

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РЕГИОНА*

Джазовский Н.Б., Васильев П.В.

ПРЦВШ, филиал Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства, Пенза, Россия, e-mail: pavel.nakasse@gmail.com

В статье рассмотрена постановка задачи оптимального использования энергетических ресурсов региона с учётом возможностей применения местных и возобновляемых источников энергии. Обсужден выбор критерия оптимальности и применимость различных критериев в зависимости от значимости требований энергетических, экономических, экологических условий, географических, гидрологических и других условий региона. Предложена формализация задачи как поиск полного экстремума многомерной функции от ряда переменных, соответствующих условиям получения энергии от местных источников. В качестве примера предложены данные природных условий Пензенской области.

Ключевые слова: альтернативный источник энергии, полный экстремум многомерной функции, критерий оптимальности.

STATEMENT OF THE PROBLEM OF THE COMPLEX USE OF ENERGY RESOURCES IN THE REGION.

Dzhazovsky N.B., Vasilev P.V.

Russian State University of Innovation Technology and Business, Penza, Russia, e-mail: pavel.nakasse@gmail.com

In this article is described formulation of the optimal use of energy resources in the region, given the potential application of local and renewable energy sources. Is discussed the choice of optimality criterion and the applicability of various criteria depending on the energy requirements, economic and environmental conditions, geographical, hydrological and other conditions in the region. Is proposed a formalization of the problem as a search for the full extremum of multidimensional function of the number of variables in value of conditions for getting energy from local sources. As an example, is offered facts of the natural conditions of the Penza region.

Key words: alternative energy source, full extremum of multidimensional function, optimality criterion.

Одним из аспектов государственной программы энергосбережения является задача комплексного использования энергетических ресурсов региона, включающая эффективное использование возобновляемых местных и нетрадиционных источников энергии, возможностей малой гидроэнергетики, ветроэнергетики, биоэнергетики и, возможно, других, предоставляемых природой. Очевидно, что масштабы использования каждого вида источника могут значительно варьироваться в зависимости от местных географических условий, сложившихся традиций хозяйствования, гидрологических возможностей, господствующих ветров, масштабов получения биотоплива и других возможных источников энергии.

* Статья подготовлена в рамках государственного контракта П110 от 12 апреля 2010 г. ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.

Природные условия средней полосы России и Поволжья не позволяют построить мощные электростанции, использующие какой-либо один местный источник энергии, способные значительно уменьшить энергетический дефицит региона. В то же время комплексное применение энергии местных источников может существенно улучшить энергобаланс региона [1].

Рациональное использование ресурсов – неоднозначная задача, имеющая множество вариантов решения. Возникает необходимость сформулировать критерий оптимальности, который определяет, что именно вкладывается в понятие «наилучший способ использования энергоресурсов». Принятие определённого критерия позволяет формализовать решение проблемы как поиск полного экстремума многомерной функции показателя оптимальности, где координатные оси в определённом масштабе соответствуют весам использования отдельных источников энергии, частные сечения процесса отражают функциональные зависимости объёма получаемой энергии отдельного источника от масштаба его разработки. Значение полного экстремума при определённом сочетании параметров выбранного варианта позволяет объективно сравнить данный вариант с другими возможными вариантами с точки зрения выбранного критерия оптимальности.

Построение такой функции относится к задаче линейного программирования. При условии использования нескольких переменных целесообразно применить симплекс-метод решения задачи:

$$Z = \gamma_0 + \gamma_1 x_1 + \gamma_2 x_2 + \dots + \gamma_k x_k ,$$

где Z – целевая функция, $x_1 \dots x_k$ – переменные, а $\gamma_0 \dots \gamma_k$ – коэффициенты. Решение симплекс-метода производится системой уравнений. Метод хорошо алгоритмизируется и автоматизируется [2]. Ниже предложены требуемые критерии оптимальности, согласно которым необходимо искать экстремум функции.

Выбор и обоснование критерия оптимальности – важный этап в оценке функционирования всей системы. Системы, отвечающие условию оптимальности по различным критериям, могут существенно различаться по физическим, экологическим и экономическим показателям.

Возможно принятие одного из следующих критериев.

1. Достижение максимальной мощности вырабатываемой энергии (любого вида) при заданных энергоресурсах.

2. Достижение максимума экономической эффективности суммарной выработанной энергии с использованием вторичных и возобновляемых ресурсов.

3. Минимизация экологического ущерба от использования местных энергетических ресурсов, в том числе от утилизации сельскохозяйственных и промышленных отходов, разработки местных источников топлива и т. д.

4. Минимизация затрат на строительство объектов малой энергетики на основе ресурсов региона.

5. Комплексный критерий, использующий четыре вышеизложенных подхода при условии назначения весовых коэффициентов по каждому показателю.

6. Представляет собой вариант предыдущего, состоит в поиске полного экстремума при назначении жестких границ допустимых изменений каждого показателя с заданием соответствующих весовых коэффициентов.

Обсудим предложенные критерии. Очевидно, что критерии по достигаемым результатам частично противоречат друг другу. Остановимся на особенностях применения перечисленных критериев.

1. Предусматривает использование всех имеющихся в регионе возобновляемых и вторичных энергоресурсов для максимального покрытия дефицита тепловой и электрической энергии. Экономические затраты и возможный экологический вред в расчёт не принимаются. Яркий пример использования критерия – девиз в годы Великой Отечественной войны: «Всё для фронта, всё для Победы!».

2. В данном варианте каждый источник энергии оценивается экономически, мощность, отбираемая от каждого источника, варьируется таким образом, чтобы обеспечить в сумме максимум эффективности всей энергосистемы [1]. Влияние её на окружающую природу рассматривается как второстепенный фактор.

3. Оценивается экологический ущерб от разработки каждого источника энергии, выраженный в относительных единицах, по отношению к количеству получаемой энергии; находятся координаты главного минимума и отсюда – оптимальные мощности, отбираемые от каждого источника.

4. Находятся относительные затраты на строительство и эксплуатацию объектов малой энергетики на единицу полученной энергии. При заданной суммарной мощности находится оптимальное распределение денежных средств на строительство.

5. Назначаются весовые коэффициенты для каждого источника энергии, учитывающие особенности строительства, эксплуатации, удобства для населения и других факторов. Этот ответственный шаг выполняется на основе расчётов, экспертных оценок,

опыта использования энергоресурсов в прошлом, прогнозов на будущее развитие окружающего района.

6. Назначаются жёсткие границы масштабов допустимого использования каждого источника на основе расчётных значений или экспертных оценок. В пространстве параметров образуется усечённый объём, в пределах которого находится полный экстремум.

Замечание по применимости критериев. Критерий 1 пригоден при критической ситуации или чрезвычайных событиях, так как при его применении экологический и экономический ущерб может быть неоправданно большим. Критерий 2 самый экономный, но его применение может создать неопределённость: нулевые затраты – нулевая энергетика. Критерий 3 в настоящее время может служить рекомендуемым, но не обязательным, так как размер экологического ущерба объективно оценить далеко не всегда возможно. Из критериев 5 и 6 представляется наиболее гибким пятый, учитывающим как расчётные параметры, так и заключения квалифицированных экспертов. Обоснованное назначение весовых коэффициентов позволит достичь максимальной результативности.

Рассмотрим применимость предложенного метода оптимизации к природным условиям конкретного региона. Как известно, к местным возобновляемым и нетрадиционным источникам малой энергетики относят следующие.

1. Малая гидроэнергетика, использование энергии малых рек.
2. Ветроэнергетика, оправдано применение в районах с относительно постоянной скоростью ветра.
3. Использование горючих растительных отходов сельскохозяйственного и промышленного производства. Перспективным направлением следует считать сжигание с применением газификации, водородной конверсии.
4. Использование биотоплива в различных вариантах – с использованием метанового брожения или с получением генераторного газа.
5. Использование местных горючих материалов – низкосортной древесины, торфа, растительных остатков с полей.
6. При соответствующих природных условиях – гелиоэнергетика, геотермальные источники тепла, приливные электростанции, использование энергии морских волн.

Несмотря на универсальность и точность математических методов, далеко не всегда мы можем применять их со 100-ной % результативностью. Основные причины этого – недостаточный объем актуальных статистических данных, а также факторы риска и

человеческий фактор. С целью проверки и корректировки результатов расчета стоит прибегнуть к экспертным методам.

Для данного случая оптимально подходит метод комиссий, так как отсутствует необходимость углубляться в более сложные и сугубо рыночные методы оценки. Он состоит в открытой дискуссии по обсуждаемой проблеме для выработки единого решения экспертов. Коллективные решения определяются в результате открытого или тайного голосования. Преимущества метода – возможен рост информированности экспертов, консультантов за счет обсуждения обоснования экспертных оценок, и обратная связь – под воздействием полученной информации руководитель может изменить первоначальную точку зрения. Реализация метода не столь сложна, но очень важно ответственно и компетентно произвести отбор экспертной группы.

Рассмотрим некоторые энергетические возможности региона, относящегося к среднему Поволжью. Природные условия Пензенской области являются типичными для многих областей Средней России. Имеющиеся электростанции обеспечивают электроэнергетические потребности области на 60 %, остальное количество энергии поступает от электростанций Волжского каскада, поэтому развитие малой энергетики весьма актуально. Остановимся на гидроэнергетике. Область расположена главным образом на Приволжской возвышенности, высота над уровнем моря составляет от 250 м до 300 м, по территории области протекает водораздел между бассейнами Волги и Дона, здесь берут начало крупные реки: Сура, Хопёр, Мокша, Ворона, Цна со своими притоками. Речные долины глубоко врезаются в относительно равнинную местность.

Речной сток области составляет $5 - 5,5 \text{ км}^3/\text{год}$, весенний сток – около $2 \text{ км}^3/\text{год}$. В области имеется 106 водохранилищ с объёмом более 1 млн. м^3 . Возможности малой гидроэнергетики пока изучены недостаточно. Всего в области имеется 297 рек с длиной русла от 10 до 300 км. Сложность создания малых гидростанций состоит в трудности получения больших перепадов высоты. Тем не менее, уже в начале 20 века на реках области действовало несколько десятков водяных мельниц, работающих с перепадом уровней 3 – 4 м и мощностью водяного колеса 5 – 20 кВт. На многих малых реках возможно применение роторных двигателей, использующих кинетическую энергию быстрого течения [2].

Ветроэнергетика области представлена скромнее. Среднегодовая скорость ветра составляет около 5 м/с. Однако, учитывая уровень грозовой активности, составляющей в среднем 60 – 65 часов в год, и сопутствующие ветры, получаемую энергию можно применить в сочетании с другими источниками для хозяйственных нужд.

Существенный вклад может дать рациональное ведение лесного хозяйства. Лесами и кустарниками занято около 20 % площади области. Годовой объём низкосортной древесины в лесозаготовках и отходах лесного хозяйства составляет около 500000 м³/год, в отходах лесоперерабатывающих предприятий – 100000 м³/год. При соответствующей переработке растительного топлива можно обеспечить работу тепловой электростанции.

Возможности биотоплива следует изучить дополнительно. В области строятся и восстанавливаются крупные животноводческие комплексы, каждый на несколько тысяч голов крупного рогатого скота и свиного поголовья. Без радикального решения проблемы утилизации отходов производства экологическое влияние будет крайне отрицательным. В то же время газификация отходов обеспечит значительное поступление метана для заправки автотранспорта и экологически чистые удобрения для сельского хозяйства.

Другие местные источники представляются менее перспективными, но приведённое выше позволяет сделать вывод, что оптимизация комплексного использования местных энергетических ресурсов – задача актуальная и необходимая. Предлагаемый научный подход позволит упростить и рационализировать процесс управления системой и повысить эффективность выполнения поставленной задачи.

Список литературы

1. Валдайцев С.В., Воробьев П.П. Инвестиции. – М.: Проспект, 2003. – С. 115-130.
2. Гольдберг О.Д., Гурин Я.С., Свириденко И.С. Проектирование электрических машин. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 310-350.
3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1984. – С. 333-344.
4. Кривошапка И. Роль и место малой энергетики в современном мире// Академия энергетики. – 2009. – №5. – С. 68-71.

Рецензенты:

Горячев В.Я., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Автоматизированные электроэнергетические системы», ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет, г. Пенза.

Вершинин Н.Н., д.т.н., зав. кафедрой «Экологии и безопасности жизнедеятельности», ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет, г. Пенза.

Работа получена 26.10.2011.