
ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

И. И. Мазур

Глобальный характер проблем энергетической безопасности диктует необходимость создания всемирной системы управления энергоресурсным балансом в интересах всего человечества.

Именно этим проблемам посвящена статья, позволяющая представить современную панораму и контуры будущего развития мировой энергетики, а также понять задачи, стоящие перед мировым сообществом.

Мировое сообщество, вступив в XXI век, все больше внимания уделяет решению глобальных проблем энергетической безопасности, которые определяют не только темпы социально-экономического развития, но и выживание человечества в будущем.

Хотя современная цивилизация – результат функционирования и взаимодействия многих сфер жизни общества (промышленное и сельскохозяйственное производство, наука, информационные технологии, образование и др.), именно энергетика является базовым и в то же время самым уязвимым его звеном. Последствия неожиданного «исчезновения» энергетики проявятся мгновенно, и масштабы потерь будут катастрофическими.

После отключения освещения, связи, отопления и водоснабжения прекратится нормальная жизнь в городах. Даже кажущийся автономным и независимым автомобильный транспорт быстро встанет, так как бензонасосы на заправочных станциях работают от электродвигателей. Нефть в XX в. стала «кровью» мировой индустрии и сбои в ее поставках неоднократно приводили к национальным и мировым экономическим кризисам.

За последние 40 лет потребление природных топливных ресурсов (нефти, газа и угля) увеличилось в 2,5 раза, и они составляют почти 90 % мирового энергобаланса. Появились различные прогнозы развития мировой энергетики после значительного истощения природных ресурсов.

В связи с ограниченностью природных ресурсов Земли и необходимостью обеспечения энергетической безопасности мирового сообщества на первый план выдвигается задача максимального использования возобновляемых источников энергии. В последние годы достигнут значительный научно-технический прогресс в использовании нетрадиционных источников энергии для выработки тепла и электричества.

Энергобезопасность и мировое энергетическое пространство

Энергетический кризис может грозить не только отдельно взятой стране или континенту, но и всей цивилизации в целом. Поэтому проблемы глобальной энергетической безопасности приобретают все большую актуальность и широко обсуждаются на международных саммитах самого высокого уровня.

По мнению экспертов Международного энергетического агентства (МЭА), энергетическая безопасность – это комплексная концепция, целью которой явля-

ется защита потребителей от перебоев в поставках, вызванных чрезвычайными обстоятельствами, терроризмом или недостаточным инвестированием в инфраструктуру энергетических рынков. Наибольшее внимание в последнее время уделяется таким ключевым вопросам, как международное сотрудничество, оптимальная организация рынков и унификация условий доступа потребителей к мировым энергетическим ресурсам.

Согласно среднему прогнозируемому сценарию организации ООН, численность населения мира вырастет с 6,2 млрд человек (на начало XXI в.) до 8 млрд к 2030 г. и до 10 млрд человек к 2050 г., при этом 80 % населения будет проживать в развивающихся странах. Численность населения Земли существенно влияет на потребление энергии, но в большей степени энергобаланс зависит от темпов индустриального развития. Например, в XX в. население мира выросло в 3,6 раза, в то время как мировой энергобаланс увеличился более чем в 10 раз. Гигантские потребности в энергии были обусловлены интенсивным развитием промышленности преимущественно в странах Европы, в США и России.

Если бы другие страны мира развивались в последние десятилетия по аналогичному сценарию, то объем добычи нефти, газа и угля во много раз превосходил современный уровень. Для стран Юго-Восточной Азии в среднесрочной перспективе прогнозируются чрезвычайно высокие темпы роста экономики – до 4 % в год. Лидером в настоящее время является Китай с годовым приростом в 9 %. Обеспечить энергией такой рост экономики было бы невозможно по технологиям XX в. Именно поэтому инновационные технологии в энергетике приобретают определяющее значение в мире. В большинстве развивающихся стран сложившийся уклад жизни пока не требует таких же затрат энергии на душу населения, как в Европе или США, но к середине XXI в. в результате индустриализации экономики эти страны будут потреблять половину мирового энергобаланса.

В начале XXI в., как и в XX в., в основном реализуется простейшая схема обеспечения мирового энергобаланса путем увеличения добычи нефти, газа и угля. Проблемы истощения природных ресурсов и ухудшения экологической обстановки широко обсуждаются мировой общественностью и международными организациями энергетического и экологического профиля. Разрабатываются рекомендации по уменьшению потребления углеводородного сырья как по экологическим причинам, так и из-за исчерпания запасов. Активно пропагандируются возможности использования энергии ядерных реакций, ветра, Солнца, тепла Земли и других источников энергии.

Экологическая компонента становится жестким ограничителем объемов сжигания органического топлива. Поэтому наряду с эффективным энергосбережением требуется широкомасштабное получение энергии из новых источников, значительное увеличение КПД и улучшение экологических характеристик действующих и вновь сооружаемых энергетических установок, оборудования и др.

Глобальный спрос на энергию увеличивается стремительно (около 3 % в год). При сохранении такого темпа к середине XXI в. мировой энергобаланс может возрасти в 2,5 раза, к концу века – в 4 раза. Увеличение потребностей в энергии обусловлено ростом мирового населения и улучшением качества жизни, развитием мировой промышленности, индустриализацией развивающихся стран. Многократное увеличение объема мирового энергобаланса неизбежно ведет к значительному истощению природных ресурсов. Для уменьшения этих негативных последствий огромное значение имеет энергосбережение, которое позволяет производить продукцию и полезную работу с гораздо меньшим потреблением энергии, чем в прошлом веке. В XX в. эффективно использовалось около 20 % первичной энергии, в то время как новейшие технологии позволяют повысить коэф-

коэффициент действия энергетических установок в 1,5–2 раза. По экспертным оценкам, реализация программ энергосбережения позволит сократить потребление энергии на 30–40 %, что будет способствовать безопасному и устойчивому развитию мировой энергетики.

Потенциальные источники энергии в XXI веке

Анализ потенциала природных ресурсов Земли свидетельствует о том, что человечество обеспечено энергией на длительную перспективу. Нефть и газ обладают достаточно мощным ресурсом, однако этот «золотой фонд» планеты необходимо не только рационально использовать в XXI в., но и сохранить для будущих поколений.

Нефть. Мировая добыча нефти и газа будет непрерывно нарастать, хотя и с замедлением темпа роста. В отличие от прошлого столетия почти половину объема жидких и газообразных углеводородов прогнозируется получить из нетрадиционных типов природного сырья. В настоящее время из нетрадиционных источников (битумов, высоковязкой нефти, горючих сланцев) производится только 5 % синтетической нефти и менее 1 % газа (метан угольных пластов). Для широкомасштабного освоения нетрадиционных источников энергии потребуются как усовершенствование существующих технологий, так и создание способов разработки скопленных газогидратов и месторождений с низкопроницаемыми коллекторами. Кроме того, предстоит осваивать месторождения, залегающие на больших глубинах на суше и на море, что также приведет к многократному росту стоимости добычи.

В ближайшие десятилетия закончится эпоха «дешевых» углеводородов. Из месторождений в среднем по миру извлекается лишь 30–35 % запасов нефти, но при применении новейших технологий (компьютерные системы управления разработкой, многоствольное и горизонтальное бурение, закачка активных химических реагентов, перегретого пара и т. д.) коэффициент извлечения увеличивается в 1,5–2 раза.

В ноябре 2005 г. МЭА опубликовало доклад о состоянии мировой нефтяной отрасли и перспективах ее развития. Главный вывод этого доклада заключается в том, что, если не будут увеличены инвестиции в развитие мировой добычи и переработки, то в ближайшей перспективе спрос на нефть превысит предложение и цена начнет стремительно расти. В руководстве большинства стран Ближнего Востока активно обсуждается вопрос о привлечении крупных иностранных инвестиций и транснациональных корпораций в нефтегазовый сектор. Постоянное увеличение цен на нефть снизит темпы развития экономик крупных стран-потребителей нефти, особенно лидирующих по росту потребления энергии, прежде всего Китая и Индии.

Суммарных выявленных и прогнозных запасов традиционной (около 500 млрд т) и синтетической нефти (более 700 млрд т) при годовой добыче 4–5,5 млрд т хватит на длительный срок. Но обеспечение растущих потребностей человечества в жидких углеводородах (с сохранением значительной части месторождений для будущих поколений) возможно только при широкомасштабном производстве по передовым технологиям синтетической нефти из битумов, сланцев и угля. По прогнозам, к концу XXI в. доля нефти, добываемой из традиционных и нетрадиционных месторождений, в мировом топливно-энергетическом балансе снизится по сравнению с современным уровнем в 2 раза (от 39 % до 17 %).

Газ. Суммарных выявленных и прогнозных запасов газа традиционных (520 трлн м³), а также нетрадиционных месторождений – метана угольных пластов, залежей в битуминозных песках, сланцах и низко проницаемых коллекторах, незначительной части ресурсов газогидратов – (суммарная минимальная оценка

500–550 трлн м³) хватит более чем на 200 лет при годовой добыче 3–6,5 трлн м³. Решение проблемы разработки залежей газогидратов в несколько раз увеличит запасы метана, что обеспечит мировое сообщество голубым топливом на несколько столетий. Но для промышленной разработки газогидратов потребуются создание уникальных технологий.

Производство жидких углеводородов непосредственно на месторождениях позволяет полностью утилизировать попутные нефтяные газы, успешно разрабатывать месторождения природного газа на море и в удаленных регионах. Расширяются межгосударственные и межконтинентальные газопроводные сети, прогнозируется многократное увеличение производства и мирового рынка сжиженного природного газа. Спрос на газ увеличивается так быстро, что уже к середине века значение газа будет так же велико, как и нефти.

Уголь. Уголь продолжит играть важную роль в мировой экономике, а его доля в мировом энергетическом балансе сохранится на уровне около 22 %. Мировые доказанные запасы угля по своему энергетическому эквиваленту превышают суммарные запасы нефти и газа и обеспечивают современный уровень добычи (4,8 млрд т) в течение более 300 лет. В дальнейшем постепенно в промышленные категории будут переводиться огромные потенциальные ресурсы (по оценкам, более 4800 млрд т), которые при уровне добычи 10–14 млрд т обеспечат угольную отрасль сырьем на 400–500 лет. Научно-технический прогресс приведет к широкому внедрению автоматизированных систем добычи угля с использованием новых механизмов и робототехники. Применение принципиально новых способов сжигания угля многократно сокращает выбросы в атмосферу вредных веществ и увеличивает коэффициент действия энергетических установок. Новыми направлениями в использовании угля являются обогащение и очистка сырья, водоугольные смеси, углехимическое производство синтетического жидкого топлива, аммиака, метанола, удобрений. По прогнозам, уголь останется одним из лидеров топливно-энергетического комплекса и его роль в мировом энергобалансе составит 20–22 %. Громадные мировые запасы угля позволяют многократно увеличить добычу, что в значительной мере будет определяться темпами внедрения новых экологически чистых технологий сжигания угля.

Нефть, газ и уголь до конца XXI в. по-прежнему останутся базовыми элементами энергетики, их доля будет составлять около половины мирового энергобаланса. Рациональное использование невозобновляемых ресурсов – важнейшая задача мирового сообщества. В настоящее время нефть, газ и уголь используются преимущественно как топливо и только 4–5 % их объема поставляется в химическую промышленность. В перспективе потребуются многократное увеличение производства продукции нетопливного назначения (синтетические материалы, удобрения и т. д.). Нефть и газ сохранят свои ведущие позиции не только как источники энергии, но и как важнейшее сырье для получения специальных материалов, необходимых для развития современной цивилизации. По прогнозам, к середине XXI в. в химической промышленности будет использоваться до 10 % добываемых углеводородов, а к концу века – до 30 %. Эти объемы следует исключать из мирового топливно-энергетического комплекса (соответственно увеличится нагрузка на другие энергетические отрасли).

Атомная энергетика. На атомных станциях (АЭС) вырабатывается около 16 % мировой электроэнергии, а для многих развитых стран их доля превышает 60–70 %. В настоящее время АЭС построены в 32 странах, причем около 70 % мирового объема производства электроэнергии приходится на 5 из них (США, Франция, Япония, Германия и Россия). Формируется мировая ядерная программа, обеспечивающая единые нормы безопасности и предусматривающая контролируемый

доступ развивающихся стран к ядерным технологиям в мирных целях. Расширяется международное сотрудничество стран-лидеров в мировой энергетике. В XXI в. изменится структура атомной энергетики. Получат развитие реакторы на быстрых нейтронах, а в будущем и термоядерный синтез, внедрение которых позволит не только многократно увеличить мощности ядерной отрасли, но и сделать ее максимально безопасной. Кроме того, применение реакторов-бридеров в 60 раз увеличивает эффективность использования урановой руды, что обеспечит ядерную энергетику ресурсами не менее чем на тысячу лет.

Современные технологии обеспечивают надежное захоронение радиоактивных отходов, а переход к замкнутому ядерному циклу позволит производить их переработку и повторное использование в реакторах нового поколения. В результате широкомасштабных международных мероприятий по безопасности АЭС и захоронению отходов доверие общественности к атомной энергетике возросло. В большинстве стран планируется многократный рост атомной отрасли.

Развитие мировой атомной отрасли позволит решить энергетические проблемы во многих странах. В последние годы в мире введены в строй более 30 АЭС (22 в Азии) и строятся 27 АЭС (18 в Азии). При отсутствии в той или иной стране атомных технологий могут быть использованы модульные конструкции АЭС развитых стран с установкой их на время работы (20–25 лет) в нужном месте. Такие реакторы исключают возможность использования урана для создания ядерного оружия, а перезагрузка топлива проходит под контролем МАГАТЭ.

К концу XXI в. объем производства в ядерной отрасли возрастет по сравнению с современным уровнем как минимум в 10 раз. По экспертным оценкам, значительная часть энергии будет использоваться для получения водорода. Современное мировое производство и потребление водорода составляет около 50 млрд м³ в год. По прогнозам Российского научного центра «Курчатовский институт», к 2100 г. потребление водорода достигнет 800 млрд м³, а по максимальным оценкам международных организаций – 8000 млрд м³. Топливные элементы позволят использовать водород на транспорте и при производстве электроэнергии. Огромное значение имеют технологии получения высококачественного жидкого топлива из угля, битума, высоковязкой нефти путем их гидрогенизации (в присутствии водорода).

Во второй половине XXI в. возможно создание промышленных термоядерных реакторов, хотя из-за больших технических проблем они еще не станут лидерами в атомной отрасли. Существует гипотеза использования в качестве топлива гелия-3, огромные запасы которого обнаружены на Луне. Потребуется решить проблемы его извлечения из лунной породы и доставки на Землю. Использование гелия-3 на Земле предполагает создание системы принципиально новых термоядерных реакторов, разработка которых представляет собой сложнейшую техническую задачу.

Роль России в формировании мирового энергетического пространства

Россия, оказывающая значительное влияние на мировое энергетическое пространство, является не только крупнейшим в мире экспортером энергетических ресурсов, но и обладает большим научно-техническим потенциалом.

На мировой энергетической арене Россия играет важную роль в обеспечении глобальной энергетической безопасности. Геополитическое положение России позволяет обеспечивать поставки энергоресурсов на крупнейшие мировые рынки – европейский, североамериканский и в страны АТР.

Европейский рынок традиционно является наиболее емким. Россия заинтересована в том, чтобы в максимальной степени осуществлять экспорт нефти и газа со своей территории непосредственно потребителю, сокращая транзит. Увеличиваются мощности Балтийской и Каспийской трубопроводных систем (КТК),

начато строительство Северо-Европейского газопровода, нефтяных терминалов в Варандее, Индиге и на Кольском полуострове. Только в порту Приморск (Балтийское море), ориентированном на увеличение экспорта нефти и нефтепродуктов в Европу, предусмотрено увеличение мощностей до 62 млн т/год, а по системе КТК (через порт Новороссийск) – до 67 млн т/год. В ближайшее десятилетие возможно строительство второй линии газопровода «Голубой поток» для поставок газа на европейский рынок. По прогнозам, потребление газа в странах ЕС к 2015 г. достигнет 610–640 млрд м³, почти половина этого объема будет обеспечиваться импортом из России. Планируется также значительное увеличение экспорта в Европу российской нефти и нефтепродуктов. Рассматриваются также варианты объединения Европейской и Российской электрических сетей, что обеспечит стабильные поставки электроэнергии в страны ЕС. Таким образом, российские энергоносители обеспечат дальнейшее экономическое развитие Европы.

Постепенно растут поставки нефти на рынок Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). После завершения строительства нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан экспорт нефти в страны АТР достигнет 60–70 млн т/год. До сооружения этого нефтепровода будут увеличены железнодорожные поставки нефти в Китай: к 2010 г. – до 20 млн т/год, а в дальнейшем до 30 млн т/год.

Возможна также реализация проектов экспорта газа в Китай с крупного Ковыктинского месторождения и других, еще не разрабатываемых месторождений Восточной Сибири.

В ближайшей перспективе значительно возрастет экспорт нефти и газа в страны АТР с месторождений шельфа острова Сахалин.

Россия обладает не только огромным потенциалом природных ресурсов, но и уникальными технологиями во всех энергетических отраслях. Наряду с надежным обеспечением мировой экономики традиционными видами топлива Россия вносит большой вклад в развитие атомной энергетики и использование экологически чистых источников.

В российской атомной энергетике разработаны различные реакторы нового поколения – начиная от малогабаритных установок до мощных реакторов. Страна является мировым лидером по совершенствованию реакторов на быстрых нейтронах. В течение 25 лет успешно эксплуатируется Белоярская АЭС с реактором BN-600. Планируется перевод реактора на использование в качестве топлива оружейного плутония, а также строительство мощного реактора BN800.

Начиная с 1970 г. разрабатываются высокотемпературные атомные реакторы с гелиевым теплоносителем. Они характеризуются высоким уровнем безопасности и высоким КПД. Это новый тип атомных станций, способных вырабатывать тепло с температурой более 1000 °С, что позволяет использовать их для получения водорода и обеспечения процессов химической, нефтеперерабатывающей, металлургической и других отраслей промышленности.

В рамках международного проекта по инновационным ядерным реакторам и топливным циклам (*INPRO*) решаются проблемы безопасного лизинга топлива и оборудования, создания международных центров топливного цикла. Научно-методическое руководство проектом осуществляется Российским научным центром «Курчатовский институт».

В гидроэнергетике накоплен многолетний опыт строительства крупных ГЭС в сложных физико-географических условиях. Планируемый рост гидроэнергетики на Дальнем Востоке позволит поставлять большие объемы электроэнергии в страны АТР.

Интерес для мирового сообщества могут представлять российские технологии строительства суперпротяженных нефтегазовых транспортных систем в сложнейших природно-климатических условиях, в том числе морских трубопроводов.

На саммите АСЕАН, состоявшемся с участием России в декабре 2005 г., были подписаны соглашения о сотрудничестве в сфере высоких технологий и инвестиций в энергетику, промышленность, космические программы. Выступая на саммите, президент РФ В. В. Путин высказал убеждение, что Россия готова играть одну из ключевых ролей в формировании транспортной и энергетической архитектуры этого региона. Оценивая современные тенденции интеграции России в мировое энергетическое пространство, он отметил: «Весьма полезным может быть российский опыт в области гидро- и атомной энергетики, в проведении пилотных исследований нетрадиционных источников энергии и внедрения энергосберегающих технологий».

Россия органически вошла в мировое энергетическое пространство. Из стран, не являющихся членами ОПЕК, Россия – самый крупный поставщик нефти на мировые рынки. Активное присутствие России на мировых рынках нефти и газа – фактор, укрепляющий доверие потребителей к поставщикам. Стабильные поставки России на мировой рынок энергоресурсов и новейших энергетических технологий способствуют формированию единого мирового энергетического пространства и его безопасности. Поэтому закономерно, что проблемы глобальной энергетической безопасности были в центре внимания в июле 2006 г. Санкт-Петербургского саммита «Большой восьмерки» под председательством России.

Новая парадигма «Энергия будущего»

Для мировой цивилизации энергетика имеет основополагающее значение. Во многих странах разработаны программы развития энергетических отраслей на ближайшие десятилетия, однако они недостаточно учитывают структуру мирового энергетического баланса и роль инновационных технологий в будущем. Необходимо аккумулировать накопленный мировой опыт и научные знания, направленные на эффективное использование энергии. На протяжении развития цивилизации мировая энергетика непрерывно эволюционировала: от дров – к углю, от угля – к нефти и т. д. В настоящее время энергетический ресурс нефти и газа следует рассматривать как временный плацдарм для создания качественно новой мировой энергетики.

Формируется новая концепция, или парадигма, «Энергия будущего». Являясь системой взглядов на развитие мировой энергетики, новая парадигма энергетики устанавливает следующие приоритеты: энергосбережение; применение экологически чистых технологий добычи, транспортировки и сжигания топлива; использование возобновляемых источников энергии как основы развития человечества и сохранения значительных объемов природных ресурсов для будущих поколений.

Основные положения парадигмы «Энергия будущего» следующие.

1. Парадигма «Энергия будущего» предусматривает усовершенствование экономической структуры на локальных, региональных и глобальных уровнях в соответствии с принципами эффективного использования энергии, оптимального управления энергетическим балансом с учетом критериев качества энергии и экологической безопасности.

2. Для обеспечения многократного роста энергопотребления в XXI в. необходимо не просто интенсивное развитие всех отраслей и модернизация устаревшего оборудования, а внедрение высоких технологий и принципиально новой техники:

Энергосбережение – внедрение в мировом масштабе инновационных технологий.

Нефтегазовая отрасль – освоение нетрадиционных видов сырья (битумов, горючих сланцев, метана угольных пластов, газогидратов).

Угольная отрасль – использование новых типов ТЭС, производство экологически чистого твердого и жидкого топлива.

Ядерная энергетика – широкомасштабное производство энергии на АЭС новых типов, освоение термоядерного синтеза. Развитие водородной энергетики.

Возобновляемые источники энергии – усовершенствование технологий и строительство рентабельных энергетических установок. Законодательное инициирование и финансовая поддержка широкомасштабного внедрения инновационных технологий.

Для адаптации мировой энергетической системы к новым условиям необходимы формирование научно-технической базы и обеспечение благоприятного инвестиционного климата.

Государственное регулирование – один из определяющих факторов развития энергетики. На основе разумного сочетания государственного регулирования и рыночных принципов достигается экономический рост и максимальный научно-технический прогресс. Кроме того, важную роль играют институты гражданского общества, которые, в частности, влияют на экологическую государственную политику: все крупные проекты в обязательном порядке подлежат государственной и международной экологической экспертизе, осуществляется постоянный контроль за выбросами углекислого газа и др. Такие же жесткие санкции необходимо применять и к нарушениям норм эффективного потребления энергии. Соответствующие положения целесообразно включать в проектную документацию (параметры используемых энергетических установок, сроки модернизации производства и т. д.). Государственные органы должны осуществлять контроль за выполнением этих требований.

Человечество обеспечено энергией на длительную перспективу при условии эффективного использования энергетических ресурсов. Природные ресурсы Земли должны рассматриваться не как неиссякаемый источник энергии, а как трамплин для научно-технического прогресса и создания качественно новой мировой энергетики на основе возобновляемых источников энергии и новых открытий в изучении строения материи.

Проблемы глобальной энергетической политики обсуждаются на международных встречах самого высокого уровня. Ключевыми вопросами являются: эффективность функционирования глобальной энергетической системы, взаимодействия стран-производителей и потребителей энергоресурсов, развитие инфраструктуры топливно-энергетического комплекса, использование альтернативных источников энергии, охрана окружающей среды.

Все более важную роль играют неправительственные организации (НПО) разных стран. В России общественное движение «Энергетику XXI в. – на путь устойчивого развития» способствовало широкой пропаганде значения инновационных технологий во всех энергетических сферах. По инициативе президента России Владимира Путина в процесс развития инновационных технологий привлекается российская бизнес-элита, призванная оказать финансовую поддержку науке, образованию, созданию технопарков, новым разработкам в энергетике.

Возобновляемые источники энергии

Энергию воды, ветра и излучения Солнца человек начал использовать в глубокой древности – первоначально в простейших формах, а затем в механических устройствах и для производства электричества. Такие возобновляемые источники энергии служили основой для развития древних цивилизаций.

Гидроэнергетика. Наибольшее развитие получила гидроэнергетика, сформировавшаяся в мощную энергетическую отрасль. В мире построено свыше 7 тыс. крупных гидроэлектростанций, которые вырабатывают около 16 % мирового объема электроэнергии. Мировой потенциал гидроэнергии, экономически рентабельный для освоения по современным технологиям, используется только на 30–35 %, что свидетельствует о больших перспективах возможного развития отрасли. Крупнейшие производители электроэнергии на ГЭС – Бразилия, Канада, США, Китай и Россия, на долю которых приходится половина ее мирового объема.

В ближайшие десятилетия наибольший прирост мощностей ГЭС прогнозируется в странах Азии и Южной Америки, а позднее интенсивное строительство начнется также в Африке. В развитых странах практически не планируется строительство крупных ГЭС. Основные усилия направлены на реконструкцию и усовершенствование действующих агрегатов (новые типы турбин, гидроаккумулирующие станции), что более эффективно, чем сооружение новых плотин.

По прогнозам, производство электроэнергии на ГЭС к 2050 г. возрастет в 1,7–1,8 раза, к 2100 г. – в 2,2–2,4 раза. Доля энергии ГЭС в мировом энергобалансе XXI в. останется практически постоянной – около 6 %.

Нетрадиционные возобновляемые источники энергии

Благодаря научно-техническому прогрессу нетрадиционные возобновляемые источники энергии (солнечное излучение, ветер, стихия Мирового океана, тепло Земли) в XXI в. начинают использоваться на качественно новом уровне и в будущем смогут обеспечить значительную часть потребностей человечества в практически неисчерпаемой и экологически чистой энергии. Энергетический потенциал нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) в 50 раз превышает современные потребности цивилизации. Однако существуют большие технические трудности в широкомасштабном внедрении новых технологий. В современном мировом энергетическом балансе доля НВИЭ оценивается в 2–2,5 %, а к концу XXI в. их роль значительно возрастет, снизив тем самым зависимость человечества от нефти и газа.

Энергия биомассы. В настоящее время основная часть – более 80 % – энергии НВИЭ производится из биомассы. При расчетах энергобаланса рассматриваются только новейшие технологии использования биомассы для производства электроэнергии и тепла на современных установках, получения биогаза, этанола и дизельного топлива. Примитивное сжигание биомассы для местных нужд оценивается лишь приблизительно (в мире потребляется около 1 млрд т у. т. в год), в то время как промышленные энергетические установки можно оценивать количественно и, соответственно, проводить статистический анализ.

Новые технологии использования биомассы развиваются по следующим основным направлениям: брикетирование отходов лесопереработки, сжигание горючих фракций промышленных и бытовых отходов, получение биогаза, этанола и дизельного топлива.

Солнечная и ветровая энергетика. Солнечные и ветровые установки начали сооружаться не только в Европе и Северной Америке, но и во многих других странах мира.

Современными солнечными тепловыми коллекторами в мире оснащены крыши более 40 млн домов. В Китае сосредоточено более 70 % мирового объема солнечных тепловых установок и планируется увеличить их число к 2015 г. в 3,5–4 раза. В Израиле, Японии, США и некоторых других странах почти половина домов снабжены солнечными панелями, которые обеспечивают горячее водоснабжение. Эти достижения представляют большой интерес для всего мира.

С каждым годом совершенствуется техническое устройство ветровых установок для производства электроэнергии и уменьшается их стоимость. По прогнозам, к 2050 г. мировое производство электроэнергии на основе ветра может увеличиться в 10 раз по сравнению с современным уровнем, а к концу XXI в. – в 30–40 раз.

В результате научных разработок стоимость строительства солнечных и ветровых установок в среднесрочной перспективе может уменьшиться в 2–3 раза. Таким образом, они составят конкуренцию традиционным электростанциям. По прогнозам, к середине XXI в. будет производиться солнечной электроэнергии в 10 раз больше современного уровня, а к концу века доля гелиоэнергетики в мировом энергобалансе превысит 3 %.

Геотермальная энергия. Наглядное проявление геотермальной энергии – горячие источники, гейзеры, выбросы пара. Тепло горячих источников используется очень давно, а в начале XX в. в ряде стран начали строиться электростанции, работающие на перегретом паре (ГеоЭС). В настоящее время геотермальная энергия используется в 62 странах, а лидеры по производству электроэнергии – Исландия, Япония, Новая Зеландия, США, Мексика, Филиппины. В 2004 г. в мире действовало 45 крупных ГеоЭС.

Другой источник геотермальной энергии – грунтовые воды, залегающие на небольших глубинах. Их температура недостаточна для прямого использования в быту или промышленности, однако, используя тепловые насосы, ее можно повысить до нужных кондиций. Многие жилые дома в странах Европы снабжены такими конструкциями, что обеспечивает экономию нефти, газа и угля.

Дальнейшие перспективы использования внутреннего тепла Земли связываются также с освоением глубоких недр (1–2 км), в которых содержатся огромные объемы воды с высокой температурой.

По прогнозам, по сравнению с современным состоянием к 2050 г. использование геотермальной энергии возрастет в 3–4 раза, а к концу века – в 15–18 раз.

Многообразие возобновляемых источников энергии позволяет выбрать для каждого района наиболее перспективные направления. Например, по экспертным оценкам, в странах Европы наиболее рациональный комплекс для северных регионов – ветровая, приливная энергетика и тепловые насосы, а для южных – солнечные установки. Для условий России большое значение имеет развитие технологий утилизации отходов лесозаготовок и деревообработки, поэтому в различных регионах (Республика Коми, Кировская область и др.) строятся заводы по гранулированию опилок. На Камчатке до 30 % необходимой энергии обеспечат новые геотермальные станции. Практически в каждой стране мира с использованием инновационных технологий может быть реализован потенциал той или иной энергии природных процессов.

Энергия морской стихии многократно превосходит гидроресурсы суши. Так, течение Гольфстрим в Атлантическом океане пронесет через Флоридский пролив в 20 раз больше воды, чем сток всех рек земного шара. После реализации сложнейших проектов строительства морских электростанций (пока гипотетических) будет производиться в 1000 раз больше энергии, чем производят ГЭС на суше.

Потенциальные возможности возобновляемых источников энергии практически неограниченны. Однако для эффективного их использования требуется создание новых технологий и оборудования, международное сотрудничество и финансирование перспективных проектов.

Охрана окружающей среды

Экологические проблемы все больше определяют перспективы дальнейшего развития общества. Техногенная деятельность человека стала уже опасной для

экосистемы Земли и инициирует механизмы деструктивного характера на региональном и глобальном уровнях.

Основными составляющими стратегии, определяющими императивы экологической безопасности, являются:

1) экологическое совершенствование энергетических технологий на действующих и новых производствах, обеспечивающих экологически безопасное использование энергоносителей, уменьшение объемов вредных выбросов;

2) активное вовлечение в топливно-энергетический баланс возобновляемых, наиболее чистых источников энергии;

3) утилизация, переработка и рециркуляция промышленных и бытовых отходов в качестве дешевого сырья для производства товаров, что снизит поступление вредных веществ в окружающую среду;

4) создание единых унифицированных стандартов в области энергетики, определяющих нормативно-технические и правовые меры экологической защиты регионов планеты.

Глобальная энергобезопасность

Проблема энергобезопасности приобрела особую остроту в связи с процессами глобализации мировой экономики, негативными воздействиями систем энергетики на окружающую среду, а также истощением традиционных энергоресурсов планеты. Все эти факторы представляют угрозу устойчивому развитию цивилизации.

В арсенале энергетики имеется большой набор первичных природных источников энергии.

Для предотвращения «энергетических» конфликтов и обеспечения энергобезопасности мирового сообщества в интересах настоящего и будущих поколений неизбежен переход от энергетической независимости стран к энергетической взаимозависимости и сотрудничеству.

Основоположениями положениями международного сотрудничества в области мировой энергетики будущего являются следующие:

1. Достоверность и прозрачность данных о запасах нефти и газа как основы долгосрочного прогноза объемов их добычи.

В 2000 г. ведущие международные организации – Азиатско-Тихоокеанский центр энергетических исследований, Статистическое бюро ЕС, Латиноамериканская энергетическая организация, Международное энергетическое агентство, ОПЕК и Статистический департамент ООН – предложили применять единый международный механизм сбора и стандартизации данных о мировых запасах нефти. Эта программа (с апреля 2003 г. она официально называется *Joint Oil Data Initiative, JODI*) обеспечивает наибольшую прозрачность информации о том, какими запасами нефти располагает мировое сообщество.

2. Обеспечение международного доступа к мировым энергетическим ресурсам – важнейшая проблема энергетической безопасности.

Для ее решения предусматривается разработка единых международных правил участия нефтяных корпораций как в разработке нефтегазовых месторождений в разных точках земного шара, так и в крупных транснациональных инфраструктурных проектах. Расширение межгосударственных и межконтинентальных сетей транспортировки нефти, газа и электроэнергии имеет первостепенное значение в создании единого мирового энергетического пространства.

3. Обеспечение предсказуемости международного рынка нефти и газа за счет расширения практики долгосрочных контрактов, развития диалога между потребителями и производителями энергии для установления приемлемых цен.

4. Активизация международного сотрудничества в энергетической сфере возможна только при сближении национальных нормативно-законодательных баз в областях природопользования, охраны окружающей среды, энергосбережения и энергоэффективности.

5. Диверсификация экспорта и максимальная защита эксплуатируемых месторождений нефти и газа, транспортных сетей и нефтехранилищ от техногенных катастроф и террористических актов.

Последние десятилетия характеризуются расширением международного сотрудничества в нефтегазовой сфере, что является важнейшим фактором глобальной энергетической безопасности. В 1991 г. был создан Международный энергетический форум (МЭФ). Раз в 2 года МЭФ проводит сессии, на которых проходят многосторонние дискуссии и консультации по проблемам развития мировой энергетики, рынков энергоресурсов и энергетической безопасности с участием более 70 стран – крупнейших производителей и потребителей нефти. Активная роль в работе МЭФ принадлежит ОПЕК и МЭА, что позволяет сбалансировать интересы крупнейших в мире групп производителей и потребителей нефти. Так, в 2005 г. после разрушительного урагана «Катрина» МЭА обратилась к ОПЕК с рекомендацией увеличить добычу нефти, что и было выполнено.

В конце 2005 г. по инициативе индийского министра нефти и газа Мани Шанкар Айяра в г. Нью-Дели собрался «круглый стол» с участием представителей энергетических ведомств Индии, Китая, России, Японии, Южной Кореи, Казахстана, Узбекистана, Азербайджана и Турции, на котором обсуждались проблемы создания в ближайшей перспективе единой азиатской нефтегазовой сети на базе взаимозависимости стран – потребителей и производителей углеводородного сырья.

Расширяется международное сотрудничество стран-лидеров ядерной энергетики. В ближайшей перспективе во многих странах реализуются программы строительства АЭС нового поколения, в среднесрочной перспективе будет сформирована глобальная ядерная Программа, предотвращающая распространение ядерного оружия и сохраняющая доступ развивающихся стран к ядерным технологиям. Развитие мировой атомной отрасли будет способствовать укреплению глобальной энергобезопасности.

Обеспечение человечества энергией в долгосрочной перспективе

Обеспечение энергетической безопасности мирового сообщества в интересах настоящего и будущего поколений – обязательное условие развития мировой энергетики.

Энергетический рационализм – важнейшая составляющая развития человечества в XXI в. За счет энергосбережения в середине века прогнозируется экономить в год 6 млрд т у. т, что эквивалентно современной добыче нефти и газа, а к 2100 г. – 18 млрд т у. т, то есть больше, чем весь современный мировой энергобаланс – 14 млрд т у. т. Энергосбережение позволит сохранить значительный объем природных ресурсов для будущих поколений.

В период 2050–2100 гг. продолжится многократный рост угольной и атомной отраслей, а также возрастет значение возобновляемых источников энергии. Производство энергии с использованием нефти и газа сохранится на уровне 2050 г. Новые открытия, особенно в ядерной физике, приведут к гигантским изменениям в энергетике, но их потенциал невозможно оценить даже гипотетически. Если учесть, что при сооружении реакторов новых поколений возникают все более сложные научные и технические проблемы, становится ясно, что потребуется много десятилетий для их промышленного внедрения.

Наиболее важными элементами глобальной энергетической безопасности являются следующие.

– Диверсификация источников энергии, то есть экономика не должна чрезмерно зависеть от какого-либо одного энергоносителя, недопустима моноструктура энергетического баланса.

– Экологическая приемлемость, то есть развитие энергетики не должно сопровождаться увеличением ее негативного воздействия на окружающую среду.

– Рациональное потребление традиционных углеводородных ресурсов, то есть использование органического топлива в энергетике не должно приводить к нехватке его для химической промышленности.

– Переход от простых поставок сырья к международному сотрудничеству в области переработки энергоресурсов, обмена новейшими технологиями, широкому взаимодействию в инвестиционной сфере, а также в разработке современных норм энергосбережения.

– Высокие темпы освоения возобновляемых источников энергии позволят снизить зависимость мировой экономики от поставок нефти и газа и минимизировать затраты на транспортировку энергоресурсов.

– Интенсификация международных научных исследований во всех отраслях энергетики.

Обеспечение энергетической безопасности мирового сообщества может быть достигнуто только с учетом долговременных ориентиров и долгосрочных прогнозов и должно опираться на результаты глобального мониторинга энергоресурсов планеты и их использования.

Дальнейшая интеграция государств при решении научных и технических задач будет способствовать успешному внедрению инновационных технологий. Во многих сферах энергетики потребуются создание и реализация крупных программ, подобных международным разработкам при создании космических аппаратов или термоядерного реактора.

В начале XXI в. интенсивно формируется единое мировое энергетическое пространство – залог энергетической безопасности человечества. Для большей динамичности этого процесса в ближайшие годы необходимо разработать методологическую, нормативно-правовую и организационную основу мировой энергетики. Главнейшая задача второго этапа – в 2015–2030 гг. начать реализацию проектов в рамках Единой международной программы управления топливно-энергетическим комплексом.

На третьем этапе на основе долгосрочных общественно-государственных программ должна получить развитие система «Энергетика – Экономика – Природа – Общество», базисом которой призвана стать «зеленая» энергетика. Подобная глобальная программа XXI в. может быть создана под эгидой ООН при широком участии представителей власти, бизнеса, авторитетных ученых и общественных организаций.

В XXI в. нефть, газ и уголь останутся основными источниками мировой энергетики. Высокая эффективность этих источников энергии имеет большое значение для устойчивого развития человечества. Вместе с тем стратегия развития мировой энергетики должна учитывать перспективы использования экологически чистых источников энергии и новейших технологий их освоения, что позволит гарантировать энергобезопасность нашей цивилизации. Мировое сообщество должно совершить грандиозный научно-технический прорыв в освоении энергии земных недр, океана, солнца, космоса и мирного атома. Только тогда мы сможем удовлетворять растущий спрос на чистую, обильную, надежную и безопасную энергию – основу высокого уровня жизни, развитой экономики и культуры, международной и национальной безопасности. Этот источник жизненной силы мы обязаны многократно приумножить и передать в надежные руки наших потомков.