УДК 621.311.1

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЙ

Воропай Н.И., Сендеров С.М.

Институт систем энергетики им.Л.А.Мелентьева СО РАН, Иркутск, Россия

АННОТАЦИЯ

Приведены анализ понятия “энергетическая безопасность” и история актуализации проблемы энергетической безопасности стран и регионов, а также на межгосударственном уровне.

Рассмотрены международный опыт исследований и основные положения методического подхода к исследованию проблем энергетической безопасности России и ее регионов.

ВВЕДЕНИЕ

В последние 40 лет интерес к проблеме энергетической безопасности в мире динамично развивался и продолжает усиливаться в связи с увеличением значимости проблем надежного удовлетворения потребителей конечными видами энергии в большинстве стран и регионов мира. Постепенно проблема энергетической безопасности стала рассматриваться уже не только на уровне отдельных государств, но и на серьезных межгосударственных уровнях, как-то: заседания стран-членов «Большой восьмерки», Европейского Союза, НАТО и др. В настоящее время начинается проработка вопросов обеспечения энергетической безопасности Таможенного Союза в рамках Евразийского экономического сообщества (Россия, Беларусь, Казахстан).

Впервые понятие “энергетическая безопасность” появилось в начале 1970-х годов, когда возник энергетический кризис в результате эмбарго, предпринятого группой стран-экспортеров нефти на ее поставку большому числу промышленно развитых западных государств. Последние – страны Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) – в целях снижения негативных последствий этого шага создали Международное энергетическое агентство (МЭА), призванное содействовать международному сотрудничеству в сферах совершенствования мировой структуры спроса и предложения энергоресурсов и энергетических услуг. Среди основных направлений политики МЭА – организация деятельности по созданию стратегических резервов нефти и снижению энергоемкости экономики с целью повышения уровня энергетической безопасности стран ОЭСР.

Спустя десятилетие все санкции, связанные с ограничениями на поставку нефти, были отменены, запросы на мировом рынке на покупку нефти практически полностью удовлетворялись, однако проблема обеспечения энергетической безопасности осталась не менее актуальной как для стран с ограниченными топливно-энергетическими ресурсами (ТЭР) и финансовыми возможностями их закупок за рубежом, так и для развитых стран, в том числе имеющих в избытке собственные ТЭР. Прежде всего это связано с неизбежным истощением ископаемых топливных ресурсов на земле и ограниченностью доступного потенциала возобновляемых источников энергии.

Широкомасштабные аварийные отключения электроэнергии в США, Швеции, Италии, России и других странах, которые приводили к параличу экономики и социальной сферы целых регионов, добавили новые аспекты в проблему энергетической безопасности, связанные в первую очередь с надежностью энергоснабжения. Не менее значимыми для обеспечения энергетической безопасности являются наблюдаемые в последние 20 лет значительные колебания цен на нефть на мировом рынке, что в свою очередь влияет на динамику цен других первичных ТЭР, в первую очередь природного газа.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В ходе исследований возникших проблем под энергетической безопасностью стали понимать наличие гарантий надежности топливо- и энергоснабжения для устойчивого функционирования экономики и общества. Именно такой смысл заложен в определении энергетической безопасности, которое дано Мировым энергетическим советом (МИРЭС), – “уверенность в том, что энергия будет иметься в распоряжении в том количестве и того качества, которые требуются при данных экономических условиях” [1].

Такая трактовка понятия "энергетическая безопасность" в силу своей универсальности применима к любой стране. Речь здесь идет о понятии, включающем многие аспекты обеспечения надежного функционирования топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и систем энергетики, а также задачи стабильного и бездефицитного удовлетворения спроса национальных экономик на конечные энергоресурсы в различных условиях функционирования их ТЭК.

Такое понимание термина в значительной степени соответствует трактовке термина "безопасность" в Законе РФ "О безопасности", принятом в 1992 г. [2]: "безопасность – состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства. Угрозы безопасности – совокупность условий и факторов, создающих опасность жизненно важным интересам личности, общества и государства".

Достаточно комплексным пособием по энергетической безопасности, вышедшим за рубежом в последнее время, является справочник "Routledge Handbook of Energy Security", выпущенный издательством Taylor and Francis Group в 2011 г. [3]. Уже во введении редактор книги отмечает, что ни Законы США о продовольственной и энергетической безопасности, ни Закон об энергетической независимости и безопасности (оба Закона приняты в 2007 г.) не дают никаких определений понятию "энергетическая безопасность". В то же время он приводит 45 трактовок этого понятия, сформулированных разными экспертами и организациями. Практически во всех этих трактовках доминируют достаточность ресурсов, их физическая доступность, бесперебойность поставок, экономическая доступность. В большинстве трактовок называются также приемлемые качество и экологичность энергии, независимость (или минимальная зависимость) от импорта, диверсифицированность источников поставок, энергоэффективность экономики, наличие достаточных резервных мощностей. Аналогичные факторы отмечаются в [4, 5 и др.].

Это говорит о несколько разных приоритетах в обеспечении энергетической безопасности в разных странах, разном составе угроз энергетической безопасности и направлениях ее обеспечения. Например, для стран Западной Европы – это энергетическая независимость, минимальная зависимость от внешних поставок ТЭР, для России – модернизация отраслей ТЭК и повышение энергоэффективности экономики. Тем не менее, общее понимание сущности энергетической безопасности должно быть универсальным.

Определение понятия "энергетическая безопасность" должно органически вытекать из энергетических интересов страны и комплекса возможных угроз нарушения этих интересов. В работах, связанных с исследованиями проблем обеспечения энергетической безопасности России [6-8 и др.], сформировалось следующее определение рассматриваемого понятия: "*энергетическая безопасность – состояние защищенности граждан, общества, государства, экономики от угроз дефицита в обеспечении их потребностей в энергии экономически доступными энергетическими ресурсами приемлемого качества в нормальных условиях и при чрезвычайных обстоятельствах, а также от нарушений стабильности, бесперебойности топливо- и энергоснабжения*". Указание состояния защищенности соответствует в нормальных условиях обеспечению в полном объеме обоснованных потребностей в топливе и энергии, в чрезвычайных ситуациях − гарантированному обеспечению минимально необходимого объема потребностей. При этом упомянутые угрозы дефицита ТЭР могут быть вызваны как внутренними, так и внешними по отношению к ТЭК факторами. Такое определение энергетической безопасности использовано и в "Энергетической стратегии России на период до 2030 года", утвержденной распоряжением Правительства РФ 13 ноября 2009 г.

В целом энергетическая безопасность – предмет исследования не столько состояния самой энергетики, сколько ее взаимосвязей с экономическими, социальными, внешнеполитическими и другими сторонами существования граждан, общества, государства и его экономики.

В качестве примера отражения специфики государства с ограниченными собственными энергоресурсами в определении энергетической безопасности дадим формулировку, приведенную в Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь [9, 10]: "под энергетической безопасностью страны подразумевается максимально высокий уровень надежности обеспечения топливно-энергетическими ресурсами для устойчивого социально-экономического развития, достижение всей совокупности критериев экономической независимости и политической самостоятельности и минимизация ущерба в чрезвычайных ситуациях". Очевидно, что при определении энергетической безопасности практически эквивалентно определению, принятому в России, но акцентирует внимание на специфические аспекты, важные для Республики Беларусь. Свои национальные особенности отражены в формулировках, принятых для Украины и Республики Молдова [10-12].

В глобальном смысле энергетическая безопасность – это обеспечение баланса между потребностями в ТЭР и возможностями их удовлетворения. С учетом концепции устойчивого развития, принятой на Всемирном саммите в Рио-де-Жанейро в 1992 г., добыча энергоресурсов и потребление энергии не должны уменьшать мировые запасы разведанных топливно-энергетических ресурсов. Это означает, что любое истощение месторождений нефти, газа, угля и других невозобновляемых энергоресурсов должно компенсироваться изысканиями новых месторождений, а также освоением новых технологий, связанных

© Воропай Н.И., Сендеров С.М.

с использованием нетрадиционных энергоресурсов, таких, как тяжелая нефть, сланцевый газ, метан из угольных пластов, биогаз и др., не нарушая при этом экологического равновесия.

Кроме этого основополагающего принципа необходимо учитывать и другие факторы, влияющие на энергетическую безопасность в глобальном масштабе. К ним относятся следующие:

− в настоящее время на земном шаре более 2,5 млрд. человек испытывают ограничения по устойчивому снабжению энергоресурсами, а около 1,5 млрд. не имеют доступа к электроэнергии;

− наблюдается растущая зависимость многих стран от импорта энергоносителей;

− имеют место высокие и неустойчивые цены на нефть и другие ТЭР;

− растет потребность в огромных инвестициях во все звенья энергетической инфраструктуры;

− возрастает уязвимость энергетической инфраструктуры от политической нестабильности, стихийных бедствий и техногенных катастроф, террористических актов и т.п.;

− имеет место существенное влияние объектов энергетики на окружающую среду, включая изменение климата.

Перечисленные факторы оказывают влияние как на энергетическую безопасность отдельных стран и регионов, так и на глобальную энергетическую безопасность, формируя соответствующие угрозы и требуя серьезных исследований по оценке и обеспечению энергетической безопасности.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЙ

Международный опыт исследований проблем энергетической безопасности концентрируется в двух основных направлениях: теоретические и методические разработки [9-22] и исследования конкретных проблем обеспечения энергетической безопасности отдельных стран [9-13, 23-28].

Энергетическая безопасность, вне зависимости от того, рассматривается ли она для страны-экспортера энергетических ресурсов или их импортера, является одним из важнейших элементов экономической и в целом национальной безопасности. Для стран с ограниченными запасами энергоресурсов основной проблемой является расходование значительных финансовых средств для их приобретения за рубежом. Для тех стран, где состояние ресурсной базы энергетики не вызывает опасений, серьезной проблемой является инвестиционное обеспечение топливодобывающих отраслей и электроэнергетики в объемах, необходимых для поддержания их в состоянии, гарантирующем как стабильное энергоснабжение экономики и населения, так и требуемый уровень экспортных поставок энергоносителей. В работах [9-12, 23-28] в основном рассматриваются проблемы обеспечения энергетической безопасности энергодефицитных стран.

Представляет интерес краткий анализ методических подходов к исследованию и обеспечению энергетической безопасности , представленных в имеющихся публикациях [9-22]. Рассмотрим отдельные примеры таких методических подходов.

Активно разрабатываются подходы к исследованию энергетической безопасности в Республике Беларусь [9, 10 и др.]. Метод индикативного анализа (анализа на основе оценки показателей-индикаторов) энергетической безопасности был положен в основу разработки Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь, первый вариант которой был утвержден Президентом Республики Беларусь в 2005 году, второй – в 2007 году. В Концепции 2007 года энергетическая безопасность страны определялась по 12 индикаторам [9]:

− энергоемкость валового внутреннего продукта (ВВП);

− доля собственных энергоресурсов в балансе котельно-печного топлива государства;

− доля возможного собственного производства в общем объеме потребления электрической энергии;

− доля потребления моторного топлива, обеспечиваемая за счет добычи нефти в стране;

− доля доминирующего энергоресурса (газа) в производстве тепловой и электрической энергии;

− доля доминирующего ресурса (газа) в потреблении котельно-печного топлива;

− доля доминирующего поставщика энергоресурсов в потреблении валовых ТЭР;

− доля тепловых электростанций, способных работать на двух и более взаимозаменяемых видах топлива;

− износ основных производственных фондов предприятий топливно-энергетического комплекса;

− обеспеченность емкостями для хранения запасов котельно-печного топлива (по газу и мазуту);

− оснащение суммарной установленной мощности электростанций к максимальной фактической нагрузке в энергосистеме (резервирование);

− отношение инвестиций в предприятия топливно-энергетического комплекса страны к стоимости основных производственных фондов.

Анализируя значения перечисленных индикаторов, каждый из которых может находиться в нормальной, предкритической или критической зонах, выносится суждение об уровне энергетической безопасности.

Индикативный анализ положен в основу подходов к исследованию энергетической безопасности, используемых в Украине [11] и Молдове [10, 12].

Другой подход развивается специалистами Азербайджана применительно к проблеме электроэнергетической безопасности страны [13]. Электроэнергетика представляется четырьмя взаимосвязанными подсистемами: топливообеспечение, производство электроэнергии, передача и распределение электроэнергии, связи с соседними энергосистемами и импорт электроэнергии. При этом согласно технологии МЭА каждый фактор, влияющий на суммарный уровень обеспечения безопасности по выделенным подсистемам, оценивается конкретным уровнем риска и устойчивости исследуемого фактора, где крайние состояния – низкий риск, высокая устойчивость и высокий риск, низкая устойчивость. В результате оценивается состояние электроэнергетической безопасности по указанным взаимосвязанным подсистемам.

В работе [22] предлагаются индикаторы энергетической безопасности и их классификация. Выделяются краткосрочные и долгосрочные угрозы и риски, реализация которых может ухудшать энергетическую безопасность. К краткосрочным угрозам относятся экстремальные природные явления, производственные аварии, террористические атаки, политические перевороты и т.д. К долгосрочным угрозам относится недостаточное развитие инфраструктуры для удовлетворения имеющего спроса на энергоресурсы, недостаточность производственных мощностей для удовлетворения растущего спроса и др. Предлагаются индикаторы для оценки уровня энергетической безопасности. При этом наиболее распространенными критериями оценки уровня энергетической безопасности страны на основании [14-22 и др.] являются следующие:

- доля использования невозобновляемых энергоресурсов в топливно-энергетическом балансе; данный показатель особенно актуален для страны, где основная доля энергоресурсов импортируется;
- энергоэффективность экономики страны, определяемая уровнем затрат топлива и энергии на единицу ВВП; чем выше энергоэффективность экономики, тем меньше ее рост зависит от прироста потребляемых энергоресурсов и тем выше энергетическая безопасность;
- соотношение объема добываемых энергоресурсов с объемами их разведанных запасов; на определенной стадии ухудшение этого индикатора может привести к ситуации необеспеченности возможностей будущей добычи ТЭР;
- эффективность размещения энергетических объектов и субъектов потребления; чем ближе находятся друг к другу производители энергоресурсов и их потребители, тем ниже потери электроэнергии и затраты на транспортировку топлива;
- диверсификация производственных мощностей; чем выше диверсификация производства энергоресурсов, используемых в энергетике, тем ниже риск; в [25] предлагается специальный индикатор – Probability of Different Fuel Type, отражающий разнородность структуры потребления различных видов топлива для производства единицы энергии;
- уровень резервной мощности электрогенерирующих станций; чем выше значение резервной мощности, тем большая пиковая нагрузка может быть удовлетворена;
- зависимость от импорта топлива и электроэнергии;
- диверсификация поставщиков энергоресурсов;
- цены на энергоресурсы.

В общем случае основными направлениями укрепления энергетической безопасности любого государства являются: энергетическая независимость, определяемая долей собственных энергоресурсов в общем потреблении; диверсификация энергоресурсов и их поставок; надежность энергоснабжения; энергоэффективность. Как правило, эти направления не конкурируют между собой, а дополняют друг друга. Каждая страна, исходя из своего географического положения, природных ресурсов, структуры экономики, менталитета и других факторов определяет оптимальное сочетание различных мероприятий.

МЕТОДОЛОГИЯ И ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЙ ИСЭМ СО РАН

Основой для исследования и обеспечения долгосрочного бездефицитного топливо- и энергоснабжения потребителей является следующая исходная информация: состояние ТЭК; потребности в разных видах энергии на исходный и прогнозный моменты времени с учетом реализации энергосберегающей политики; условия развития отраслей ТЭК на заданную перспективу; множество потенциальных угроз энергетической безопасности в этот же период; набор принципиально возможных мер по достижению и обеспечению требуемого уровня энергетической безопасности страны в целом или ее региона.

Полный перечень угроз энергетической безопасности России и ее регионов был сформулирован в [6] и в последующем уточнялся в зависимости от изменения внутренней и внешней ситуации в экономике и энергетике страны [29]. Угрозы энергетической безопасности классифицированы в 5 групп – экономические, социально-политические, техногенные, природные и управленческо-правовые. Были выделены основные стратегические угрозы энергетической безопасности России, чреватые долгосрочным и масштабным сдерживанием темпов развития национальной экономики в силу возможного значительного

© Воропай Н.И., Сендеров С.М.

проявления дефицитов ТЭР у потребителей в долгосрочной перспективе.

Основным инструментом для исследования энергетической безопасности является двухуровневая система моделей. Верхний иерархический уровень представляет подсистема моделей для проведения исследований по оценке состояния ТЭК при возможных критических ситуациях (реализациях угроз энергетической безопасности) и их влияния на условия топливо- и энергоснабжения потребителей: модель оценки текущего состояния ТЭК в нормальных и критических ситуациях; модель оптимизации уточненной территориально-производственной структуры ТЭК с позиций энергетической безопасности для принятых стратегий развития ТЭК.

Модели связаны между собой балансовыми и технологическими (структурными) соотношениями, но отличаются длительностью рассматриваемого временного интервала. Обе модели подробно представляют территорию страны с выделением федеральных округов и субъектов РФ, обеспечивают достаточно подробнее представление объектов систем энергетики и средств резервирования. Основными особенностями этих моделей являются, во-первых, возможности определения оптимального развития энергетических технологий (с учетом структурной избыточности в виде резервов мощностей, запасов топлива, взаимозаменяемости энергоресурсов) и оптимального распределения потребляемых энергоресурсов, а также дефицитов ТЭР в целом по стране и в отдельных регионах. Во-вторых, в целевую функцию помимо традиционных приведенных затрат по ТЭК включены условные штрафы за недопоставку энергоресурсов потребителям [29].

В нижний уровень двухуровневой системы моделей входят отраслевые модели нефте- и нефтепродуктоснабжения, газовой и угольной отраслей, электроэнергетики. Использование в исследованиях подобных моделей энергетических отраслей позволяет оценить потенциальные возможности систем энергетики по удовлетворению потребителей соответствующими энергоресурсами как в нормальных условиях функционирования, так и в условиях чрезвычайных ситуаций. В основном это имитационные потоковые модели, в которых критерием оптимальности распределения потоков при решении задачи оценки состояния системы после возмущения служит минимум дефицита энергоресурса у потребителя при минимальных затратах на производство энергоносителя и его доставку потребителям. Изменение состояния объектов системы приводит к решению задачи распределения потоков в системе с целью максимальной подачи энергоресурса потребителям, т.е. модели формализуются как задачи о максимальном потоке [29].

Поскольку не все индикаторы энергетической безопасности могут быть оценены с использованием описанной системы моделей, часть индикаторов приходится оценивать экспертно, для получения интегральной оценки состояния энергетической безопасности страны или региона используются обе составляющие комплексной технологии – индикативная (экспертная) оценка и модельная оценка.

Совместное использование аппарата комбинаторного моделирования и инструмента индикативного анализа позволило разработать программно-вычислительный комплекс "Корректива" для выработки направлений корректировки вариантов развития ТЭК с позиций энергетической безопасности [29]. Основная идея разработки состоит в автоматизации процесса формирования, а затем и первичного выбора из множества возможных направлений развития ТЭК, удовлетворяющих требованиям энергетической безопасности. Это позволяет сформировать базу для выработки направлений предупреждения, преодоления либо смягчения последствий реализации стратегических угроз энергетической безопасности.

С использованием описанной методологии и реализованного на ее основе аппарата в ИСЭМ СО РАН исследовались проблемы обеспечения энергетической безопасности России и ее регионов при разработке различных документов по развитию ТЭК и систем энергетики, включая Энергетическую стратегию России до 2030 года, Доктрину энергетической безопасности России и ряд других [29].

ВЫВОДЫ

Анализ состояния исследования энергетической безопасности в мире показывает в основном одинаковое понимание сути проблемы в различных странах с учетом специфики конкретных стран. В последние годы исследования этой проблемы существенно активизировались. Методология комплексного модельно-индикативного анализа энергетической безопасности, разработанная в ИСЭМ СО РАН, позволила сформулировать ряд принципиальных рекомендаций по обеспечению энергетической безопасности России и ее регионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Energy dictionary (1992), Paris, World Energy Council, 635 p.
2. Закон РФ "О безопасности" от 05.03.1992 г. №2446-1 // Экономика и жизнь. - 1994. – №12. - С. 4-5.

Zakon RF "O bezopasnosti" (1994), [Law of Russian Federation "About Security"], 05.03.1992.No. 2446-1, Ekonomika i zhizn, 1994, No. 12, pp.4-5.

3. The routledge handbook of energy security (2011), Ed. by B.K. Sovacool. London - New York, Taylor and Francis Group, 436 p.
4. Energy security. Economics, politics, strateqies, and implications (2010), Ed. by C. Pascualand, J. Elkind. Washington D.C., Brookings Institution Press, 280 p.
5. Johansson B. (2013), A broadened typology on energy and security, Energy, Vol. 53, pp.199-205.
6. Бушуев В.В. Энергетическая безопасность России / В.В. Бушуев, Н.И. Воропай, А.М. Мастепанов, Ю.К. Шафраник и др. - Новосибирск: Наука, 1998. - 302 с.

   Bushuev, V.V., Voropai, N.I., Mastepanov, A.M., Shafranik, Yu.K.,e.a. (1998). Energetisheskaya bezopasnost Rossii [Energy security of Russia], Novosibirsk, Nauka, Russia, 302 p.
7. Энергетическая безопасность. Термины и определения / Отв. ред. Воропай. - М.: ИАЦ "Энергия", 2005. - 60 с.

   Energiticheskaya bezopasnost. Teriminy i opredeleniya (2005), [Energy security. Terms and definitions], Ed. by N.I. Voropai, Moscow, IAC "Energy", 60 p.
8. Бушуев В.В. Об основных положениях доктрины энергетической безопасности России / В.В. Бушуев, Н.И. Воропай, С.М. Сендеров, В.В. Саенко // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики.Вып. 63. - Баку: АзНИиПИИЭ, 2013. - С.162-174.

   Bushuev, V.V., Voropai, N.I., Senderov, S.M., and Saenko, V.V. (2013), Ob osnovnykh polozeniyah doktriny energeticheskoy bezopasnosti [About general thesises of energy security doctrine], Metodicheskiye voprosy issledovaniya nadiozhnosti bolshih system energetiki, Baku, AzNIiPIIE, pp. 162-174.
9. Новая концепция энергетической безопасности // Энергетика и ТЭК. - 2008, №2 (59). - С. 31-34.

   Novaya koncepciya energeticheskoi bezopasnosti (2008).[New concept of energy security], Energetika i TEK, No. 2 (59), pp. 31-34.
10. Быкова Е.В. Методические подходы к решению проблемы энергетической безопасности Молдовы и Беларуси / Е.В. Быкова, А.А. Михалевич, В.М. Постолатий и др. - Кишинев, 2010. - 100 с.

    Bykova, E.V., Mikhalevich, A.A., Postolatiy, V.M., e.a. (2010). Metodicheskiye podhody k resheniyu problem energeticheskoy bezopasnosti Moldovy i Byelarysi, [Methodical approaches to solving energy security problem of Moldova and Byelarus], Kishinev, 100 p.
11. Енергетична безпека України: Стратегія та механізмы забезпечення /За ред. А.І. Шевцова, - Дніпропетровськ: Пороги, 2002. - 264 с.

    Energetychna bezpeka Ukrainy: Strategiya ta mekhanizmy zabespecheniya / Za red. A.I. Shevtsova (2002), [Energy security of Ukraine: Strategy and mechanisms of enshuring], Dnepropetrovsk, Porogy, 264 p.
12. Быкова Е.В. Методы расчета и анализа показателей энергетической безопасности / Е.В. Быкова. - Кишинев, 2005. - 156 с.

    Bykova, E.V. (2005), Metody rascheta i analiza pokazateley energeticheskoy bezopasnosti, [Calculation and analysis methods of energy security indices], Kishinev, 156 p.
13. Юсифбейли Н.А. Модели исследования электроэнергетической безопасности Азербайджана / Н.А. Юсифбейли, В.Х. Насибов // Энергетическая политика. - 2013, №3. - С. 50-58.

    Yusifbeyli, N.A., and Nasibov, V.Y. (2013), "Modely issledovaniya elektroenergetycheskoy bezopasnosti Azerbaydzhana", [Models for study of electric power security of Azerbaijan], Energetycheskaya politika, №3, pp. 50-58.
14. Haas, R., Nakicenovic, N., Ajanovic, A., e.a. (2008), "Towards of sustainability of energy systems: A primer of how to apply the concept of energy services to identify necessary trends and policies", Energy Policy, Vol.36, pp. 4012-4021.
15. Kruyt, B., Van Vuuren, D.P., De Vries, H.J.M., and Groenenberg, H. (2009), "Indicators for energy security", Energy Policy, Vol. 37, pp. 2166-2181.
16. Jansen, J.C., and Seebregts, A.J. (2010), "Long term energy services security: what is it and who can it be measured and valued", Energy Policy, Vol. 38, pp. 1654-1664.
17. Loschel, A., Moslener, U., and Rubbelke, D.T.G (2010), "Indicators of energy security in industrial countries", Energy Policy, Vol. 38, pp. 1665-1671.
18. Bambawale, M.J., and Sovacool, B.K. (2011), "India's energy security: A sample of business, government, civil society, and university perspectives", Energy Policy, Vol. 39, pp. 1254-1264.
19. Sovacool, B.K. (2012), "The methodological challenges for creating a comprehensive energy security index", Energy Policy, Vol. 48, pp. 835-840.
20. Hudhes, L. (2012), "A generic framework for the description and analysis of energy security in an energy system", Energy Policy, Vol.42, pp. 221-231.
21. Nepal, R., and Jamasb, T. (2013), "Security of European electricity systems: Conceptualizing the assessment criteria and core indicators", Int. J. of Critical Infrastructure Protection, No. 6, pp. 182-196.
22. The IEA model of short term energy security (MOSES). Primery energy sourecs and secondary fuels. International Energy Agency Working Paper,

© Воропай Н.И., Сендеров С.М.

http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ moses_paper.pdf.

23. Leung G.C.K. (2011), "China's energy security: Perception and reality", Energy Policy, Vol. 39, pp. 1330-1337.
24. Skea, J., Chaudry, M., and Wang, X. (2012), "The role of gas infrastructure in promoting UK energy security", Energy Policy, Vol. 43, pp. 202-213.
25. Molyneaux, L., Wagner, L., Froome, G., and Foster, J. (2013), "Resilience and electricity systems: A comporative analysis", Energy Policy, Vol. 47, pp. 188-201.
26. Sovacool, B.K. (2013), "Energy policymaking in Denmark: Implications for global energy security and sustainability", Energy Policy, Vol. 61, pp. 829-839.
27. Villada, J, and Olaya, Y. (2013), "A simulation approach for analysis of short-term security of natural gas supply in Colombia", Energy Policy, Vol. 53, pp. 11-26.
28. Lilliestam, J., and Ellenbeck, S. (2011), "Energy security and renewable electricity trade - Will Desertec made Europe vulnerable to the "energy weapon"?", Energy Policy, Vol. 39, pp. 3380-3391.
29. Пяткова Н.И. Энергетическая безопасность России: проблемы и пути решения / Н.И. Пяткова, В.И. Рабчук, С.М. Сендеров и др. Отв. ред. Н.И. Воропай, М.Б. Чельцов. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. - 198 с.

    Pyatkova, N.I., Rabchuk, V.I., Senderov, S.M., e.a., Energeticheskaya bezopasnost Rossii: problemy i puti resheniya (2011), [Energy security of Russia: Problems and ways for solving], Ed. by N.I. Voropai, M.B. Cheltsov, Novosibirsk, SB RAS Publishing, 198 p.