствием этого может стать рост цены на природный газ.

Мировые доказанные запасы газообразных углеводородов в 108 странах оцениваются почти в 178,7 трлн м^3 , из которых 77,8 % сосредоточено в 11 странах. На другие 97 стран приходится 22,2 %. Первое место по запасам (свободного и попутного) газа занимает Россия (26,7 %). В мире открыто более 27 тыс. газовых место-

рождений, из которых 44 месторождения обладают запасами более 500 млрд м^3 в каждом, а во многих измеряются триллионами кубометров. Например, Южный Купол в Катаре имеет запасы газа 12,7 трлн м^3 , Уренгойское — 9,96, Ямбургское — 5,24, Бованенское — 4,38, Заполярное — 3,53, Астраханское — 2,68, Медвежье — 2,27 трлн м^3 и другие в России. Имеются крупные месторождения в Туркменистане, Саудовской Аравии, Иране, Азербайджане и других странах. На их долю приходится более трети начальных мировых доказанных запасов газа. Степень изученности мировых ресурсов газа составляет более 40 %. Промышленная (товарная) добыча газа производится в 87 странах мира. Добыто уже почти 3 трлн м^3 газа. Первое место занимает Россия (22 %).

Республика Беларусь не располагает открытыми месторождениями природного газа. В пределах Припятского прогиба, где ведутся геологоразведочные работы на нефть, попутно выявлено лишь две залежи свободного газа, запасы которого незначительны и в настоящее время не добываются. Поэтому вся потребность в природном газе осуществляется за счет поставок его из-за пределов Беларуси. Основными поставщиками природного газа являются газонефтяные компании Российской Федерации (20,3 млрд м^3 , 2012 г.). Потребности страны в сжиженном газе удовлетворяются почти полностью за счет переработки попутного газа собственных месторождений. Природный газ — это самый дешевый (165–170 долл. США за 1000 м^3 при поставках из России) и относительно экологически чистый вид топлива. При сгорании природный газ выделяет в атмосферу меньше загрязняющих веществ, включая диоксид углерода. Отметим, что Припятская нефтегазоносная область является перспективной с точки зрения возможностей выявления в ее пределах залежей свободного газа, что предопределяет целесообразность проведения научно-исследовательских и поисковых геологоразведочных работ на природный газ в ее пределах.

Одним из перспективных видов энергетических ресурсов представляется **гидрат метана**. Впервые гидрат метана (газогидрат) был обнаружен в середине 1970-х гг. канадскими рыбаками. Нередко при поднятии тралов с рыбой в них оказывались крупные куски похожего на снег испачканного донным илом вещества. И этот

глубоководный «снег» оказался горючим газом, содержащий горючий газ — метан.

Как показали научные исследования, на дне северных морей и в глубоких океанических впадинах имеются крупные залежи газогидратов. С физической точки зрения гидрат метана — это ледяная масса с заключенным в нем углеводородным газом, чаще всего — метаном, или это смесь воды и метана в определенных концентрациях, которая способна при определенных термобарических условиях образовывать лед. Из одного кубического метра гидрата метана при нормальном давлении можно получить 164 м³ природного газа.

Глубина залежей гидрата метана может достигать нескольких сотен метров. Основные его залежи находятся в районах вечной мерзлоты и возле океанского дна. В настоящее время это соединение воды и метана практически не используется как энергетический ресурс. Тем не менее, запасы гидрата метана по ориентировочным оценкам составляют не менее 250 трлн м³, или 41 000 трлн м³ природного газа. Кроме того, этот вид сырья по энергетической ценности в 2 раза выше всех имеющихся запасов нефти, угля и газа вместе взятых. Поэтому идея исследования возможностей получения природного газа на основе гидрата метана представляется для Беларуси интересной в научном и практическом плане.

В недрах многих стран (США, Великобритании, Германии, Канады, Украины, России и др.), выявлены значительные ресурсы **нефти и газа**, содержащихся в глинистых сланцах, малопроницаемых карбонатных и песчаных породах. В настоящее время осуществляется их добыча в США и Канаде и планируется освоение таких ресурсов углеводородов в Великобритании, Германии, Украине и других странах. К числу положительных факторов, оказывающих влияние на перспективы добычи сланцевого газа, относятся: региональный характер месторождений; значительные запасы таких углеводородов в недрах; снижение зависимости от импорта топливно-энергетических ресурсов. Факторами, отрицательно влияющими на перспективы добычи сланцевых углеводородов, являются: необходимость применения сложных технологий (объемное сейсмическое моделирование, горизонтальное бурение, гидроразрыв пласта и др.); быстрая истощаемость месторождений; низкий уровень доказанности ресурсов; значительные риски,

связанные с разработкой и добычей запасов; возможность загрязнения радиоактивными элементами и тяжелыми металлами подземных вод.

Обычно сланцевый газ в породах содержится в небольших количествах (0,2–3,2 млрд м²/км²), но за счет вскрытия больших площадей можно получать значительное количество сланцевого газа. Это обуславливает необходимость больших объемов капитальных вложений и эксплуатационных затрат в расчете на месторождение, а с учетом создания соответствующей инфраструктуры объемы капитальных вложений могут возрасти до десятки млрд долларов США. Учитывая особенности добычи и использования сланцевого газа, стоимость его добычи в 3–4 раза выше, нежели добыча традиционного природного газа. Она составляет порядка 150 долл. США за 1000 м³. Если учесть, что цена на природный газ на Европейском рынке составляет 415 долл. США за 1000 м³, то экономическая эффективность добычи сланцевого газа может быть достаточно высокой. Отметим, что при решении данной проблемы многие страны сталкиваются с большими экономическими, технологическими и экологическими трудностями. Однако, это не вызывает сомнения о необходимости проведения геологоразведочных работ для выявления потенциальных ресурсов таких углеводородов недрах Беларуси.

Уголь обладает высоким значением чистого выхода полезной энергии, его сжигание позволяет получить высокотемпературное тепло и электроэнергию самым дешевым способом. Однако уголь как топливо не универсален и является самым загрязняющим энергоресурсом. Загрязнение атмосферы продуктами его горения приводит к кислотным дождям, коррозии металлов, гибели флоры и фауны, заболеваниям людей. Открытая добыча угля вызывает разрушение почвенного покрова и эрозию. Добыча угля шахтным способом опасна для здоровья людей

Подтвержденные запасы всех типов углей в 82 странах мира оцениваются в 886 млрд т, из них энергетические составляют 495 млрд т, бурные — 391 млрд т. На 10 ведущих стран держателей запасов угля подтвержденные запасы всех типов угля приходится более 90 %, в том числе на США — 27,8, Россию — 14,5, Китай — 12,9, Индию — 10,4, Австралию — 8,9, ЮАР — 5,5 и на другие страны — 9,5 %.

Мировые ресурсы углей в пересчете на условное топливо превышают ресурсы нефти и газа в 20 и 25 раз соответственно. Добыча угля осуществляется в 73 странах мира и составляет 5,6 млрд т ежегодно, из которых на 10 основных угледобывающих стран приходится 86,6 %. Первое место по добыче угля занимает Китай, второе — США. Обеспеченность достигнутого мирового уровня добычи угля подтвержденными запасами составляет 135 лет. Потребление угля в мире оценивается в 4,6–5,0 млрд т. На ведущие страны (10) приходится 78 % (3,6 млрд т) добытого угля, другие 86 стран — 22 %. Основными потребителями угля являются Китай (36 %), США (20 %), Индия (8 %), Германия (7 %), Россия (4 %), Польша (4 %) и Япония (4 %). В структуре мирового потребления топливно-энергетических ресурсов на долю угля приходится 29 %, нефти — 38 %, природного газа — 22 %, других ресурсов — 11 %.

Спрос на коксующиеся угли постепенно снижается в результате технологической революции в металлургическом комплексе, расширения использования электродуговых печей и замещения сталей другими материалами. Объемы каменного угля, поступающего на международный рынок, в ближайшее время может возрасти до 825 млн т. Изменяются и методы торговли углем, увеличиваются краткосрочные контракты и тендеры, получает развитие электронная торговля углем.

Цены на энергетический уголь находятся на уровне 28–48 долл. США за тонну, на коксующиеся — 42–89 долл. США за 1 т. Большинство угольных бассейнов мира представлено низкосортными углями, запасы наиболее дефицитных коксующих углей ограничены. Отрицательное влияние на экономику добычи углей влияют все возрастающие тарифы на их железнодорожные перевозки. Транспортная составляющая достигает многих тысяч километров. Нередко перевозка угля к местам потребления приводит к удвоению его отпускной цены. Кроме того, значительная часть запасов углей исходя их современных требований угольной промышленности (мощность, строение и выдержанность угольных пластов и т. п.) являются «нетехнологичной» и экономически неэффективной для освоения. Особо ощущается дефицит запасов коксующих углей.

На территории Беларуси выявлены месторождения бурых углей с общими запасами око-

ло 150 млн т. К таким месторождениям относятся Бриневское, Житковичское и Лельчицкое [3]. Бурые угли считаются горючим полезным ископаемым растительного происхождения с низкой степенью углефикации и удельной теплотой сгорания менее 24 МДж/кг. Они используются преимущественно для пылевидного сжигания, как бытовое топливо, в меньших масштабах — для брикетирования, газификации, производства углещелочных реагентов и горного воска. Они также применяются для производства жидкого топлива, технологической переработки, полукокса и термического угля. Требования к качеству бурых углей регламентированы ГОСТом и техническими условиями (влажность, зольность, выход летучих веществ, теплота сгорания и др.). Они относятся к группе 2Б. Однако, если учесть глубину и особенности залегания полезного ископаемого, сложность гидрологических условий и незначительные запасы бурых углей, то, как показывают исследования, с экономической и экологической точек зрения вовлечения запасов бурых углей, выявленных на территории Беларуси, в промышленную разработку при существующем техническом уровне их добычи и использовании является проблематичным. Так, экономическая ценность бурых углей с точки зрения их использования в качестве топливно-энергетического ресурса характеризуется низкой удельной теплотой сгорания (3800–4200 ккал/кг) и высокой себестоимостью добычи полезного ископаемого (около 80 долл./т), которая многократно превышает цену реализации бурого угля, добываемого в соседних странах. Например, если в инвестиционные вложения включить природоохранные расходы, стоимость сноса жилых поселков, размещения гидрозщитных сооружений, создания новой инфраструктуры, а также затраты на рекультивацию земель, то общие издержки превысят объемы капитальных вложений, направляемых в основное производство, порядка в 2–2,5 раза, что также скажется на возрастании убыточности освоения месторождений. Поэтому для принятия экономически обоснованного решения по освоению запасов бурых углей очень важен адекватный учет всей совокупности экономических и природных условий, включая и экологическую ценность территории в районе расположения месторождений.

В условиях Беларуси **горючие сланцы** представляют собой осадочные породы мергелистого состава в смеси с сапропелевыми отложениями. В Припятском сланценосном бассейне выявлены Любанское и Туровское месторождения с предварительно разведанными запасами 1228,7 млн т. сланцев. Однако из-за высокой зольности (75 % и более), низкой удельной теплоты сгорания (5,8 МДж/кг) и выхода смол в пределах 7–8 % эти сланцы относятся к недостаточно эффективному виду твердого топлива. Кроме того, по причине малой мощности пластов (в среднем 1,1–1,49 м) они трудно извлекаемы, что возможны значительные потери органического вещества и увеличение отходов техногенного характера (более 50 %). Возможный выход смолы (сланцевого масла) способом перегонки горючих сланцев составит 8–9 % по Любанскому месторождению и 6,1–9,6 % по Туровскому месторождению. Следовательно, для получения 1 т смолы предполагается расходовать 11,8–14,1 т горючих сланцев. Анализ экономических показателей организации горнодобывающего предприятия также показывает, что себестоимость добычи 1 т горючих сланцев, рассчитанная в современных ценах составляет 95–99 долл. США, что многократно (в 5 раз) превышает возможную цену реализации 1 т обычных горючих сланцев. Себестоимость 1 т сланцевого масла по имеющимся расчетам в среднем по месторождениям составит порядка 2500–3000 долл. США, что превышает цену 1 т нефти (766 долл. США) в 3,2–3,9 раза. Обоснованным представляется, что комплексная переработка горючих сланцев может также оказать еще более серьезное негативное воздействие на состояние окружающей среды, чем их добыча, что приведет к удорожанию конечной продукции. Рассматриваются возможные последствия рисков реализации проектов по освоению месторождений горючих сланцев на территории Беларуси (в особенности гидрологических условий), недооценка которых может привести к серьезным техническим просчетам и значительным финансовым потерям. Поэтому освоение горючих сланцев в настоящее время как с экономической, так и экологической точек зрения является невыгодным мероприятием.

Вместе с тем отметим, что горючие сланцы являются комплексным перспективным сырьем для развития отечественной топливно-

энергетической и химической промышленности, которое требует дальнейшего геологического, технологического, экономического и экологического изучения.

Торф характеризуется многообразием свойств, широким диапазоном их различий по видам, выделенным в ботанической классификации, а также изменений отдельных свойств в пределах каждого ботанического вида. Степень разложения торфяной массы предопределяет содержание в торфе углерода и, соответственно, теплоту сгорания торфа, которая считается основным показателем качества торфа как топливного ресурса. Вместе с тем отмечается, что этот показатель находится в прямой связи с содержанием в торфе гуминовых кислот, во многом определяющих структурные свойства торфа. Изучение таких свойств торфа является необходимым для обоснования конкретных направлений использования его с целью получения наибольшего экономического эффекта.

Торф является горючим полезным ископаемым, которое образуется в процессе естественного отмирания и неполного распада растений при избыточном увлажнении и недостатке кислорода. Органическое вещество торфа состоит из растительных остатков, претерпевших различную степень разложения. Торф является сложным природным образованием, которое определяется условиями генезиса, химическим составом торфяного органического вещества и степенью разложения. В структуре элементного состава торфа углерод занимает 50–60 %, водород 5–6,5, кислород 30–40, азот 1–3, сера 0,1–1,5 % (иногда 2,5) на горючую массу.

По данным Международного торфяного общества (IPS, 1995) торфяные ресурсы в мире составляют более 400 млн га, но из них только чуть более 305 млн га находится в разработке в странах, добывающих торф. Наибольшие запасы торфа сосредоточены в двух странах: Россия — 150 млн га и Канаде — 111 млн га. Наиболее крупными производителями торфяной продукции в мире сегодня являются Финляндия, Канада, Германия, Ирландия, страны Балтии и Россия. За годы развития торфяной промышленности в разных странах мира сложились и развиваются несколько направлений использования торфа и торфяной продукции.

Ежегодно в мире образуется почти 3,0 млрд м³ торфа, что примерно в 120 раз боль-

ше, чем используется. Объем добычи торфа за последние годы сократился примерно в 2,0 раза, что обусловлено почти исключительно одним фактором — многократным падением его добычи в России. Что касается других стран, то добыча торфа в целом увеличилась на 10 %. Основным направлением использования торфа является исключительно в энергетических целях для получения тепла и электроэнергии. Крупным направлением является использование торфа в сельском хозяйстве, садоводстве, тепличном хозяйстве. Третьим направлением является производство продукции переработки торфа и ее использование в различных целях.

В настоящее время в мировом масштабе вклад торфа в производство и использование энергии незначителен, но в отдельных странах на его долю приходится от 10 до 20 % (Финляндия, Швеция, Ирландия). В качестве местного коммунально-бытового топлива используется фрезерный торф, кусковой торф и топливные брикеты. Потребителями топливного торфа являются тепловые электростанции, котельные, коммунально-бытовые потребители печного топлива. Производство топливных брикетов является одним из направлений развития перерабатывающей торфяной промышленности. Брикет топливный торфяной является экологически чистым и безопасным биологическим топливом. По теплотворной способности торфобрикет приравнивается к каменному углю и более чем в 3 раза превышает теплоотдачу сухого высококачественного древесного топлива. Зола торфобрикета является прекрасным и экологически чистым комплексным естественным удобрением. Кусковой торф является также высококачественным бытовым топливом, который производится в полевых условиях и не уступает по калорийности дровам, бурому углю, сланцам, низкосортному каменному углю. С другой стороны, после переориентации торфяной промышленности на переработку торфа для получения торфяной продукции и использования ее в других целях начало активно развиваться производство продукции народного потребления. Производство такой продукции обеспечивает его независимость от сезона и погодных условий. Торф и торфяная продукция пользуются повышенным спросом на мировом рынке.

Следует отметить, что в условиях Беларуси торфяные месторождения, которые использу-

ются для производства различных видов продукции, еще значительны по своим запасам и характеризуются несложными условиями разработки, что делает их экономически привлекательными. При этом величина нормы прибыли на вложенные инвестиции может быть заинтересованной для инвесторов даже на уровне 10 %. Однако, как показывает практика, норма рентабельности, как правило, превышает эту величину, что представляет экономический интерес для разработки месторождений, разумеется, при оптимальных размерах добывающих предприятий (рис. 2).

Следует также отметить, что торфяные ресурсы, которые являются достоянием страны, в пределах жизненного периода людей представляются невозобновляемыми и оказывают большое экологическое влияние на состояние окружающей территории. Вместе с тем отмечаем, что торфяно-болотные угодья занимают особое положение в системе регулирования процессов в биосфере. Они выполняют множество природоохранных функций — регулирование газового состава атмосферы и водного режима территорий, обеспечивают региональный биологический круговорот веществ и контроль популяций, осуществляют производство естественных продуктов питания и сырья, являются генетическим фондом для экологических систем, выполняют рекреационные, оздоровительные,

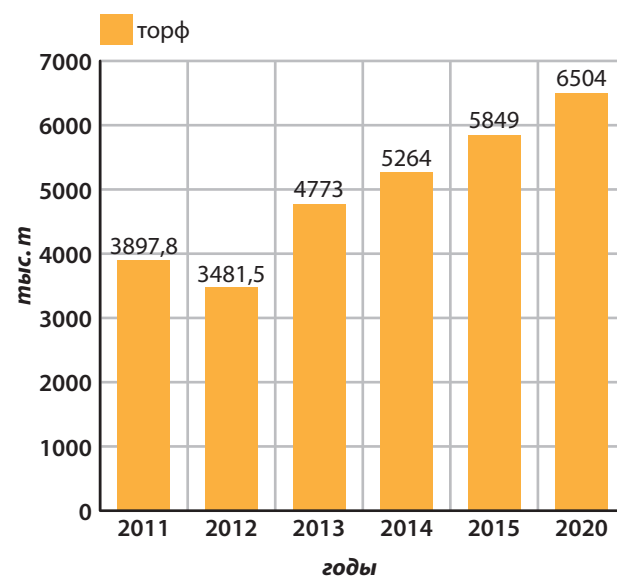


Рис. 2. Фактические и прогнозируемые объемы добычи торфы в Республики Беларусь в 2011–2015 гг. и до 2020 г.

культурно-эстетические и другие функции природы. Они обладают мощным информационным потенциалом для сохранения окружающей среды и здоровья людей. Поэтому фактор истощения запасов торфа и экологические функции торфяных месторождений обуславливают необходимость бережного отношения к ним и поиска альтернативных экономических решений по их замене. Важной экономической проблемой сохранения торфяных месторождений является несовпадение глобальных и локальных выгод. Например, выработка торфяных месторождений ведет к утрате редких видов флоры и фауны и оказывает негативное воздействие на биосферу всей планеты. В этой связи важным представляется исследование локальных экономических выгод с учетом глобальных экологических потерь. При этом явление несовпадения глобальных и локальных выгод можно выразить разностью в показателях затрат и выгод. Для чего нужна экономическая оценка торфяных месторождений и их экологических функций.

Геотермальная энергия представляет собой тепло, накопленное в горных породах и флюидах, насыщающих их поры, трещины или каверны (вода, рассолы, нефть, природный газ и др.), которое используют путем отбора из геотермальных горизонтов, при этом ее восполнение происходит естественным путем. Это один из немногих источников возобновляемой энергии, использование которой может осуществляться непрерывно. В отличие от неравномерного распределения месторождений нефти, газа и каменного угля, геотермальная энергия имеется в любом месте планеты. По мере истощения традиционных видов топливных ресурсов и роста расходов на их добычу возрастает спрос на использование геотермальной энергии как возобновляемого подземного источника.

Высокая зависимость Беларуси от импорта природного газа и других видов топлива является особенностью экономики страны и отражается на затратах по выработке энергоресурсов, в частности тепловой энергии. Это требует ускоренного освоения альтернативных видов возобновляемой энергии, в том числе и геотермальной, повсеместно имеющейся в недрах страны.

Масштабы расходов традиционных топливных ресурсов на теплоснабжение жилищно-коммунальных и промышленных объектов велики. Они составляют более половины всего

котельно-печного топлива. При этом эффективность котельных и печей, по сравнению с ТЭЦ, где сжигается то же топливо, очень низка. Отопительные установки, использующие геотермальные ресурсы, могут значительно улучшить эффективность процесса получения тепла. Особенно это относится к тем случаям, когда здания и сооружения различного назначения рассредоточены и находятся в сельской или пригородной местности, удалены от традиционных теплотрасс. Это показывает опыт других стран. Например, в странах Западной Европы стимулом к массовому внедрению, например, тепловых насосов послужила череда энергетических кризисов 1970-х — начала 1980-х гг. К 2010 г. прямое использование геотермальных ресурсов велось в 78 странах при суммарной инсталлированной мощности геотермальных установок до 50 ГВт. К 2015 г. ожидается увеличение выработки тепла до 250 ТВт в год. При этом теплонасосными установками будет выработано около 30 % от этого количества. Первые станции и установки по использованию ресурсов как высокоэнтальпийной (температура флюида более 150–180 °С), так и с низкой температурой подземных горизонтов (от 4 °С до первых десятков градусов) геотермальной энергии показали достаточную рентабельность и в целом экономическую целесообразность дальнейшего расширения работ по использованию этого возобновляемого природного энергетического ресурса. При этом, тепловые насосы — экологически чистые и компактные устройства. В условиях удорожания топливных ресурсов, увеличения тарифов на электроэнергию и роста затрат на традиционные способы теплоснабжения они представляют альтернативную технологию для отопления и горячего водоснабжения. А объем же выработанного тепла за счет использования геотермальных ресурсов эквивалентен ежегодной экономии 307,8 млн баррелей (46,2 млн т) нефти и предотвращает выброс в атмосферу 46,6 млн т углерода и 148,2 млн т углекислого газа. Эти огромные цифры говорят о возможности экономии потребления сжигаемых видов топлива и о снижении при этом его вклада в развитие парникового эффекта, приводящего к негативному изменению климата на планете. В настоящее время в Беларуси действует около 100 геотермальных установок с инсталлированной мощностью около 5,5 МВт, что является недоста-

точным. Вместе с тем следует иметь в виду, что каждый конкретный объект использования геотермальной энергии требует предварительного более детального исследования условий залегания геотермальных ресурсов и экономического обоснования в пределах каждого региона.

Потенциал энергии ветра мира оценивается в 22 млрд кВт, на территории Беларуси ветроэнергетический потенциал можно оценить в экономии (замещении) традиционного топлива, которая может составить 1,9–2,0 млн т у. т в год. Беларусь не входит в разряд зон с высокими потенциальными возможностями для возведения мощных ветряных электростанций. В настоящее время ветроэнергетика в Беларуси развивается медленными темпами, так как инвесторы сталкиваются со значительными трудностями экономического порядка, а региональным энергосистемам развитие ее не очень выгодно с технической точки зрения. Действуют пока только две серийные ветроэнергетические установки мощностью 270 и 660 кВт в Мядельском районе. Три установки А-77 общей мощностью 210 кВт обеспечивают потребности в электроэнергии СПК «Святаянка» Кореличского района более чем на 10 %. Кроме того, в настоящее время разрабатываются два проекта создания совместных предприятий с региональными энергосистемами для строительства парков ветровой энергетики с ориентировочной суммарной мощностью в 20–30 МВт. Стоимость производства электроэнергии на ветровых станциях составляет порядка около 6,4 центов за кВт/ч, что в 2 раза дешевле по сравнению с атомными электростанциями. Вместе с тем следует отметить, что для дальнейшего развития ветряной энергетики в Беларуси необходимо провести реальные замеры с целью определения ветроэнергетических ресурсов, наладить выпуск необходимого оборудования, соответствующего климатическим условиям Беларуси, накопить опыт проектирования экономически выгодных ветряных установок и обеспечить реализацию и эксплуатацию ветротехники.

Использование солнечной энергии является направлением нетрадиционного получения тепловой и электрической энергии, которое основано на непосредственном использовании солнечного излучения. При этом используемый неисчерпаемый источник природных ресурсов и производства тепла и электроэнергии на его

основе является экологически чистым — не производящим вредных выбросов и отходов. Производство энергии на основе солнечных и других альтернативных электростанций хорошо согласуется с концепцией распределенного производства энергии. Это означает, что получение электроэнергии от дополнительных источников в непосредственной близости от конкретных источников потребления, мощность которых определяется потребностями в электроэнергии и тепле с учетом технологических, правовых, экономических, экологических и других ограничений, обеспечивает высокую эффективность использования топливных ресурсов (до 90 %).

Способами получения электричества и тепла из солнечного излучения являются: получение электроэнергии с помощью фотоэлементов (фотовольтаика); нагревание поверхности, поглощающей солнечные лучи, с последующим распределением и использованием тепла (гелиотермальная энергетика); паровые машины, использующие водяной пар, углекислый газ, пропан-бутан, фреоны, другие установки, преобразующие солнечную энергию в электричество или тепло. Достоинство солнечной энергетики состоит в доступности и неисчерпаемости солнечного излучения и полная безопасность для окружающей среды. Недостатками считаются: зависимость получения энергии от погоды и времени суток, что требует аккумуляции энергии; необходимость дублирования солнечных электростанций другими маневренными электростанциями сопоставимой мощности; высокая стоимость конструкции, связанная с применением редких элементов (индий, теллур и др.); необходимость периодической очистки поверхности фотоэлементов от пыли; нагрев атмосферного воздуха над электростанцией. Стоимость электроэнергии, получаемой от солнечных батарей, является пока самой дорогой (28,4 центов за 1 кВт/ч).

По метеорологическим данным, на территории Беларуси в среднем 167 дней в году составляют пасмурные, 170 дней — с переменной облачностью и только 28 дней ясных, что не позволяет обеспечить получение энергии традиционными способами (паровой котел — турбина — электрогенератор) достаточно эффективно. Однако является целесообразным наладить выпуск объемных солнечных энергоустановок отечественной промышленностью. Потенциал

энергии Солнца на территории Беларуси, выраженный в экономии традиционного топлива для горячего водоснабжения, оценивается порядком в 1,25–1,75 млн т у. т. в год, а для производства электроэнергии — в 1,0–1,25 млн т у. т.

Проблемами в этом направлении могут быть: потребности поверхностных площадей под строительство солнечных электростанций; изменение микроклимата на прилегающих территориях в зависимости от мощности солнечных электростанций; эффективные электрические аккумуляторы, либо создание энергетических систем в целях перераспределения вырабатываемой из различных источников и потребляемой энергии; другие технические и экономические проблемы, связанных с применением фотоэлементов; снижение стоимости единицы энергии, получаемой на солнечных электростанциях.

Проблема дефицита нефти и других видов традиционного топлива и их возрастающая стоимость на рынке обуславливают необходимость, наряду с другими альтернативными источниками энергии, и использование **биологических энергетических ресурсов**. Биологические энергетические ресурсы — это растительное сырье с высоким содержанием жиров, крахмала и сахара, в результате переработки которого получают топливо. При этом растительные жиры хорошо перерабатываются в дизтопливо, растительные крахмалы и сахара — в этанол. Такие виды сырья относятся к первому поколению, которое требует затратного земледелия, способствующего истощению почв и повышенной их обработке, а также применению высоких доз удобрений и пестицидов. Непищевые остатки культурных растений, травы и древесина, содержащие целлюлозу и лигнин, относятся ко второму поколению растительного сырья, которое требует меньших затрат для получения энергии. Такое сырье можно сжигать, газифицировать, осуществлять пиролиз. К третьему поколению растительного сырья относятся водоросли, которые для их производства требуют водные ресурсы, имеющие большую концентрацию биомассы и высокую скорость воспроизводства.

В результате соответствующей переработки растительного сырья можно получать твердое, жидкое и газообразное топливо. Твердое топливо — это традиционные дрова, отходы деревообработки и топливные гранулы, жидкое то-

пливо — это спирты (метанол, этанол, бутанол), эфиры, биодизель и биомазут. К газообразному топливу относятся различные газовые смеси с угарным газом, метаном и водородом, получаемых при термическом разложении сырья в присутствии кислорода (газификация), без кислорода (пиролиз) или при сбраживании вод воздействием бактерий.

Экономическая целесообразность, например, использования дров и древесных отходов для производства тепловой энергии в условиях Беларуси, оценивается в 3,1 млн т у. т. Однако здесь необходимо: совершенствовать систему заготовки древесного топлива; повысить уровень механизации труда; ввести эффективные экономические стимулы сбора и заготовки древесного топлива; поддерживать участие частного бизнеса в заготовке древесины для топливных нужд.

Важными направлениями производства энергии и тепла из биологических ресурсов являются использование отходов растениеводства, животноводства, фитомассы и коммунальных отходов. Например, использование отходов растениеводства для получения тепла в условиях Беларуси является принципиальным направлением экономии традиционных видов топливных ресурсов. Общий годовой потенциал такого использования оценивается в 1,46 млн т у. т., а потенциальные возможности получения товарного биогаза от животноводческих комплексов составляют 169 тыс. т у. т. в год. Потенциальная энергия, заключенная в коммунальных отходах, образующихся на свалках, равноценна 470 тыс. т у. т., а при их переработке в целях получения газа эффективность составит около 20–25 %, что эквивалентно 100–120 тыс. т у. т. Кроме того, необходимо учитывать многолетние скопления отходов на полигонах твердых бытовых отходов.

Экономия топлива в результате использования **энергии малых рек** для получения электроэнергии составляет 0,11–0,15 млн т у. т. в год. Потенциальная мощность всех водотоков Беларуси, по мнению авторов, составляет 850 МВт, в том числе экономически целесообразным является использование 250 МВт.

Вместе с тем отмечаем, что существование современных экологических проблем, связанных с техногенным развитием экономики, требует поиска новых путей экономического развития

на основе исследований всего народного хозяйства с позиций снижения нагрузки на окружающую среду. Для чего нужна соответствующая идеология природопользования, в том числе и в освоении новых месторождений полезных ископаемых. Прежде всего, необходимым представляется разработка и реализация эффективной структурной политики со стороны государства. Суть такой политики может состоять в стабилизации роста объемов производства природоэксплуатирующих и ресурсодобывающих предприятий на основе развития технологических процессов, связанных с преобразованием природного вещества и получением на его основе малоотходного конечного продукта. Здесь речь может идти о перераспределении трудовых, материальных и финансовых ресурсов в пользу ресурсосберегающих и технологически передовых видов производственной деятельности. В конечном счете, это позволит значительно уменьшить природоемкость продукции, сократить общую потребность в природных ресурсах, включая и минерально-сырьевые. Поэтому не обоснованным представляются предложения об увеличении добычи экономически убыточно минерального сырья и расширении добычи стратегических видов полезных ископаемых для экспортных поставок. Это относится в первую очередь к калийным солям, так как в ближайшем будущем стоимость их многократно возрастет, что впоследствии отрицательно скажется на экономическом развитии Беларуси.

Наряду с экологическими негативными последствиями освоение месторождений для добычи минерального сырья на экспорт невыгодно и с чисто экономических интересов. В частности, значительная часть валютных поступлений расходуется на приобретение продовольственной и другой продукции, используемой в потребительских целях. Тем самым происходит экономически невыгодный обмен для Беларуси

невозобновимых природных ресурсов на легко воспроизводимые товары широкого потребления. Поэтому для Беларуси с точки зрения экономической выгоды важно не расширять добычу минерально-сырьевых ресурсов для поставок их за рубеж, а резко увеличить экспорт конечной, наукоемкой и высокотехнологичной продукции, в том числе производимой и из отечественного минерального сырья. Для этого важно расширять научный и соответствующий производственный потенциал.

Несмотря на развитие альтернативных источников энергии, ископаемые виды топлива по-прежнему сохраняют главную роль в топливно-энергетическом балансе на планете, в том числе и Беларуси. По прогнозам зарубежных ученых потребление энергоресурсов в течение ближайших 30 лет возрастет на 50 %. При этом продуктивность известных месторождений углеводородов снижается, новые крупные месторождения открываются все реже, а использование угля не беспредельно и наносит ущерб экологии. Поэтому считается, что скудные запасы обычных углеводородов можно компенсировать по направлениям, связанных, прежде всего, с их экономией и поиском альтернативных методов решения энергетических проблем.

Литература:

1. Бобылев, С. Н., Ходжиев, А. Ш. Экономика природопользования. — М.: ИНФРА, 2010 — 493 с.
2. Бежанова, М. П., Кызина, Л. В. Запасы и добыча важнейших видов полезных ископаемых мира. — М.: ОАО «ВНИИЗАРУБЕЖГЕОЛОГИЯ», 2008. — 124 с.
3. Полезные ископаемые Беларуси / Ред. колл. П. З. Хомич [и др.]. — Минск: Адукацыя і выхаванне, 2002. — 528 с.
4. Унукович, А. В. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых Беларуси / А. В. Унукович, Я. И. Аношко; науч. ред. А. К. Карабаева. — Минск: Беларус. навука, 2012. — 455 с.