

Концептуально-методические подходы к ТЭО развития распределенной генерации энергии

Система энергоснабжения Беларуси в основном централизованная, базируется на крупных тепловых электростанциях (КЭС и ТЭЦ), которые входят в состав Белорусской энергосистемы. В последние годы на предприятиях и в организациях вводятся небольшие по мощности локальные генерирующие установки, осуществляющие когенерационную выработку электрической и тепловой энергии. В результате такие энергоисточники отпускают не менее 10 % всей электроэнергии в стране.

Под распределенной генерацией энергии (РГЭ) понимается производство энергии на базе небольших по мощности генерирующих установок, рассредоточенных по территории страны и размещаемых у потребителей энергии или вблизи их. К ним могут быть отнесены когенерационные генерирующие установки, работающие на углеводородном топливе, ветровые и солнечные установки, установки на базе биомассы и геотермальной энергии. К объектам РГЭ в Беларуси относятся также все ГЭС, в том числе Гродненская ГЭС (17 МВт) и строящиеся ГЭС (Полоцкая, Витебская и др.), так как они имеют малую мощность.

Выполненные расчеты экономической эффективности строительства генерирующих энергетических объектов (на базе энергии ветра, солнца, гидро-ресурсов, биомассы, геотермальных ресурсов) с использованием традиционных методов расчета экономической эффективности, то есть на основе сопоставления инвестиционных затрат в них с достигаемым экономическим эффектом, во многих случаях показывают недостаточную экономическую эффективность. Это объясняется высокой стоимостью строительства данных объектов и недостаточной энергоотдачей. Особенно характерно это для ветровых и солнечных генерирующих источников, удельная стоимость которых составляет несколько тысяч долларов на 1 кВт, а энергоотдача характеризуется числом часов использования установленной мощности не более 1 000–2 000 [1].

Между тем развитие генерирующих источников на базе возобновляемых энергоресурсов в ряде стран мира приняло огромные масштабы. Жизнь диктует необходимость развития генерации энергии на основе ВИЭ, в то время как расчеты их экономической эффектив-

ности на базе традиционных методических подходов показывают отсутствие достаточной эффективности. Заметим, что развитие производства энергии на основе возобновляемых энергоресурсов особенно активно осуществляется в странах, не обеспеченных в достаточной мере собственными традиционными ископаемыми энергоресурсами (природный газ, нефть, уголь). Хотя в последние годы в связи с истощением запасов традиционной энергоресурсов к возобновляемой энергетике усиливается внимание и со стороны стран, обеспеченных запасами ископаемого топлива на достаточно большой период. Это можно объяснить тем, что даже в пределах одной страны, обеспеченной собственными ископаемыми энергоресурсами, поставка их из одних регионов в другие (например, в России поставка в европейские регионы из восточных) требует значительных транспортных затрат.

В связи с глобализацией мировой энергетики обеспечение энергоресурсами многих стран, не имеющих собственных ископаемых энергоресурсов, осуществляется посредством поставок нередко из весьма удаленных регионов

мира. Это повышает привлекательность развития в слабо обеспеченных ископаемыми энергоресурсами регионах возобновляемых источников энергии, что в полной мере относится и к Беларуси.

Методические подходы к оценке эффективности должны дифференцироваться в зависимости от того, кто является владельцем генерирующего источника [2]. В этой связи возможны следующие подходы. Первый предполагает, что генерирующий источник строит ГПО «Белэнерго» и он входит в состав энергосистемы, работая параллельно с другими энергоисточниками. Режим работы такого источника должен подчиняться экономическим и режимным интересам энергосистемы. Если речь идет о ветровых и солнечных установках (ВЭУ и СЭУ), то, учитывая случайный характер величины генерируемой мощности, они будут включаться в работу при подходящих погодных условиях, замещая выработку электроэнергии на тепловых электростанциях энергосистемы. Экономический эффект будет выражаться в экономии топлива на ТЭС. Экономика должна определяться на основе удельного расхода топлива на замыкающих станциях энергосистемы, в качестве которых может быть принята Лукомльская ГРЭС (до ввода АЭС), участвующая в покрытии полупиковой и пиковой нагрузок энергосистемы. При этом удельный расход должен определяться по отношению к полезно отпущенной потребителям электроэнергии, то есть с учетом потерь энергии в сетях.

Такой подход обосновывается тем, что генерация на базе возобновляемых энергоресурсов относится к категории рассредоточенной, распределенной и поэтому будет размещаться, как правило, рядом с потребителями энергии или недалеко от них, вследствие чего потери в сетях будут незначительными. Так, если удельный расход топлива на Лукомльской ГРЭС принять равным примерно 0,314 г у.т./кВт·ч, то указанный удельный расход составит $0,314 \times 1,1 = 0,341$ г у.т./кВт·ч, где 0,1 – удельные потери энергии в сетях (10%). Если предположить, что в качестве замыкающих после ввода АЭС будут использоваться газотурбинные установки, то удельный расход следует принять на основе этих станций и он будет несколько выше.

Второй вариант – сооружение генерирующей установки потребителем энергии (предприятием, организацией и т. д.) собственного энергисточника. Назначение такого источника – замещение энергии, покупаемой от централизованной системы энергоснабжения, своей собственной с целью снижения затрат на энергию, используемую на предприятии. Поскольку данный генерирующий источник является частью энергохозяйства предприятия, то последнее не покупает энергию от него, а получает по себестоимости производства. Последняя значительно ниже (примерно в 3–4 раза) тарифа на электроэнергию, продаваемую энергосистемой. Именно этим объясняется экономическая выгода предприятия-потребителя в сооружении таких установок. Экономический эффект получается выше, чем для первого варианта.

Третий вариант – сооружение генерирующей установки независимым производителем энергии с целью продажи ее в энергосистему и получения прибыли. Экономический эффект зависит от разницы между себестоимостью производства и ценой, по которой эта энергия покупается энергосистемой. С целью стимулирования создания таких установок цены на энергию устанавливаются на уровне, обеспечивающем экономическую выгодность развития таких локальных источников энергии. При высоких тарифах на энергию строительство объекта может оказаться экономически невыгодным для энергосистемы. Должны быть найдены компромиссные решения между интересами потребителя и энергосистемы.

Возможен и четвертый вариант – как совмещение 2-го и 3-го вариантов, когда владелец генерирующей установки, предназначенной для собственного энергообеспечения, предлагает избыток своей мощности на рынок.

Методические подходы к обоснованию эффективности должны дифференцироваться с учетом приведенной выше классификации и по видам рассматриваемых объектов. Необходим учет в расчетах эффективности таких факторов, как экологичность, надежность, энергобезопасность, социальная значимость и др. Сложно дать экономическую оценку данным факторам, однако они оказывают влияние на принятие решений. Важен также учет сопряженных затрат, связанных с сооружением генерирующих источников, и косвенных эффектов, проявляющихся в скрытом виде.

Экономическая эффективность строительства когенерационных генерирующих установок обуславливается высоким общим энергетическим КПД (порядка 90%), а также снижением потерь

энергии в электрических сетях энергосистемы, выработку электроэнергии в которой призвана заместить когенерационная установка. Экономически выгодно сооружать КГЭУ прежде всего в местах, которые не охвачены централизованным теплоснабжением. В этом случае происходит замещение конденсационной электроэнергии от энергосистемы той электроэнергией, которая выработана по когенерационному циклу. Объем выработки теплофикационной электроэнергии в энергосистеме сохраняется. Экономическая выгодность данного мероприятия определяется замещением конденсационной энергии электроэнергией, выработанной по когенерационному циклу. При сооружении КГЭУ в зоне действия централизованной системы теплоснабжения будет происходить замещение теплофикационной электроэнергии когенерационной, что может стать экономически невыгодным из-за сравнительно небольшого экономического эффекта.

Формирование системы энергоснабжения с использованием КГЭУ приведет к замещению производства электроэнергии на крупных электростанциях производством на КГЭУ и снижению в целом по энергосистеме себестоимости полезного отпуска электроэнергии как основы формирования среднего тарифа.

При технико-экономическом обосновании (ТЭО) строительства гидроэлектростанций нередко в качестве инвестиционных затрат в ГЭС принимаются инвестиции в гидроэнергетический комплекс. Между тем ГЭС с регулируемым водохранилищем является частью сложного гидроэнергетического комплекса, в состав которого входят плотина, дамбы, шлюзовые и подпорные сооружения и т. д. Комплекс имеет многоцелевое назначение: обеспечение водой ГЭС, судоходство, ирригация, орошение, рыбодоводство, зона отдыха и др. Отнесение стоимости всего комплекса на ГЭС существенно увеличивает стоимость станции, и в силу многоцелевого назначения комплекса такой подход считается неправомерным. Отнесение стоимости отчуждаемых сельскохозяйственных и лесных земель на стоимость ГЭС также удорожает стоимость последней. В итоге при таком увеличении стоимости станции ее сооружение может оказаться экономически невыгодным.

В связи с вышесказанным весьма важной является задача правильной оценки стоимости ГЭС с учетом многоцелевого характера гидроэнергетического комплекса, объективной оценки стоимости отчуждаемой земли и экономического обоснованного способа отнесения этой стоимости или части ее на ГЭС. К гид-

роэлектростанции относятся в первую очередь трансформаторная подстанция, электрогенераторы и гидротурбины, та часть стоимости плотины, где расположена ГЭС. Стоимость других объектов должна быть частично отнесена на ГЭС. Стоимость отчуждаемых земель, затраты на переселение из зоны затопления и другие не должны в полном объеме относиться на гидроэлектростанцию. С учетом этого стоимость ГЭС оказывается ниже и конкурентоспособность ее по сравнению с тепловыми электростанциями повышается. При сравнении ГЭС с ТЭС следует учитывать и отсутствие у ГЭС выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, что также способствует улучшению ее конкурентоспособности. Повышается и уровень энергобезопасности государства, так как частично отпадает необходимость импортировать дорогостоящее топливо.

Практика оценки экономической эффективности строительства ветро- и солнечных электрогенерирующих установок показывает их экономическую неэффективность, если пользоваться традиционными методами расчетов эффективности. Во многом это объясняется их высокой удельной стоимостью и малой энергоотдачей. Так, для ВЭУ мощностью 600 кВт, установленной в д. Занарочь, коэффициент использования мощности равен в среднем 19%, а для ВЭУ в Новогрудском районе – порядка 25–30%. Это означает, что в Занарочи удельная выработка составляет примерно 1 700 кВт·ч/кВт установленной мощности в год, а в районе Новогрудка – более 2 200 кВт·ч/кВт.

Для солнечных установок в Беларуси этот показатель, если ориентироваться на опыт Германии, где интенсивность солнечного излучения примерно такая



www.energetika.by

ВСЕ ОБ ЭНЕРГЕТИКЕ!

же, как у нас, составляет примерно 1 000 кВт·ч/кВт, а удельная стоимость установок выше, чем для ВЭУ. При таких данных эффективность солнечных установок получается еще меньше, чем ветровых. С учетом сказанного экономическая эффективность этих установок в сравнении с тепловыми электростанциями оказывается ниже.

Установки на возобновляемых энергоресурсах строятся не для обеспечения покрытия роста электропотребления, а для замещения сжигания топлива на тепловых электростанциях энергосистемы. Поэтому их эффективность тем выше, чем выше будет стоимость замещаемого топлива. Сказанное относится в первую очередь к ветровым и солнечным установкам, размер генерации которых носит случайный характер ввиду непостоянных погодных условий. Заметим, что в данном случае речь идет о сравнительной эффективности, то есть об эффективности возобновляемых источников по сравнению с традиционным способом производства энергии на базе ископаемого топлива.

Существенным фактором, который благоприятствует развитию ветровой и солнечной энергетики, является их экологичность, то есть отсутствие загрязнений окружающей среды. Однако экономической оценки данного фактора не существует, поэтому субъектам хозяйствования невыгодно строить у себя такие установки. При их работе в составе энергосистемы эффект обуславливается экономией топлива на конденсационных станциях энергосистемы, производство электроэнергии на которых будет замещаться ветряной и солнечной энергией. При установке ветроэнергостанций и солнечных энергоустановок у потребителей энергии эффект будет выше, чем в энергосистеме, так как будут экономиться не только затраты топлива в энергосистеме, но и затраты на передачу и распределение энергии в сетях.

Если в первом случае экономия определяется стоимостью топлива, то во втором – величиной тарифа на электроэнергию от энергосистемы для потребителей. И, наконец, при сооружении ВЭУ

и СЭУ независимым инвестором с целью продажи электроэнергии в сеть энергосистемы и получения прибыли величина эффекта будет определяться величиной тарифа на энергию, продаваемую от ВЭУ и СЭУ в энергосистему. В данном случае для окупаемости инвестиционных затрат в возобновляемую энергетику требуется применение высоких тарифов, что экономически невыгодно для энергосистемы.

В 2015 г. вместо Киотского протокола ожидается принятие нового документа, регламентирующего (ограничивающего) выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду. Беларуси, если она присоединится к нему, необходимо будет регламентировать эти выбросы, иначе придется платить за них. Следует заметить, что защита окружающей среды – глобальная проблема, и она может быть решена, если все страны будут проводить экологические мероприятия. С учетом интересов государства понадобится субсидирование производства экологически чистой электроэнергии, то есть часть инвестиций в строительство

ВЭУ и СЭУ должно брать на себя государство. Это позволит повысить коммерческую эффективность вложения инвестиций и тем самым стимулировать развитие возобновляемой энергетики.

При экономическом сопоставлении генерирующих источников на возобновляемой энергии и на традиционных энергоресурсах следует принимать во внимание возможность снижения удельной стоимости ВИЭ благодаря компенсации со стороны государства части инвестиционных затрат. Применительно к ВЭУ и СЭУ должна быть разработана методика определения экономически целесообразного размера компенсации. Может оказаться целесообразным использовать показатель удельного ущерба окружающей среде и здоровью человека, измеряемого отношением величины ущерба от сжигания топлива на электростанциях в денежных единицах измерения на 1 руб. сжигаемого топлива. По некоторым российским экспертным оценкам, его величина оценивается как 0,75 руб./1 руб. сжигаемого топлива [3]. Данный показатель нуждается в обосновании для условий Беларуси с учетом того, что основным видом топлива, используемого на тепловых электростанциях, является природный газ, в то время как в России есть также уголь, жидкое и ядерное топливо.

Таким образом, учет экологического фактора требует определения государственной социально-экономической эффективности. Поскольку речь идет не об эффективности конкретного субъекта хозяйствования, то часть затрат, связанных с сооружением или эксплуатацией данного объекта, должно взять на себя государство. Поддержка должна проявляться либо в субсидировании строительства объекта, либо в применении повышенных тарифов на электроэнергию, если она продается рассматриваемой генерирующей установкой.

Представляется важным введение экологического налога или сбора, который платили бы субъекты хозяйствования. В органах госуправления следует сформировать экологические фонды, за счет которых финансировалось бы строительство экологически важных объектов.

Существенным фактором, благоприятствующим развитию возобновляемой энергетики, является повышение надежности электроснабжения. Как известно, в настоящее время в стране обеспечена 100-процентная электрификация, то есть электроэнергия подводится к каждому потребителю централизованно. Сооружение генерирующих источников на базе возобновляемых энергоресурсов имеет целью, как правило, не подключение новых потребителей, а повышение

ЛИТЕРАТУРА

1. Падалко Л. П., Ми Цзянь Фэн. Экономическая эффективность развития распределенной генерации энергии на базе ветроэлектродгенерирующих установок // Энергетическая стратегия. – 2008. – № 2.
2. Падалко Л. П. Техничко-экономические аспекты развития возобновляемых источников энергии в Беларуси / Возобновляемые источники энергии: потенциал, достижения, перспективы. Материалы Международного семинара экспертов (22–24 февраля 2011 г.). – Минск, 2011.
3. Лычагин А. А. Об оценке эффективности установок на базе возобновляемых источников энергии // Проблемы теплоснабжения России. – 2005. – № 3.

эффективности электроснабжения потребителей за счет замещения централизованно поставляемой электроэнергии. Одновременно с этим повысится надежность электроснабжения, так как у потребителя будет возможность получать электроэнергию от двух независимых источников. При аварии на ЛЭП энергосистемы потребитель получает электроэнергию от возобновляемого источника, а при выходе из строя этого источника – из энергосистемы. Таким образом, энергосистема и ВИЭ резервируют друг друга. В то же время, если имеются подходящие погодные условия, потребитель должен получать электроэнергию от возобновляемого источника.

Для количественного учета фактора надежности необходимо знать показатель удельного ущерба, который умножается на величину аварийного недоотпуска энергии, и полученная величина экономического ущерба включается в состав экономического критерия, наряду с капитальными и эксплуатационными затратами. В советское время величина удельного ущерба для выполнения технико-экономических расчетов с учетом надежности принималась равной 70 коп./кВт·ч, в то время как средний тариф на электроэнергию был на уровне 2 коп./кВт·ч. Представляется, что в нынешних условиях его величина может быть принята равной отношению ВВП к объему потребляемой в стране электроэнергии, что будет соответствовать примерно 2 долл./кВт·ч. Это средняя оценка, однако ее можно использовать как инструмент для выбора оптимального варианта с учетом приближенной экономической оценки надежности.

Нередко ставится вопрос об учете фактора энергобезопасности. Энергобезопасность страны – это ее защищенность от угроз, которые могут привести к ограничению или прекращению энергообеспечения. Применительно к отдельным потребителям энергии она характеризуется показателем надежности, о котором говорилось выше. Понятие «надежность» в каком-то смысле является синонимом энергобезопасности. Требование обеспечения энергобезопасности страны применительно к отдельным потребителям трансформируется

в требование обеспечения надежности их энергоснабжения. Повышение надежности энергоснабжения каждого отдельного потребителя способствует повышению уровня энергобезопасности страны в целом.

В результате появления генерации на базе РГЭ создаются новые рабочие места – это социальный эффект. Экономический эффект проявляется за пределами коммерческих интересов предприятия, которое построило генерирующий источник. На новом рабочем месте производится добавленная стоимость, которая служит основой для выплаты заработной платы работнику, а также налогов в бюджет. Это требует субсидирования сооружения таких источников из местных бюджетов, что также снижает коммерческую стоимость объекта для инвестора. Конкретная методика количественной оценки данного фактора зависит от того, кто инвестировал в объект и кто является его владельцем. Это может быть либо энергосистема, либо частный инвестор, либо потребитель энергии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с истощением запасов традиционных энергоресурсов необходимо более эффективно их использование, что можно осуществить замещением, хотя бы частично, централизованной системы энергоснабжения децентрализованной (на основе как традиционных энергоресурсов (когенерационные генерирующие объекты), так и нетрадиционных на базе энергии ветра, солнца, биомассы, водных ресурсов). Для объективной оценки эффективности использования указанных источников энергии важен системный подход, позволяющий учитывать сопряженные затраты и косвенные эффекты, а также экологический и социальный факторы, методы количественной оценки которых рассмотрены в данной статье.

Леонид ПАДАЛКО,
доктор экономических наук,
кандидат технических наук,
профессор,
главный научный сотрудник
ГНУ «Институт экономики
НАН Беларуси»