

УДК 658.26

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДИКАТОРОВ ЭФФЕКТИВНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

© 2017 Г.В. Мятишкин, А.С. Филинова

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

Статья поступила в редакцию 20.12.2017

В статье рассмотрены методы определения необходимости проведения энергоаудита промышленного предприятия и внедрения системы энергоменеджмента. Приведена оценка состояния потребления топливно-энергетических ресурсов предприятия. Представлены основные положения методики применения индикаторов эффективного использования относительно к базовым носителям энергии и ресурсов. Перечислены основные этапы методики расчета рейтинга промышленных предприятий. В статье представлен пример применения метода экспресс-оценки 1415 промышленных предприятий РФ.

Ключевые слова: энергоэффективность промышленного предприятия, энергосбережение, класс энергоэффективности.

Государственная политика Российской Федерации в области энергосбережения более 20 лет находится в поиске лучших механизмов по формированию и стимулированию экономного потребления невозобновляемых источников энергии. Целый ряд нормативных и правовых документов направлены на повышение энергоэффективности и развитие энергосбережения в стране, создаются стратегии и программы по повышению энергетической эффективности [6,7,8,9,10,11,12].

Одним из наиболее эффективных методов определения необходимости проведения энергоаудита и внедрения системы энергоменеджмента является сравнение предприятия с аналогичными предприятиями отрасли. Конкуренентное предприятие, выпускающее продукцию соизмеримого качества, но затрачивающее меньшее количество топливно-энергетических ресурсов на единицу продукции, имеет явное преимущество. При анализе эффективности использования энергетических ресурсов предприятия предлагается использовать метод экспресс-анализа, который позволяет оценить необходимость детального энергетического аудита и сконцентрировать обследование на наиболее значимых областях энергетической системы предприятия. Экспресс оценка и присвоение класса энергосбережения предприятию позволяет сравнивать аналогичные предприятия в разрезе отрасли и наглядно представить возможности для улучшения показателей предприятия по энергоёмкости.

Оценка состояния потребления топливно-энергетических ресурсов отдельного предприятия представляет собой сумму индивидуальных показателей по каждому из видов энергии, основанных на их удельном значении в общей сумме расходов предприятия [5]. Основопологающим критерием оценки эффективного использования ресурсов является совокупный стоимостной объем их потребления (в руб.) отнесенный к итоговой стоимости выпущенной продукции, услуг или других единиц производственной, операционной и хозяйственной деятельности. Фактически этот показатель демонстрирует долю затрат на энергоресурсы в составе себестоимости продукции. Дать качественную оценку уровню энергозатрат в себестоимости продукции возможно лишь путем сравнения с аналогами или идентичными видами продукции.

Выявление лучших и худших аналогов позволяет дать оценку текущему положению дел в вопросе оценки энергетической эффективности на предприятии-потребителе [1,2,3,4]. Вместе с тем, учитывая рыночную волатильность цен на электроэнергию (мощность), изменчивость объемов производства и метеоусловия (определяющие потребление тепла), специфику штрафных санкций и требований договоров ресурсоснабжения (опирающихся на нормативные акты, регулирующие оборот энергии в РФ и другие особенности потребления, можно утверждать, что удельные энергозатраты не являются единственным и исчерпывающим индикатором качества использования энергии. Уровень энергозатрат является следствием особенностей режимов потребления, внутренних процессов, как технологических, так и операционных (организационных). С полной уверенностью можно утверждать, что при прочих равных условиях, в отсутствии налаженного энергоучета, задокументированных (стандарты-

Мятишкин Геннадий Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры теплотехники и тепловых двигателей. E-mail: eeclclass@mail.ru
Филинова Анастасия Сергеевна, аспирант кафедры теплотехники и тепловых двигателей. E-mail: Anast.prokhorova@gmail.com

зированных) механизмов контроля и управления потреблением энергоресурсов, а также надежности их использования и минимизации рисков ограничений, отключений, аварий и поломок ведущих к перерасходу ресурсов или потребности в дорогостоящих резервных видах топлив – не возможно говорить о степени совершенства и дисциплине потребления ресурсов.

Определяющими фактическую величину удельного потребления ресурсов и влияющими на весь цикл использования энергии на предприятии (в организации) являются показатели, представленные на рис. 1.

В методике рассмотрено применение указанных индикаторов эффективного использования относительно к базовым носителям энергии и ресурсов:

Газ (P1).

Электроэнергия (мощность) (P2).

Теплоснабжение/кондиционирование (тепловая энергия, ГВС, пар 6,5 и 11 ата., острый и редуцированный пар, возврат конденсата) (P3).

Водоснабжение и водоотведение (P4).

Удельные энергозатраты (P5) (количественный показатель).

Для решения задачи рейтинговой оценки и назначения класса (рейтинга) энергосбережения выделены следующие базовые носители энергии и показатель полезного использования энергии:

Газ (P1);

электроэнергия (мощность) (P2);

тепло/ГВС/пар (P3);

водоснабжение и водоотведение (P4);

удельные энергозатраты (P5).

Совокупная оценка состояния потребления (P) всех ресурсов предприятием (организацией) опирается на индивидуальные свернутые показатели оценки по каждому из видов показателей (P1÷P5). Свертка частных показателей (P1÷P5) производится на весах их удельного значения ($\lambda_1 \div \lambda_4$) в общей сумме расходов предприятия

(организации) следующим образом:

$$P = (1 - \lambda_5) \times \sum_{i=1}^4 (P_i \times \lambda_i) + P_5 \times \lambda_5, \quad (1)$$

где P_i – показатель эффективного использования ресурса (i) в диапазоне [0÷30];

$\lambda_i = C_i / C$ – вес показателя в общей величине затрат предприятия (организации);

C_i – общая величина затрат (руб.) на ресурс (i) за три последних года;

C – общая величина всех затрат (руб.) на энергоресурсы ($i = 1 \div 4$) за три последних года;

λ_5 – весовое значение удельных энергозатрат = 0,4¹

Оценка частных показателей P_i также строится на свёртке отдельных показателей характеризующих качественные и количественные показатели эффективности расходования энергоресурсов

$$P_i = \sum_{k=1}^{\kappa} \eta_{(P_i)k} \times \alpha_{(P_i)k}, \quad (2)$$

где $\eta_{(P_i)k}$ – частный показатель рейтинга отдельного показателя характеризующего использование ресурса (i) из их общего числа (κ). Оценка показателя в диапазоне [0÷30] на основании индивидуальной методики расчета представлена далее.

$\alpha_{(P_i)k}$ – вес показателя в общем числе (κ), оцененный на основе метода экспертной оценки [1 - 3] (Приложение №1).

Назначение класса (рейтинга) энергетической эффективности опирается на шкалу соответствия диапазонам значений рейтинговой оценки показателей справедливой, как для частной оценки, так и обобщенной на основе свертки показателей (табл. 1).

В число дополнительных показателей оценки относится динамика показателя $\eta(P_i)_{\kappa} \eta(P_i)_{\kappa}$

¹ Значение определяется путем экспертной оценки и опирается на ёмкость потенциальных улучшений по показателям P1÷P5

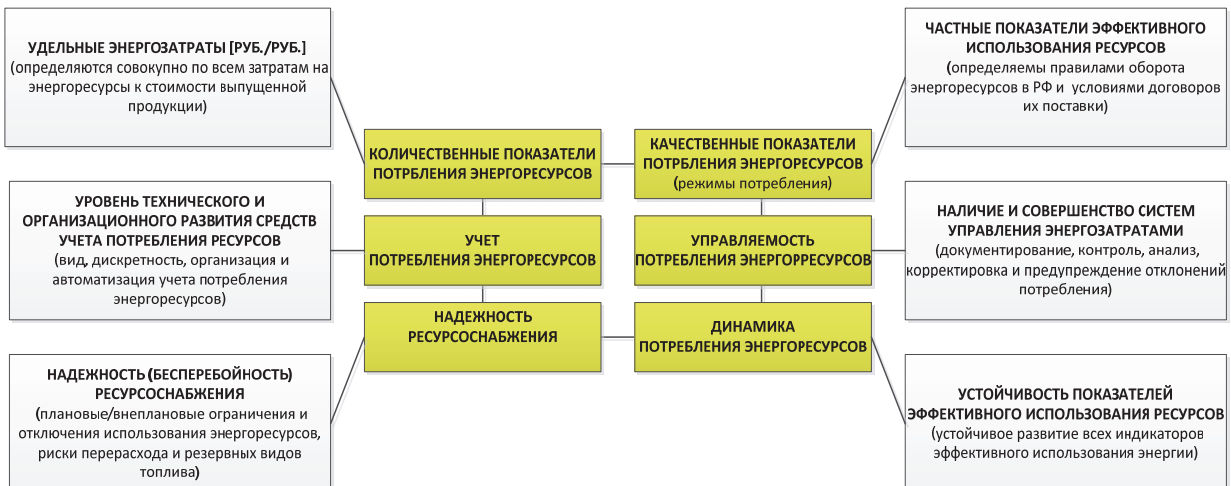


Рис. 1. Параметры эффективного использования энергоресурсов предприятия

которая представлена тремя значениями:

- Позитивный прогноз (ожидаемый рост рейтинга): высока вероятность значимого снижения удельных энергозатрат, роста доходности бизнеса или экономии бюджетных средств (индекс оценки – (P) positive).

- Стабильный прогноз (стабильный рейтинг): высока вероятность сохранения удельных энергозатрат на текущем уровне в среднесрочной перспективе (2-3 года) (индекс оценки – (S) stability).

- Негативный прогноз (ожидаемое снижение рейтинга): высока вероятность значимого роста удельных энергозатрат и непропорциональных кредиторских обязательств ресурсоснабжающим компаниям (индекс оценки – (N) negative).

Методика расчета рейтинга состоит из следующих этапов:

1. Проведение методом экспертной оценки назначения весов $\alpha_{(P_i)k}$ для всех отдельных показателей (k) частного (i). Периодичность пересмотра весов – 1 раз в квартал (высокая частота оценки требует высокой периодичности передачи данных для мониторинга и учета сезонности показателей).

2. Получение данных о предприятии на основе опросного листа.

3. Оценка каждого показателя $\eta_{(P_i)k}$ членами экспертной комиссии состоящей из h участников в отдельности по шкале (от E до A++) с указанием динамики.

Пример: оценивая показатель $\eta_{(P_i)k}$, эксперт h_1 , принял решение о классе (рейтинге) по нему – B+, что соответствует диапазону [19÷22], при этом считает что на основании предоставленных данных о нем можно сделать вывод, что динамика позитивная. Таким образом, итоговая цена по-

казателя $\eta_{(P_i)k}$ будет равняться верхней границе диапазона – 22. В случае негативной оценки, нижней границе диапазона – 19, а в случае стабильного прогноза – 20 или 21 по решению эксперта.

4. Осреднение оценки по каждому показателю $\bar{\eta}_{(P_i)k} = \sum_h \eta_{(P_i)k}^h / \sum h$.

5. На основании полученной оценки определяется частный класс энергетической эффективности от E до A+ по каждому показателю.

6. Для приведения численных оценок в одну шкалу при свертке критериев по формулам (2) и в следствие (1), определяется диапазон оценки по таблице №1 с соответствующим прогнозом на основании п.5: верхняя граница для (P); нижняя для (N); среднее значение для (S).

7. Свертка показателей $\bar{\eta}_{(P_i)k}$ по формуле (2) и получение частного показателя P_i

8. Расчет всех P_i , где $i = 1 \div 5$.

9. Располагая оценкой по P_i , где $i=1\div5$, можно, пользуясь таблицей №1, дать качественную оценку классу (рейтингу) энергетической эффективности для отдельных видов используемой энергии предприятием (организацией) от E до A+.

10. Свертка показателей P_i по формуле (1) и получение итогового показателя эффективности потребления энергоресурсов (P)

11. Опираясь на таблицу №1 по соответствующему диапазону выбирается класс (рейтинг) энергетической эффективности для предприятия от E до A+.

12. По итогам оценки экспертная комиссия определяет открытым совещанием и голосованием динамику показателя эффективности использования энергии на предприятии: (P) positive, (N) negative, (S) stability.

На основе метода экспресс-оценки были проведены исследования 1415 промышленных

Таблица 1. Шкала соответствия классов энергетической эффективности диапазонам рейтинговых оценок

№	Класс (рейтинг)	Диапазон оценки
1	A++	29÷30
2	A+	27÷28
3	A	25÷26
4	B++	22÷24
5	B+	18÷21
6	B	14÷17
7	C++	10÷13
8	C+	7÷9
9	C	4÷6
10	D	2÷3
11	E	0÷1

предприятий 84 субъектов РФ. На основании существующих данных произведена рейтинговая оценка предприятий и назначен класс (рейтинг) энергосбережения.

В результате произведенного расчета основная масса предприятий (70%) сгруппировалась в классе С++, второй по численности класс (25%) – С+. Самый лучший результат (класс В+) смогли достигнуть только 3 предприятия (менее 1 %) из 85 субъектов страны.

Проанализировав полученные результаты можно сделать выводы о том, что основная масса промышленных предприятий России находится в середине предложенного рейтинга энергосбережения (от Е до А++), что говорит о необходимости реализации энергосберегающих мероприятий и внедрения системы энергонедежмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экспертные оценки и методология их использования / Н.Е. Архангельский, С.А. Валуев, В.А. Половников, А.М. Черногорский. М: Высшая школа, 1974.
2. Анохин А.Н. Методы экспертных оценок: Уч. пособие. Обнинск: издательство Обнинского института атомной энергетики, 1996.
3. Добров Г.М., Еришов Ю.В. и др. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. Киев: Наукова думка, 1974.
4. Методика оценки энергетической эффективности предприятий [Электронный ресурс] // Интерфакс-ЭРА. URL: <http://interfax-era.ru/metodologiya/otsenka-predpriyatii#part1> (28.01.2017)
5. Мятлишкин Г.В., Бирюк В.В., Прохорова А.С., Определение энергоэффективности системы электроснабжения промышленного предприятия через оценку режимов потребления электрической энергии // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18. №4. С. 181-183.
6. Постановление Правительства РФ от 31.12.2009 № 1222 (ред. от 30.12.2011) «О видах и характеристиках товаров, информация о классе энергетической эффективности которых должна содержаться в технической документации, прилагаемой к этим товарам, в их маркировке, на их этикетках, и принципах правил определения производителями, импортерами класса энергетической эффективности товара» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=124850#0> (дата обращения 28.01.2017).
7. Постановление Правительства РФ от 16.08.2014 № 818 «Об установлении объема энергетических ресурсов в стоимостном выражении для целей проведения обязательных энергетических обследований» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=167530#0> (дата обращения 28.01.2017).
8. Федеральный закон от 31.03.1999 №69-ФЗ (ред. от 05.12.2016) «О газоснабжении в Российской Федерации» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=208215#0> (дата обращения 28.01.2017).
9. Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ (ред. от 26.03.2003) «Об электроэнергетике» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=210096#0> (дата обращения 28.01.2017).
10. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=200835#0> (дата обращения 28.01.2017).
11. Федеральный закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ (ред. от 01.05.2016) «О теплоснабжении» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=197510#0> (дата обращения 28.01.2017).
12. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «О водоснабжении и водоотведении» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=201043#0> (дата обращения 28.01.2017).

USING INDICATORS OF EFFECTIVE ENERGY CONSUMPTION

© 2017 G.V. Myatishkin, A.S. Filinova

Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov

The article considers methods for determining the need for energy audit of an industrial enterprise and introduction of an energy management system. The estimation of a condition of consumption of fuel and energy resources of the enterprise is given. The main provisions of the methodology for applying indicators of effective use relative to the basic energy and resource carriers are presented. The main stages of the methodology for calculating the rating of industrial enterprises are listed. The article presents an example of the application of the rapid assessment method for 1415 industrial enterprises of the Russian Federation.
Keywords: energy efficiency of industrial enterprise, energy saving, energy efficiency class.

Gennady Myatishkin, Candidate of Technics, Associate Professor at the Thermal Engineering and Heat Engines Department. E-mail: eeclash@mail.ru
Anastasia Filinova, Post-Graduate Student at the Thermal Engineering and Heat Engines Department.
E-mail: Anast.prokhorova@gmail.com