УДК 620.9

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ МЕР ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ

Подскребкин А.Д., Дягилев В.Ф.

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Тюмень, e-mail: ed@lenta.ru

В статье проведено исследование различных субъектов социальной сферы, которые планируют ввести меры по энергосбережению и для которых приоритетными являются цели следующего толка: по уменьшению затрат энергии в натуральных единицах; по уменьшению выбросов вредных веществ в окружающую среду; по уменьшению финансовых затрат на энергию и тому подобное развитие. Автором рассматриваются основные мероприятия по энергосбережению в социальной сфере, включающие такие методы анализа, как SDE, VED, HML. В статье определен и разработан оптимальный набор мероприятий, который целесообразно реализовать в социальной сфере, и проведена разработка простого и одновременно многокритериального алгоритма выбора мер по энергосбережению при разработке планов и программ по энергосбережению в социальной сфере.

Ключевые слова: мероприятия по энергосбережению, социальная сфера, методики выбора оптимальных мероприятий по энергосбережению, развитие, структура

CHOOSING THE BEST ENERGY SAVING MEASURES IN THE SOCIAL SPHERE

Podskrebkin A.D., Dyagilev V.F.

Federal State budget institution of higher education «Tyumen State Oil and Gas University», Tyumen, e-mail: ed@lenta.ru

The paper studied the various social actors, who plan to introduce energy-saving measures and which are priority objectives: to reduce the cost of energy in natural units; to reduce emissions of harmful substances into the environment; to reduce the financial costs of energy and the like. The author describes basic energy saving measures in the social sphere, including such methods of analysis: SDE, VED, HML. The article defines an optimal set of actions which it is advisable to implement in the social sphere, and held at the same time to develop a simple multi-criteria selection algorithm of energy saving measures in the development of plans and programs for energy efficiency in the social sphere.

Keywords: energy conservation measures, social services, procedures for the selection of optimal energy-saving measures, development, the structure

Современная концепция энергетической безопасности в социальной сфере базируется на принципах энергетической политики городов Европейского союза, которая отражена в таких документах, как Директива ЕС «Об энергетических характеристиках зданий» (European Performance of Buildings Directive – EPBD) [9], и Соглашение мэров про устойчивое энергетическое развитие (Covenant of Mayors) [11], известное также как принцип «20–20–20», то есть принцип, который предусматривает снижение к 2020 году уровня энергопотребления в городах на 20% и уровня выбросов парниковых газов на 20%.

Стремительный рост цен на природный газ начиная с 2004 года поставил городские теплоснабжающие предприятия в крайне затруднительное положение – они вынуждены неуклонно повышать тарифы на теплоснабжение на фоне снижения его качества, что приводит к росту долга населения перед предприятиями и соответственно – долгов перед газоснабжающими организациями. С другой стороны, основные потребители тепловой энергии в российских городах – здания социальной сферы – являются крайне неэффективными, средние показатели энергетических характеристик зданий составляют 200–250 кВт·ч/м^2 в год [2, с. 36–37; 4, с. 50–51; 5, с. 44], что в 4 раза выше стандарта энергоэффективного здания по нормативам энергопотребления ЕС (бл. 60 кВт·ч/м^2 в год) [9], а значит, теплоснабжение этих зданий традиционной коммунальной энергетикой требует сжигания огромных объемов топливно-энергетических ресурсов. Вследствие этих ключевых факторов без принятия радикальных мер кризисные явления в системах городского энергообеспечения будут стремительно нарастать, угрожая энергетической катастрофой уже в ближайшем будущем. Обоснованный выбор таких мер при условии финансового кризиса является чрезвычайно важным для достижения целей энергосбережения.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблема выбора оптимальных

мер по энергосбережению начинается уже на уровне определения самого понятия «энергосбережение» и его отличия от «энергоэффективности». Содержание этих понятий исследовали такие отечественные и мировые ученые, как Б. Белоцерковский, Г. Дзяна, Р. Дзяный, В. Литвинова, Т. Салашенко, Р. Кемпер, П. МакЛин-Коннер и другие. А.Б. Белоцерковский [1] считает, что энергосбережение – это реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мероприятий, направленных на эффективное (рациональное) использование (и экономное расходование) топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и на привлечение в оборот возобновляемых источников энергии. В.А. Литвинова [4, с. 88] считает, что энергосбережение – это наиболее обобщенное определение всех мероприятий по снижению потерь и повышению эффективности использования энергии. Оно объединяет виды деятельности, направленные на сокращение потерь энергии при существующем уровне развития науки и техники.

Т.И. Солошенко [7, с. 20], в свою очередь, определяет энергоэффективность как свойство экономической системы – возможность получения максимально полезного (минимально вредного) результата от использования ТЭР в условиях ограниченности различных видов ресурсов. Н.А. Фахри [8, с. 416] трактует энергоэффективность как дополнительную мощность, когда за счет экономии и рационального использования энергии возникает возможность использования энергии дополнительными потребителями, сохраняя при этом имеющуюся мощность.

Таким образом, энергосбережение объединяет все меры, которые могут уменьшить потребление ТЭР. При определении энергоэффективности акцент делается на соотношение затраченных энергоресурсов и полученной полезной для потребителя энергии. И в первом, и во втором случаях не берётся во внимание, какие именно ТЭР используются и какова стоимость полученной энергии. По нашему мнению, важно учесть позицию П. МакЛин-Коннер [10, с. 4], что энергоэффективность должна быть направлена на получение большей ценности от имеющейся энергии и обучения общества использовать меньше энергии без воздействия на комфорт и экономические выгоды, которые приносит энергия.

Целью статьи является разработка простого и одновременно многокритериального алгоритма выбора мер по энергосбережению при разработке планов и программ по энергосбережению в социальной сфере.

Материалы и методы исследования

Информационной и методологической основой для проведения исследования были научные труды, муниципальные энергетические планы, нормативно-правовые акты, ресурсы Internet. При проведении исследования были использованы методы графического моделирования и диагностики модели.

Результаты исследования и их обсуждение

Все меры экономии энергии, энергосбережения, повышения энергоэффективности отличаются бесчисленным количеством специфических характеристик, в частности техническими и технологическими особенностями, сроком окупаемости, уровнем экономии энергии, особенностями эксплуатации, необходимыми для внедрения и использования ресурсов, габаритами и т.д. Поэтому, для того чтобы выбрать оптимальный набор мер, необходимо провести оценки целесообразности их внедрения. В экономике одним из самых распространенных методов такой оценки является метод наименьшей стоимости [3, с. 77]. Он заключается в проведении анализа всех возможных способов достижения цели (в данном случае, все возможные меры по энергосбережению) и установлении последовательности их внедрения в порядке от самых дешевых до самых дорогих.

Однако такой анализ не дает полной оценки мер, как и рассмотренные выше технические подходы, основанные на экономии энергии в натуральных единицах, поскольку рядом со стоимостью мероприятий важны также такие характеристики мероприятий, как источник произведенной энергии, уменьшение выбросов вредных веществ в окружающую среду, сложность внедрения и т.д. Поэтому для оценки целесообразности внедрения мероприятий по энергосбережению в социальную сферу мы предлагаем использовать комплексный анализ, который объединяет следующие методы анализа:

1) HML (high, medium, low value – высокая, средняя, низкая стоимость внедрения). Этот анализ предназначен разделять мероприятия на мероприятия высокой, средней и низкой стоимости, в зависимости от затрат на их реализацию;

2) VED (vital, essential, desirable – критически необходимые меры, важные мероприятия, желаемые к исполнению). Этот анализ применяется при разделении мероприятий по энергосбережению по степени важности для субъекта, который планирует их ввести;

3) SDE (scarce, difficult, easytoget – дефицитные, труднодоступные, легко доступные меры) – применяется для разделения мероприятий по уровню сложности их реализации.

С использованием указанных методов оценки мероприятий по энергосбережению мы предлагаем алгоритм, который осуществляет анализ мероприятий по энергосбережению по трем показателям: относительная экономия энергии (процент сэкономленной энергии по сравнению с предыдущим периодом); сложность внедрения; относительная экономия средств (процент от общего бюджета, выделенного на внедрение мероприятий по энергосбережению) (рисунок).

Разделение мероприятий по энергосбережению в соответствии с выше указанным алгоритмом необходимо проводить с учетом следующих критериев:

1) в *VED* анализе:

– к группе *V* отнесем мероприятия с экономией энергии > 30 % от энергопотребления в предыдущем периоде (в данном случае, в предыдущем году);

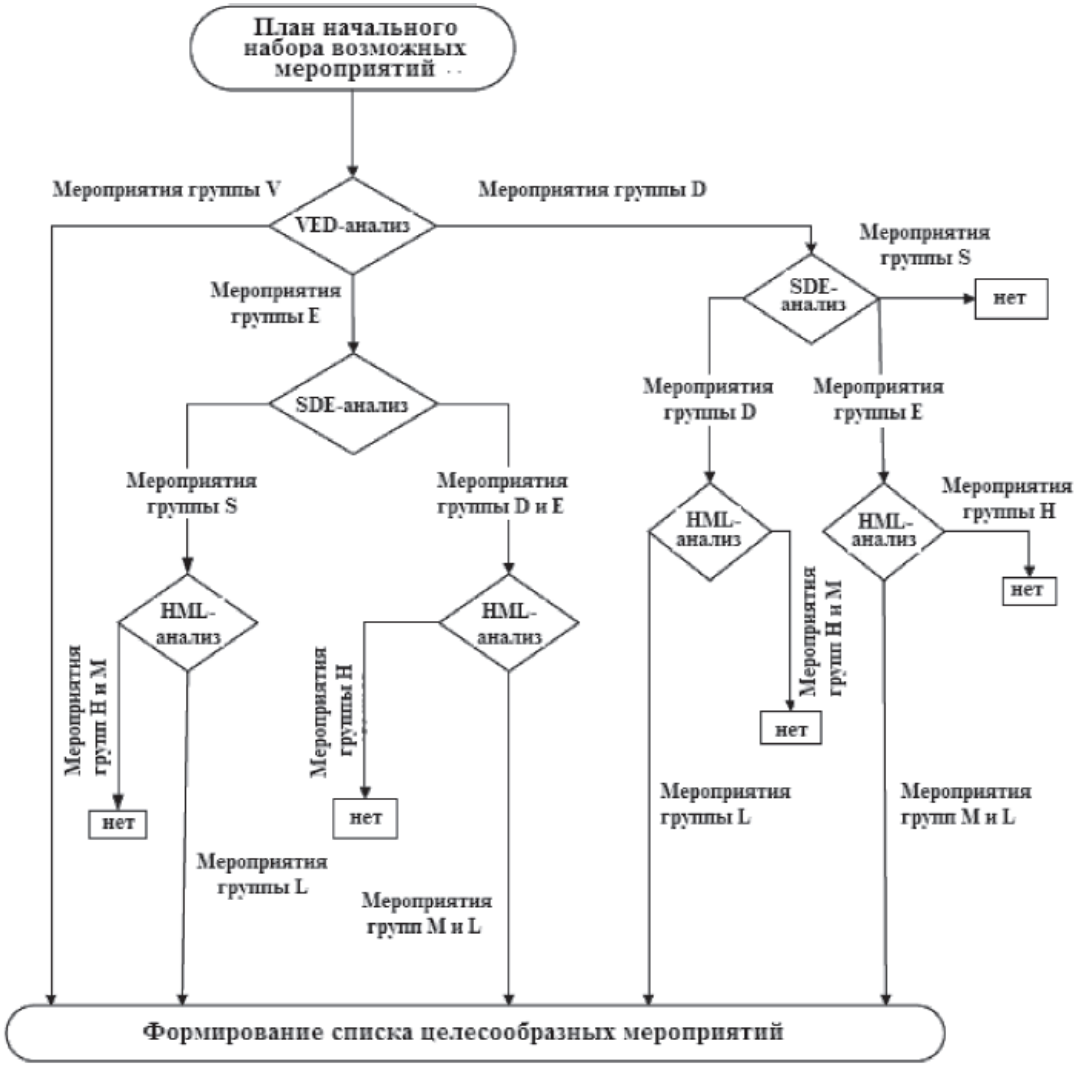
– к группе *E* отнесем мероприятия с экономией энергии 15–30 % от энергопотребления в предыдущем периоде;

– к группе *D* отнесем мероприятия с экономией энергии < 15 % энергопотребления в предыдущем периоде;

2) в *SDE* анализе:

– к группе *S* отнесем меры, которые предусматривают введение сложных технических инноваций: это в основном использование альтернативных источников энергии (твердых бытовых отходов; энергии сточных вод; теплоты грунта и грунтовых вод и т.п.) или масштабные работы по техническому переоснащению сетей производства и поставки энергии;

– в группу *D* – мероприятия, которые предусматривают ликвидацию чрезмерных потерь энергии (теплоизоляция, совершенствование технологических процессов, ремонт устаревшего оборудования, оптимизация системы теплоснабжения и др.);



Алгоритм оценки мероприятий по энергосбережению (составлено авторами)

– к группе *E* – меры, предусматривающие экономию энергии с помощью финансовых и психологических стимулов, соблюдение технологических процессов;

3) в *HML* анализе:

– к группе *H* отнесем мероприятия стоимостью > 20 % от общего бюджета, выделенного на внедрение мероприятий по энергосбережению;

– к группе *M* отнесем мероприятия стоимостью 5–20 % от бюджета;

– к группе *L* – меры стоимостью < 5 % от бюджета.

Для наглядного примера отбора мероприятий по энергосбережению с использованием вышеуказанного алгоритма мы использовали меры по энергосбережению, которые были предложены в городских энергетических планах Санкт-Петербурга и Москвы. В таблице приведен перечень этих мероприятий по энергосбережению, их стоимость и экономия энергии, которую они приносят.

На основе предложенного алгоритма мы провели оценку целесообразности внедрения мероприятий по энергосбережению и определили меры, которые следовало бы реализовать. В число этих мер вошли следующие: внедрение системы энергетического менеджмента, автоматизация режимов сгорания топлива в котлах, налаживание режима работы системы централизованного теплоснабжения, устройство деаэрации подпиточной воды, внедрение стабилизаци-

Мероприятия по энергосбережению в процессе производства, поставки и потребления энергии [составлено авторами по материалам: 7, с. 128–129, 136–139; 8, с. 116–118, 122–123]

Мероприятия	Стоимость, % от общего бюджета	Экономия энергии (за 1 год), %	Сложность реализации мероприятий (S, D, E)
Внедрение системы энергетического менеджмента	25,30	40,32	E
Автоматизация режимов сгорания топлива в котлах	12,65	23,32	D
Настройка режима работы системы централизованного теплоснабжения	0,002	0,00	E
Устройство деаэрации воды	1,17	–	D
Внедрение стабилизационной обработки подпиточной воды	0,90	–	D
Установка индивидуальных тепловых пунктов у потребителей тепловой энергии, регулирование входных узлов	2,98	0,00	D
Замена газовых котлов мощностью 8 МВт на котлы на биотопливе	27,30	4,79	S
Объединение тепловых сетей котельных	12,91	0,12	S
Перевод котельной на сжигание древесины	4,99	–	S
Построение установки утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) и подачи тепла от нее в сеть котельной	54,41	0,00	S
Настройка теплового и гидравлического режимов работы системы центрального теплоснабжения	15,01	15,00	E
Замена существующих трубопроводов внешних тепловых сетей предварительно изолированными трубами	31,06	9,34	D
Внедрение энергетического менеджмента «Теплокоммунэнерго»	2,79	5,00	E
Расширение зоны действия тепловой сети котельной	15,38	1,22	D
Зонирование сети водоснабжения города	10,12	0,28	S
Информирование населения о возможности энергосбережения через СМИ	0,04	7,79	E
Обучение персонала социальных учреждений	0,07	18,72	E
Создание консультационного центра по энергоэффективности	0,26	20,34	E
Внедрение требований энергетических параметров на объектах нового строительства	0,63	21,60	E
Проведение факультативных занятий по курсу энергосбережения в школах	0,02	34,03	E
Замена ламп накаливания на энергосберегающие	0,12	13,56	D
Оснащение домов энергосберегающим освещением в местах общего пользования	0,46	4,03	D

онной обработки подпиточной воды, установка индивидуальных тепловых пунктов у потребителей тепловой энергии, регулирование входных узлов, настройка теплового и гидравлического режимов работы системы центрального теплоснабжения, внедрение энергетического менеджмента на МУП «Теплокоммунэнерго», обучение персонала бюджетных учреждений, энергосертификация зданий, создание консультационного центра по энергоэффективности, внедрение требований энергетических параметров на объектах нового строительства, проведение факультативных занятий по курсу энергосбережения в школах, замена ламп накаливания на энергосберегающие, оснащение домов энергосберегающим освещением в местах общего пользования.

Выводы

Очевидно, для различных субъектов, которые планируют ввести меры по энергосбережению, приоритетными являются различные цели – уменьшение затрат энергии в натуральных единицах, уменьшение выбросов вредных веществ в окружающую среду, уменьшение финансовых затрат на энергию и тому подобное. Поэтому после формирования списка целесообразных к реализации мероприятий по энергосбережению целесообразно сформировать также рейтинговый список мероприятий, который бы учитывал приоритетность различных критериев выбора этих мероприятий для конкретного субъекта.

Проведенные исследования показали, что на формирование списка целесообразных к реализации мер по энергосбережению влияет ряд критериев, которые можно сгруппировать так: относительная экономия энергии, которую принесут мероприятия после их реализации, сложность внедрения мероприятий и относительные затраты на реализацию этих мероприятий.

Дальнейшие исследования будут посвящены формированию рейтингового списка мер по энергосбережению для учета приоритетных целей отдельных субъектов, а также формированию календарного плана внедрения мероприятий по энергосбережению.

Кроме того, необходимо согласовать последовательность внедрения мероприятий по энергосбережению, поскольку некоторые меры не могут быть реализованы без реализации других, а реализация других может предусматривать разрушения результатов уже внедренных мероприятий.

Список литературы

1. Белоцерковский А.Б. Анализ экономической эффективности от внедрения энергосберегающих мероприятий в экономику России // Вестник МГУ. – 2011. – № 14. – С. 13–15.

2. Горшков А.С., Байкова С.А., Крянев А.С. Нормативное и законодательное обеспечение Государственной программы об энергосбережении и повышении энергетической эффективности зданий и пример ее реализации на региональном уровне // Инженерные системы. – 2012. – № 3. – С. 24.

3. Даковски М., Вянцковски С.К. О энергетике для потребителей и скептиков. Уфа: ЭКОинформ, 2007. – 212 с.

4. Ливчак В.И. Длительность отопительного периода для многоквартирных домов и общественных зданий. Режим работы систем отопления и вентиляции // Энергосбережение. – 2013. – № 6. – С. 7.

5. Ливчак В.И. Еще один довод в пользу повышения тепловой защиты зданий // Энергосбережение. – 2012. – № 6. – С. 25.

6. Литвинов А.С., Литвинова В.А. Теоретические основы эффективности использования энергии на предприятии // Вестник социально экономических исследований. – 2013. – № 40. – С. 86–91.

7. Салашенко Т.И. Стратегическая карта как инструмент операционализации стратегии энергоэффективности промышленности региона // Экономика развития. – 2014. – № 1. – С. 19–24.

8. Фахри Н.А. Энергосбережение. Конфликт интересов // Academia. Архитектура и строительство. – 2010. – № 3. – С. 416–418.

9. Directive 2 010/31 / EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. Режим доступа: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF.

10. Penni McLean-Conner. Energy Efficiency: Principles and Practices. – PennWell Books, 2009. – 194 с.

11. The Covenant of Mayors. Режим доступа: http://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/covenantofma yors_text_en.pdf.

References

1. Belocerkovskij A.B. Analiz jekonomicheskoj jeffektivnosti ot vnedrenija jenergosberegajushhih meroprijatij v jekonomiku Rossii // Vestnik MGU. 2011. no. 14. pp. 13–15.

2. Gorshkov A.S., Bajkova S.A., Krjanev A.S. Normativnoe i zakonodatelnoe obespechenie Gosudarstvennoj programmy ob jenergosberezhenii i povyshenii jenergeticheskoj jeffektivnosti zdanij i primer ee realizacii na regionalnom urovne // Inzhenernye sistemy. 2012. no. 3. pp. 24.

3. Dakovski M., Vjanckovski S.K. O jenergetike dlja potrebitelej i skeptikov. Ufa: JeKOinform, 2007. 212 p.

4. Livchak V.I. Dlitelnost otopitelnogo perioda dlja mnogokvartirnyh domov i obshhestvennyh zdanij. Rezhim raboty sistem otoplenija i ventiljacii // Jenergosberezhenie. 2013. no. 6. pp. 7.

5. Livchak V.I. Eshhe odin dovod v polzu povyshenija teplovoj zashhity zdanij // Jenergosberezhenie. 2012. no. 6. pp. 25.

6. Litvinov A.S., Litvinova V.A. Teoreticheskie osnovy jeffektivnosti ispolzovanija jenergii na predprijatii // Vestnik socialno jekonomicheskih issledovanij. 2013. no. 40. pp. 86–91.

7. Salashenko T.I. Strategicheskaja karta kak instrument operacionalizacii strategii jenergojeffektivnosti promyshlennosti regiona // Jekonomika razvitija. 2014. no. 1. pp. 19–24.

8. Fahri N.A. Jenergosberezhenie. Konflikt interesov // Academia. Arhitektura i stroitelstvo. 2010. no. 3. pp. 416–418.

9. Directive 2 010/31 / EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. Rezhim dostupa: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/ LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF.

10. Penni McLean-Conner. Energy Efficiency: Principles and Practices. PennWell Books, 2009. 194 p.

11. The Covenant of Mayors. Rezhim dostupa: http://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/covenantofma yors_text_en.pdf.