

УДК 004.6

Информационно-аналитическое сопровождение энергетического менеджмента на региональном уровне

И.Д. Ратманова, О.М. Гурфова
ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
г. Иваново, Российская Федерация
E-mail: idr@ispu.ru

Авторское резюме

Состояние вопроса: Вопрос энергосбережения и повышения энергетической эффективности как один из основных механизмов обеспечения устойчивого развития российской экономики становится особенно актуальным. В связи с этим возрастает роль организации энергетического менеджмента на региональном уровне, важной задачей которого является планирование адресных энергосберегающих мероприятий на основе анализа энергетической эффективности. Наиболее обоснованный анализ может быть выполнен методами топливно-энергетического баланса, отражающего полный цикл эволюции топливно-энергетических ресурсов. Однако построить полноценный топливно-энергетический баланс региона на несогласованных данных Росстата практически невозможно. В связи с этим необходимо развивать технологию мониторинга, интеграции и согласования данных различных источников с разработкой методов и средств оценки и планирования адресных мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Материалы и методы: Используются ретроспективные данные, накопленные в хранилище разработанной при участии авторов информационно-аналитической системы ведения топливно-энергетических балансов региона.

Результаты: Выполнен анализ энергоёмкости валового регионального продукта, включая декомпозиционный анализ энергопотребления для оценки результативности энергетической политики и определения ориентиров дальнейшего развития. Реализован анализ потенциала энергосбережения в различных сферах энергопотребления с использованием средних нормативов энергопотребления, установленных путем кластерного анализа данных информационно-аналитической системы, в целях выявления проблемных зон и определения адресных мероприятий. Определен состав показателей, оказывающих влияние на энергетическую безопасность, ретроспективный анализ которых целесообразно выполнять совместно с ежегодным формированием сводного топливно-энергетического баланса в целях выявления тенденций, угрожающих планомерному социально-экономическому развитию региона. Предложенные методы планирования адресных мероприятий энергетического менеджмента положены в основу создания аналитических сервисов региональной системы. Отличительной особенностью подхода является интеграция согласованных ретроспективных данных по показателям топливно-энергетических балансов с сервисами оценки и планирования программных мероприятий.

Выводы: Эффективность предложенного подхода организации энергетического менеджмента на региональном уровне подтверждается десятилетним опытом практического использования информационно-аналитической системы ведения топливно-энергетических балансов в ряде регионов Российской Федерации.

Ключевые слова: информационная поддержка энергетического менеджмента, региональная энергетическая политика, сводный топливно-энергетический баланс региона, мониторинг и оценка эффективности энергопотребления.

Information and analytic support of regional power management

I.D. Ratmanova, O.M. Gurfova
Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo, Russian Federation
E-mail: idr@ispu.ru

Abstract

Background: Energy saving and energy efficiency increasing as one of the main tools for sustainable development of the Russian economy is now becoming a problem of special relevance. This makes it more and more important to organize power management on a regional level aiming at planning targeted power-saving measures based on energy efficiency analysis. The most reasonable analysis can be made by the methods of fuel and power balance covering the whole lifecycle of energy and fuel resources. However, in practice inconsistent data provided by the Federal Statistics Service is an invalid foundation for a comprehensive fuel and power balance. This means that a methodology of monitoring, integration and coordination of different data sources should be worked out together with methods and tools for assessment and planning of targeted power-saving and energy-efficiency increasing measures.

Materials and methods: The research is based on data accumulated in the information analytic system of fuel and energy balances developed with the involvement of the authors.

Results: The article analyzes gross regional product energy intensity. It includes decomposition analysis of power consumption aimed at assessing regional power management efficiency and determining the vectors of future development. Analysis of energy saving resources in different fields of power consumption has been conducted using average power consumption rates calculated by cluster analysis of moving annualised data accumulated within the analytic system for detecting bottlenecks and specifying targeted measures. The article determines the indices affecting energy security. It is desirable to make a retrospective analysis of these data together with annual generation of integrated fuel and energy

balance to detect trends threatening systematic social and economic development of the region. The proposed methods of planning targeted power management measures are the basis of a number of analytic services of the regional system. It is specially noted that integration of coordinated annualised values of fuel and energy balance indexes with the services for assessment and planning of basic targeted measures is a hallmark of the approach under consideration.

Conclusions: The article states that the efficiency of the proposed approach to regional power management support has been verified by 10 years of operational experience in a number of regions.

Key words: power management information support, regional power policy, integrated fuel and energy balance of the region, monitoring and assessment of power-consumption efficiency.

DOI: 10.17588/2072-2672.2017.5.059-068

Невозможно управлять тем, что нельзя измерить.
Дэйвид Нортон, Роберт Каплан

Введение. Оценка эффективности сложных систем, и энергоэффективности в частности, – процесс непростой, и как правило, системный и многофакторный. В настоящее время определены целевые показатели в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, которые используются для оценки энергетического менеджмента на региональном уровне. В методике расчета значений целевых показателей (Приказ Минэнерго РФ от 30 июня 2014 г. № 399) предложены формулы для их расчета. При этом отсутствуют критерии оценки значений показателей. Следует заметить, что величины планируемых и фактических значений целевых показателей энергоэффективности в программах энергосбережения регионов различаются в десятки раз. Вместе с тем ретроспективный анализ укрупненных значений целевых показателей не позволяет выполнять объективную оценку эффективности энергопотребления и принимать обоснованные решения, направленные на повышение энергетической эффективности. В частности, опираться только на ретроспективу значений энергоемкости валового регионального продукта (ВРП) как основного целевого показателя энергетической эффективности недостаточно по ряду причин.

В методике Федерального статистического наблюдения отсутствует построение сводного топливно-энергетического баланса (ТЭБ) региона и, как следствие, обоснованное определение величины энергоемкости ВРП (частное от деления первичного потребления энергоресурсов из сводного ТЭБ на величину валового регионального продукта). Росстат просто констатирует величину энергоемкости ВРП, а соответствующие региональные исполнительные органы отчитываются о темпах изменения значения показателя.

На уровне регионов в основном также отсутствует практика составления корректно сформированных сводных топливно-энергетических балансов. Вместе с тем именно ТЭБ отражает полное количественное соответствие потоков всех видов топливно-энергетических ресурсов между стадиями добычи, переработки, преобразования, транспорта, распределения, хранения, конечного использования. На основе показателей баланса можно выполнять оценку результативности программных мероприятий и обоснованно определять ориентиры дальнейшего развития.

В связи с тем, что регионы очень сильно разнятся по структуре потребления энергетических ресурсов, не представляется возможным выполнить их сравнение по величине энергоемкости валового регионального продукта. Рядом авторов на основе анализа удельных показателей (таких как потребление энергии в расчете на душу населения, доля энергоемких отраслей промышленности, среднедушевые денежные доходы населения) выполнена типология регионов по показателям энергоэффективности в целях учета специфики определенных групп при разработке энергоэффективной политики [1, 2]. По указанным показателям регионы разделены на кластеры, в рамках которых унифицируется выполнение оценки и планирование соответствующих мероприятий по повышению эффективности энергопотребления. Определены основные направления снижения энергоемкости ВРП: сокращение потерь и непроизводительных расходов топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в различных секторах экономики; рост экономики региона за счет производств с низкой энергоемкостью, сферы услуг, малого бизнеса, туризма и др.; освоение новой энергоэффективной техники и активное развитие возобновляемых ис-

точников энергии. В каждом конкретном случае их сочетание является индивидуальным. Для регионов с низким значением потребления энергии в расчете на душу населения требуется элементарный рост энерговооруженности. При этом следует заметить, что указанные исследования лишь частично решают проблему организации энергетического анализа.

Ниже изложен подход к организации энергетического анализа, направленного на оценку и определение ориентиров региональной энергетической политики. В качестве энергетической базовой линии используется система топливно-энергетических балансов, показатели которых накапливаются в региональной информационно-аналитической системе (ИАС). Ретроспективный анализ показателей балансов является основой оценки энергетической результативности и обоснованного планирования программных мероприятий.

Используемые материалы. В целях решения проблем оценки энергоэффективности отработана технология формирования системы топливно-энергетических балансов на основе консолидации данных мониторинга определенной совокупности поставщиков топливно-энергетических ресурсов, форм федерального статистического наблюдения, а также открытых сведений в сети Интернет.

В рамках информационно-аналитической системы ведения топливно-энергетических балансов (ИАС ТЭБ) выполняется интеграция информации по следующим ресурсам: нефть, газ попутный нефтяной, нефтепродукты (газ нефтеперерабатывающих предприятий, газ сжиженный углеводородный, мазут, топливо дизельное, топливо печное бытовое, бензин, керосин, газотурбинное и прочее моторное топливо, прочие нефтепродукты), газ природный, газ сжиженный природный, уголь, кокс металлургический, газ горючий искусственный коксовый, дрова, торф, прочее твердое топливо, вторичные энергоресурсы (ВЭР), биогаз, атомная энергия, гидроэнергия и нетрадиционные возобновляемые источники энергии (ВЭИ), тепловая энергия, электрическая энергия. Как уже было сказано, в качестве одного из источников информации используются данные мониторинга определенного круга поставщиков ТЭР. Для этого анализируются виды деятельности в сфере топливно-

энергетического комплекса (ТЭК), включая электроснабжение, теплоснабжение, газоснабжение, нефтедобычу и нефтепереработку, добычу угля, торфодобычу, лесозаготовки, торговлю топливом. В целях идентификации поставщиков ТЭР в регионе используется подборка порядка шестидесяти видов экономической деятельности по Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД).

Сервисы ИАС ТЭБ позволяют выполнять интеграцию и согласование информации различных источников с минимизацией статистических отклонений, а также интегрировать показатели балансов в специализированной аналитической витрине данных. Система внедрена в ряде регионов Российской Федерации, накоплена большая ретроспектива данных по показателям топливно-энергетических балансов и сопутствующих им параметров. Анализ информации позволяет с помощью методов интеллектуального анализа данных определять средние нормативы энергопотребления, используемые в процессе оценки.

Предлагается при оценке результативности региональной энергетической политики использовать три вида анализа, включая:

1) анализ энергоемкости валового регионального продукта с декомпозиционным анализом энергопотребления определенных сфер экономической деятельности в целях оценки результативности программ (подпрограмм) энергосбережения;

2) анализ потенциала энергосбережения в различных сферах потребления топливно-энергетических ресурсов в целях определения проблемных зон и обоснованного (адресного) планирования программных мероприятий;

3) анализ показателей, оказывающих влияние на энергетическую безопасность, в целях выявления тенденций, угрожающих планомерному социально-экономическому развитию региона.

Методы исследования. Анализ энергоемкости валового регионального продукта. На величину энергоемкости ВРП, наряду с результатами достигнутой энергоэффективности, влияют структурные сдвиги в экономике региона, увеличение экономической активности в отдельных ее секторах, рост цен на энергоносители и т. д. В связи с этим целесообразно использовать методы декомпозиции вкла-

да отдельных факторов в динамику энергоёмкости ВРП [3]. Эти подходы базируются на экономической теории индексов, которая адаптирована и продолжает развиваться в работах зарубежных и отечественных специалистов. В Российскую систему оценки энергоэффективности существенный вклад внес руководитель Центра по эффективному использованию энергии (ООО «ЦЭНЭФ», г. Москва) Игорь Алексеевич Башмаков. Исследования отечественного ученого положены в основу декомпозиционного анализа энергопотребления в рамках системы ведения топливно-энергетических балансов региона.

Повышение энергоэффективности связано со снижением энергоёмкости валового регионального продукта, т.е. снижением удельного расхода энергии на производство единицы полезного продукта, услуги или работы. Снижение энергоёмкости может происходить не только по причине совершенствования технологий, но и по другим причинам. В частности, существенную роль могут играть структурные сдвиги в экономике региона (изменение удельного веса разных по уровню энергоёмкости видов экономической деятельности), погодные условия, цены на энергоносители и др. Кроме того, в различных сферах экономической деятельности могут наблюдаться как отрицательные, так и положительные тенденции. Таким образом, необходим декомпозиционный анализ влияния на энергопотребление различных факторов, включая энергоэффективность.

В основу декомпозиционного анализа положен метод логарифмических средних индексов Дивизиа (LMDI – Logarithmic Mean Divisia Index). Исследуется каждый i -й сектор определенной сферы деятельности. Предполагается, что на изменение энергопотребления могут оказывать влияние три фактора: активность, структура, энергоёмкость (интенсивность). Для этого введем обозначения: A («активность») – совокупные объемы производства в исследуемых секторах; S («структура») – секторальная структура, определяемая как отношение производства в отдельно взятом секторе к общему объему производства; I («интенсивность») – энергоёмкость производства как отношение потребляемых ресурсов к общему объему производства.

Изменение потребления ресурсов за определенный период определяется как

$$\Delta E = E^t - E^0, \quad (1)$$

где E^t – энергопотребление в t -й (анализируемый) год; E^0 – энергопотребление в 0-й (базовый) год.

В соответствии с вышесказанным, изменение потребления декомпозируется на три фактора (остаточными изменениями пренебрегаем):

$$\Delta E = \Delta E_A + \Delta E_S + \Delta E_I. \quad (2)$$

Воздействие активности (A) на изменение энергопотребления определяется по формуле

$$\Delta E_A = \sum_i G(E_i^t, E_i^0) * \ln \frac{A^t}{A^0}. \quad (3)$$

При этом логарифмическое среднее потребление i -го сектора в анализируемом периоде времени определяется по формуле

$$G(E_i^t, E_i^0) = \frac{E_i^t - E_i^0}{\ln E_i^t - \ln E_i^0}. \quad (4)$$

Воздействие структуры (S) на изменение энергопотребления определяется по формуле

$$\Delta E_S = \sum_i G(E_i^t, E_i^0) * \ln \left(\frac{S_i^t}{S_i^0} \right). \quad (5)$$

Воздействие интенсивности (I) на изменение энергопотребления определяется по формуле

$$\Delta E_I = \sum_i G(E_i^t, E_i^0) * \ln \left(\frac{I_i^t}{I_i^0} \right). \quad (6)$$

В качестве примера проанализированы значения показателей топливно-энергетических балансов одного из регионов России, накопленные в ИАС ТЭБ. На рис. 1 приведена динамика ВРП, энергоёмкости ВРП и потребления первичной энергии за 2008–2014 гг. Анализ графиков изменения показывает, что ВРП растет быстрее потребления первичной энергии. В связи с этим энергоёмкость ВРП падает, потребление энергоресурсов снижается. Это положительная тенденция.

Дальнейший анализ направлен на отделение энергоэффективности от других факторов, влияющих на энергопотребление. Учитывая то, что существенная доля топливно-энергетических ресурсов теряется в процессе переработки, преобразования, транспорта и распределения ТЭР (вторая полка сводного ТЭБ), представляется целесообразным выполнить много-

факторный декомпозиционный анализ энергопотребления в секторе преобразования энергии (включая тепловые электрические станции, гидроэлектростанции, промышленные блок-станции и котель-

ные). Фрагмент выполнения декомпозиционного анализа на основе формул (1)–(6) приведен на рис. 2. На рис. 3 показаны результаты ретроспективного анализа энергоэффективности работы субъектов ТЭК.

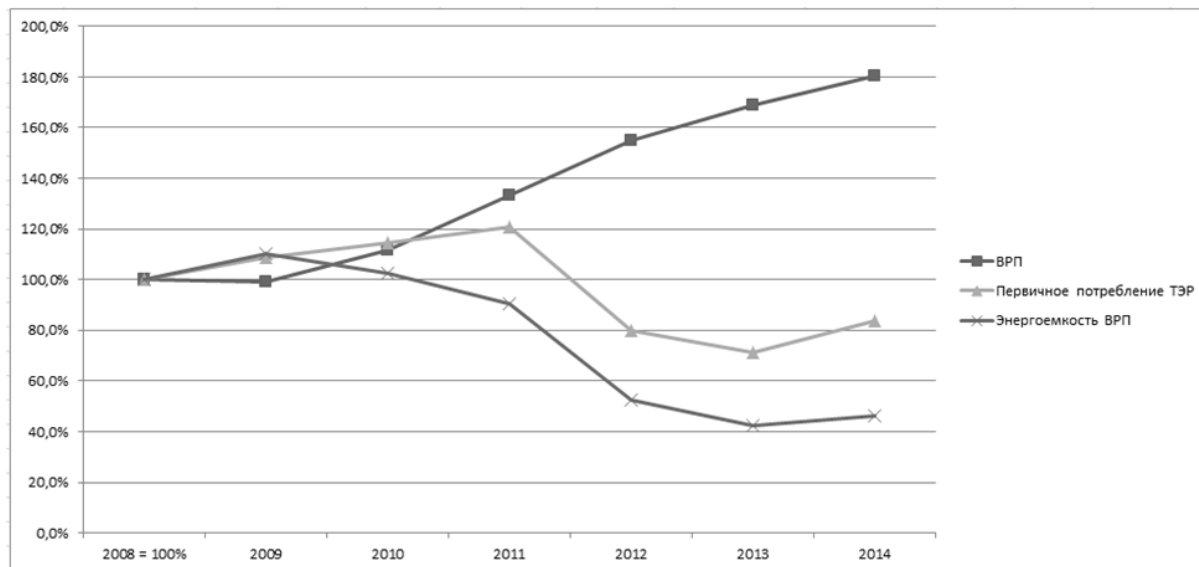


Рис. 1. Динамика изменения основных показателей энергоэффективности исследуемого региона

| Исходные данные | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Потребление | | | | | | | |
| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Электростанции | 1 620 111,00 | 1 473 193,00 | 1 529 451,90 | 1 471 022,32 | 1 455 169,00 | 1 375 151,00 | 1 231 225,66 |
| ГЭС | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Котельные | 1 567 565,30 | 1 727 396,74 | 1 691 850,80 | 1 768 154,12 | 1 993 740,77 | 1 997 773,19 | 1 750 510,55 |
| Блок-станции | 163 114,00 | 157 523,00 | 166 753,00 | 158 276,00 | 170 018,45 | 165 232,87 | 168 459,67 |
| Производство | | | | | | | |
| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Электростанции | 1 106 235,09 | 1 010 127,96 | 1 042 796,50 | 978 985,07 | 1 001 087,33 | 940 181,66 | 869 280,70 |
| ГЭС | 158 469,26 | 218 557,51 | 185 451,73 | 188 898,21 | 188 325,30 | 202 106,78 | 106 183,48 |
| Котельные | 1 605 749,22 | 1 616 400,10 | 1 599 642,68 | 1 602 996,55 | 1 583 791,43 | 1 559 994,98 | 1 444 566,55 |
| Блок-станции | 151 188,70 | 148 696,40 | 153 174,00 | 148 598,68 | 152 505,52 | 151 714,40 | 149 991,77 |
| Расчёты | | | | | | | |
| Базовый (2008) | | | | | | | |
| | Потребление | Производство | Структура(Пр/Общ) | Интенсивность(Потр/Произ.) | | | |
| Электростанции | 1 620 111,00 | 1 106 235,09 | 0,3661039 | 1,4645269 | | | |
| ГЭС | 0,00 | 158 469,26 | 0,0524447 | 0,0000000 | | | |
| Котельные | 1 567 565,30 | 1 605 749,22 | 0,5314161 | 0,9762205 | | | |
| Блок-станции | 163 114,00 | 151 188,70 | 0,0500353 | 1,0788769 | | | |
| Общее | 3 350 790,30 | 3 021 642,27 | 1 | 1,10893018 | | | |
| Целевой(2014) | | | | | | | |
| | Потребление | Производство | Структура(Пр/Общ) | Интенсивность(Потр/Произ.) | | | |
| Электростанции | 1 231 225,66 | 869 280,70 | 0,3382386 | 1,4163729 | | | |
| ГЭС | 0,00 | 106 183,48 | 0,0413162 | 0,0000000 | | | |
| Котельные | 1 750 510,55 | 1 444 566,55 | 0,5620832 | 1,2117895 | | | |
| Блок-станции | 168 459,67 | 149 991,77 | 0,0583620 | 1,1231261 | | | |
| Общее | 3 150 195,88 | 2 570 022,50 | 1 | 1,2257464 | | | |
| Результат | | | | | | | |
| | Логарифм. среднее | Изменение (A) | Изменение (S) | Изменение (I) | | | |
| Электростанции | 1 416 784,2292192 | -229 357,2866083 | -112 160,8563611 | -47 367,1970305 | | | |
| Котельные | 1 657 355,4167618 | -268 302,3522527 | 92 985,4075277 | 358 262,1947250 | | | |
| Блок-станции | 165 772,4700834 | -26 836,2134110 | 25 518,6019465 | 6 663,2814645 | | | |
| Итого | | | | | | | |
| Вклад активности | Вклад структуры | Вклад интенсивности | | Общее изменение потребления | | | |
| -524 495,85 | 6 343,15 | 317 558,28 | | -200 594,42 | | | |

Рис. 2. Фрагмент выполнения декомпозиционного анализа

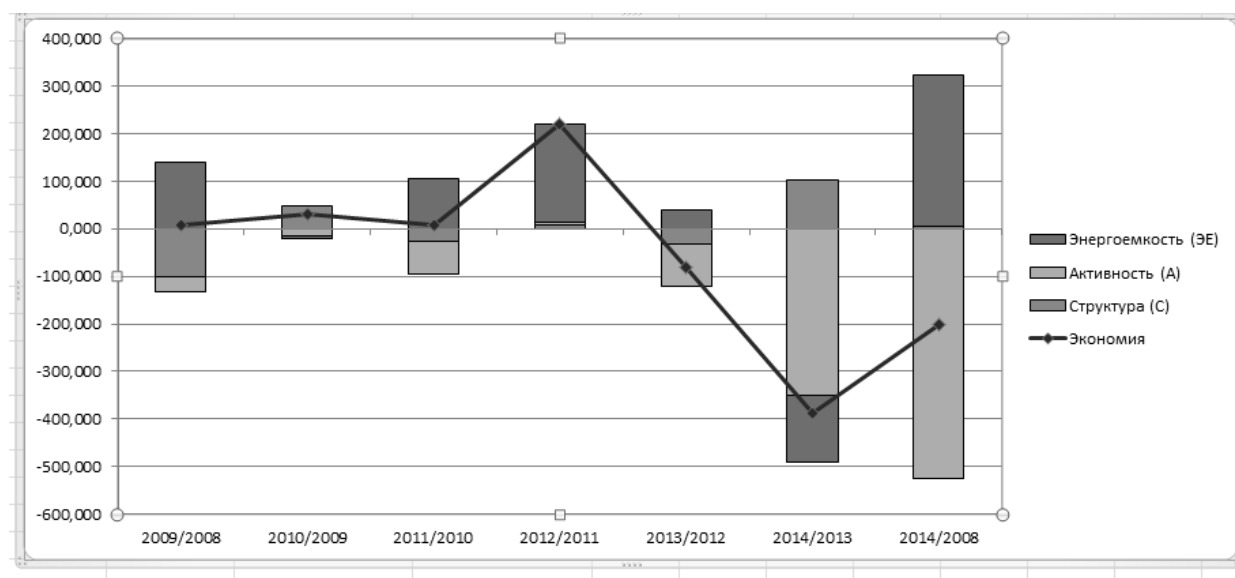


Рис. 3. Декомпозиция факторов, определяющих динамику потребления первичной энергии в 2008–2014 гг., в секторе преобразования энергии

Полученные результаты свидетельствуют, что в сфере электро- и теплоснабжения ТЭК региона экономия энергии в основном определена снижением активности деятельности. Отрицательную роль сыграло снижение эффективности работы котельных и промышленных блок-станций (рис. 3). Таким образом, можно констатировать отрицательные результаты энергосберегающей политики в исследуемой сфере.

Аналогичным образом могут быть исследованы другие сферы экономической деятельности.

По результатам анализа в целях определения адресных мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности, требуется оценка эффективности функционирования соответствующих энергетических объектов. В ИАС ТЭБ создан, в частности, аналитический сервис, ориентированный на экспертную оценку эффективности работы котельных, позволяющий определить в каждом муниципальном образовании самые проблемные источники тепловой энергии [4].

Анализ потенциала энергосбережения. Одним из подходов к принятию обоснованных решений в области энергосбережения и повышения энергоэффективности в сфере энергопотребления (например, в бюджетной сфере, жилищном комплексе, определенных отраслях промышленности и др.) является оценка степени реализации потенциала повышения энергоэффективности. При этом в процентах определяется отношение фактическо-

го объема потребления энергии (при допущении, что удельные расходы энергии соответствуют лучшим технологиям) к объему энергии при фактических удельных расходах энергии. Потенциал энергосбережения равен остатку при вычитании полученной величины из 100 %. Таким образом, сферы, где потенциал энергосбережения достаточно велик, требуют пристального внимания при формировании программных мероприятий.

Для выполнения оценки потенциала энергосбережения необходимы обоснованные нормативы энергопотребления. Одним из подходов к решению этой проблемы является регулярный мониторинг энергопотребления, кластеризация потребителей энергоресурсов с определением средних нормативов (типовых удельных расходов потребления).

В качестве примера выполнена оценка потенциала энергосбережения в бюджетной сфере области. В рамках ИАС ТЭБ отработана технология ежегодного мониторинга энергопотребления в государственном и муниципальном секторе на основе паспортизации субъектов и принадлежащих им объектов (зданий и сооружений). Система успешно функционирует в ряде регионов России. На основе информации, накопленной в региональном хранилище данных ИАС ТЭБ, выполнено исследование типологии энергопотребления с формированием кластеров потребителей энергоресурсов, включая:

- органы управления (офисы);
- школы;

- дошкольные образовательные учреждения;
- учебные заведения (ПТУ, колледжи);
- учебные заведения с общежитиями;
- центры детского творчества;
- интернаты учебные;
- интернаты социальные (психоневрологические, дома-интернаты для престарелых);
- социально-реабилитационные центры;
- стационары;
- поликлиники;
- культурно-просветительные учреждения;
- спортивные сооружения;
- пожарные депо;
- службы благоустройства;
- базы отдыха;
- дорожные службы;
- автотранспортные предприятия.

В качестве целевых показателей энергетической эффективности бюджетных учреждений используются удельные расходы тепловой и электрической энергии, а также удельное водопотребление.

Ретроспективный анализ информации позволил определить средние нормативы энергопотребления для определенных кластеров потребителей. На основе утвержденных нормативов и известных характеристик организаций (отапливаемой площади, количества потребителей) рассчитываются лимиты потребления ТЭР, а также определяется потенциал энергосбережения. При этом потенциал может быть определен в разрезе каждой организации, организационной структуры (министерства/департамента), конкретного муниципального образования.

Введем обозначения установленных средних нормативов потребления тепловой энергии, электрической энергии, холодной воды и горячей воды для каждого k -го кластера: $N_k^{ТЭ}$, $N_k^{ЭЭ}$, $N_k^{ХВ}$, $N_k^{ГВ}$.

Потенциал энергосбережения по тепловой энергии для соответствующей организационной структуры определяется по формуле

$$PS^{ТЭ} = 100 - \frac{\sum_i N_k^{ТЭ} * S_i}{\sum_i C_i^{ТЭ}} * 100(\%), \quad (7)$$

где S_i – отапливаемая площадь; $C_i^{ТЭ}$ – фактическое потребление тепловой энергии.

Соответственно, потенциал энергосбережения по электрической энергии определяется как

$$PS^{ЭЭ} = 100 - \frac{\sum_i N_k^{ЭЭ} * Q_i}{\sum_i C_i^{ЭЭ}} * 100(\%), \quad (8)$$

где Q_i – численность потребителей (возможно использование освещаемой площади); $C_i^{ЭЭ}$ – фактическое потребление электрической энергии.

Потенциал энергосбережения по холодному водоснабжению определяется как

$$PS^{ХВ} = 100 - \frac{\sum_i N_k^{ХВ} * Q_i}{\sum_i C_i^{ХВ}} * 100(\%), \quad (9)$$

где Q_i – численность потребителей; $C_i^{ХВ}$ – фактическое потребление холодной воды.

Потенциал энергосбережения по горячему водоснабжению определяется как

$$PS^{ГВ} = 100 - \frac{\sum_i N_k^{ГВ} * Q_i}{\sum_i C_i^{ГВ}} * 100(\%), \quad (10)$$

где Q_i – численность потребителей; $C_i^{ГВ}$ – фактическое потребление горячей воды.

На рис. 4 приведен фрагмент анализа потенциала энергосбережения. При этом в государственном секторе одного из регионов исследованы органы исполнительной власти, осуществляющие функции в области труда и социальных вопросов. Определены организации, обладающие потенциалом энергосбережения. Данная информация может быть положена в основу планирования программных мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности в исследуемом секторе.

Анализ показателей энергетической безопасности. При формировании региональной энергетической политики в условиях разделения властных функций и прав собственности ответственность за топливо, тепло- и электроснабжение возлагается на региональные власти. Стратегической целью региональной энергетической политики является создание устойчивой и способной к саморегулированию системы обеспечения региональной энергетической безопасности с учетом оптимизации территориальной структуры производства и потребления топливно-энергетических ресурсов.

| Год 2015 Организация-потребитель | Показатель, Вид показателя | | | | |
|-------------------------------------|--|-------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------|
| | Потребление холодной воды в натуральных единицах, м3 | | | Общая численность потребителей, чел. | Потенциал |
| | Фактическое | Эффективное | Средний норматив на чел | Фактическое | % |
| Социальный реабилитационный центр | 1 838,00 | 1 219,10 | 16,70 | 73,00 | 33,7 |
| Социальный реабилитационный центр | 1 372,91 | 2 505,00 | 16,70 | 150,00 | |
| Социальный реабилитационный центр | 2 291,00 | 1 953,90 | 16,70 | 117,00 | 4,8 |
| Социальный реабилитационный центр | 926,00 | 901,80 | 16,70 | 54,00 | 2,7 |
| Социальный реабилитационный центр | 2 835,00 | 3 206,40 | 16,70 | 192,00 | |
| Интернат социальный | 4 404,81 | 7 326,00 | 36,63 | 200,00 | |
| Интернат социальный | 22 467,00 | 28 058,58 | 36,63 | 766,00 | |
| Интернат социальный | 7 492,00 | 13 589,73 | 36,63 | 371,00 | |
| Интернат социальный | 1 313,00 | 1 052,10 | 16,70 | 63,00 | 7,2 |
| Интернат социальный | 9 207,00 | 17 362,62 | 36,63 | 474,00 | |
| Интернат социальный | 7 894,98 | 14 175,81 | 36,63 | 387,00 | |
| Интернат социальный | 17 736,00 | 7 142,85 | 36,63 | 195,00 | 59,8 |
| Социальный реабилитационный центр | 1 515,00 | 1 102,20 | 16,70 | 66,00 | 27,2 |
| Социальный реабилитационный центр | 3 193,20 | 1 803,60 | 16,70 | 108,00 | 43,5 |
| Социальный реабилитационный центр | 578,00 | 918,50 | 16,70 | 55,00 | |
| Социальный реабилитационный центр | 246,58 | 651,30 | 16,70 | 39,00 | |
| Социальный реабилитационный центр | 2 317,00 | 2 571,80 | 16,70 | 154,00 | |
| Интернат социальный | 593,00 | 2 051,28 | 36,63 | 56,00 | |
| Интернат социальный | 24 562,00 | 22 490,82 | 36,63 | 614,00 | 8,4 |
| Интернат социальный | 10 888,50 | 11 282,04 | 36,63 | 308,00 | |
| Интернат социальный | 12 808,00 | 13 406,58 | 36,63 | 366,00 | |
| Интернат социальный | 4 421,00 | 3 736,26 | 36,63 | 102,00 | 15,5 |
| Интернат социальный | 1 551,18 | 9 999,99 | 36,63 | 273,00 | |
| Социальный реабилитационный центр | 2 160,68 | 2 254,50 | 16,70 | 135,00 | |
| Социальный реабилитационный центр | 1 287,00 | 1 486,30 | 16,70 | 89,00 | |
| Интернат социальный | 21 552,97 | 14 615,37 | 36,63 | 399,00 | 38,2 |
| Социальный реабилитационный центр | 1 478,00 | 2 120,90 | 16,70 | 127,00 | |

Рис. 4. Анализ величины потенциала энергосбережения в органах исполнительной власти, осуществляющих функции в области труда и социальных вопросов, государственного сектора регион

Оценка состояния и уровня энергетической безопасности производится путем выбора индикаторов, характеризующих свойства ТЭК при выполнении им основных функций и в целях предотвращения энергетических угроз.

Специалистами Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук разработана методика оценки уровня энергетической безопасности, основанная на индикативном подходе [5]. Определены индикаторы энергетической безопасности, а также их пороговые значения, предложен механизм свертки значений индикаторов с определением состояния энергетической безопасности региона (нормальное, предкризисное, кризисное). Исследованы стратегические угрозы, чреватые долговременным и масштабным сдерживанием темпов развития национальной экономики.

Принимая во внимание разработанные подходы, а также обобщая опыт подготовки аналитических докладов по оценке уровня энергопотребления в регионах на основе ИАС ТЭБ, сформирован перечень

показателей, оказывающих влияние на уровень энергетической безопасности (см. таблицу). При подготовке ежегодного отчета по сводному топливно-энергетическому балансу на их основе целесообразно выполнять оценку положительных и отрицательных тенденций изменения уровня энергопотребления в регионе. Для этого используется созданная система регламентированных отчетов.

Выводы. Рассматриваемая технология информационной поддержки энергетического менеджмента была апробирована совместно с органами исполнительной власти ряда регионов Российской Федерации, курирующими региональную энергетическую политику. При этом следует заметить, что результативность решений зависит от лиц, принимающих решения на основе предоставленной аналитической информации.

Аналитические сервисы ИАС ТЭБ, созданные на основе рассмотренных методов, могут использоваться регионами для оценки и планирования программных мероприятий в области энергосбережения и повышения энергоэффективности.

Показатели, оказывающие влияние на уровень энергетической безопасности региона

| № п/п | Наименование показателя | Критерий оценки |
|------------------------------------|---|---|
| Блок первичного потребления | | |
| 1. | Энергоемкость валового регионального продукта, т у.т/млн руб. | Планомерное снижение (возможен обеспокоенный рост) |
| 2. | Доля возобновляемых энергетических ресурсов и (или) вторичных энергетических ресурсов в общем объеме первичных энергетических ресурсов, % | Анализ положительной динамики (рост) |
| 3. | Доля собственных ресурсов, произведенных на территории субъекта, в общем объеме потребления первичной энергии, % | Анализ положительной динамики (рост) |
| 4. | Удельный расход энергоресурсов на душу населения, т у.т/чел. | Сравнение с данными по РФ, другими регионами |
| Блок преобразования энергии | | |
| 5. | Коэффициент полезного использования энергии в ТЭК региона (в целом по балансу, а также в разрезе электростанций, котельных, других субъектов ТЭК), % | Анализ положительной динамики (рост) |
| 6. | Удельный расход топлива на выработку электрической энергии (ЭЭ) тепловыми электростанциями, г у.т/кВт*ч | Сравнение с данными по РФ |
| 7. | Удельный расход топлива на выработку тепловой энергии (ТЭ) тепловыми электростанциями, кг у.т/Гкал | Сравнение с данными по РФ |
| 8. | Доля объема производства ЭЭ генерирующими объектами, функционирующими на основе использования ВЭИ, в совокупном объеме производства ЭЭ на территории субъекта РФ, % | Анализ положительной динамики (рост) |
| 9. | Доля ВЭИ и ВЭР в производстве тепловой энергии, % | Анализ положительной динамики (рост) |
| 10. | Доля покрытия потребности в тепловой энергии от централизованных источников теплоснабжения в суммарном потреблении, % | Анализ положительной динамики (рост) |
| 11. | Доля потерь ЭЭ при ее передаче по распределительным сетям в общем объеме переданной ЭЭ, % | Анализ положительной динамики (снижение) Сравнение с данными по РФ |
| 12. | Доля потерь ТЭ при передаче в общем объеме переданной ТЭ, % | Анализ положительной динамики (снижение) Сравнение с данными по РФ |
| 13. | Доля расхода на собственные нужды электростанций, % | Анализ положительной динамики (снижение) Сравнение с данными по РФ |
| 14. | Средний коэффициент полезного действия котельных коммунальной сферы, % | Анализ положительной динамики (рост) |
| Блок конечного потребления | | |
| 15. | Душевое потребление ЭЭ региона, тыс. кВт*ч/чел. | Сравнение с данными по РФ, другими регионами |
| 16. | Душевое потребление ТЭ, Гкал/чел. | Сравнение с данными по РФ, другими регионами |
| 17. | Доля энергоемких промышленных потребителей в структуре электропотребления региона, % | Влияние на оценку энергоемкости ВРП |

Список литературы

1. **Гашо Е.Г., Степанова М.В.** Развитие регионов через повышение энергоэффективности // Региональная энергетика: новые тенденции и подходы. – 2015. – № 3. – С. 59–65.
2. **Белова Т.Д.** Типология регионов РФ по ключевым показателям энергоэффективности // Вестник ИГЭУ. – 2015. – Вып. 4. – С. 70–75.
3. **Башмаков И.А., Мышак А.Д.** Измерение и учет энергоэффективности // Академия энергетике. – 2012. – № 4. – С. 66–75.
4. **Ратманова И.Д., Гурфова О.М.** Подход к организации технического контроллинга в сфере коммунального теплоснабжения // Вестник ИГЭУ. – 2012. – Вып. 4. – С. 71–75.
5. **Сендеров С.М., Смирнова Е.М.** Оценка уровня энергетической безопасности регионов России и основные принципы создания системы мониторинга энергетической безопасности // Сборник трудов XVII Междунар. науч.-практ. конф. по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций «Проблемы устойчивости функционирования стран и регионов в условиях кризисов и катастроф современной цивилизации». – М.: Изд-во ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012. – С. 112–125.

References

1. Gasho, E.G., Stepanova, M.V. Razvitiye regionov cherez povysheniye energoeffektivnosti [Regions development through increasing power efficiency]. *Regional'naya energetika: novye tendentsii i podkhody*, 2015, no. 3, pp. 59–65.
2. Belova, T.D. Tipologiya regionov RF po klyuchevym pokazatelyam energoeffektivnosti [Typology of the Russian Federation regions based on key power-efficiency indexes]. *Vestnik IGEU*, 2015, issue 4, pp. 70–75.
3. Bashmakov, I.A., Myshak, A.D. Izmereniye i uchet energoeffektivnosti [Power-efficiency fiscal metering]. *Akademiya energetiki*, 2012, no. 4, pp. 66–75.
4. Ratmanova, I.D., Gurfova, O.M. Podkhod k organizatsii tekhnicheskogo kontrollinga v sfere kommunalnogo teplosnabzheniya [Approach to technical controlling at thermal engineering facilities]. *Vestnik IGEU*, 2012, issue 4, pp. 71–75.
5. Senderov, S.M., Smirnova, E.M. Otsenka urovnya energeticheskoy bezopasnosti regionov Rossii i osnovnye printsipy sozdaniya sistemy monitoringa energeticheskoy bezopasnosti [Assessment of energy supply security in Russian regions and basic principles

of development of energy security monitoring system]. *Sbornik trudov XVII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii po problemam zashchity naseleniya i territoriy ot chrezvychnykh situatsiy «Problemy ustoychivosti funktsionirovaniya stran i regionov v usloviyakh krizisov i katastrof sovremennoy*

tsivilizatsii» [Collected works of the XVII International research and practice conference on fire and disaster prevention «Questions of sustainable operation of countries and regions during the crises and disasters of the modern civilization»]. Moscow, FGU VNII GOCHS (FTS), 2012, pp. 112–125.

Ратманова Ирина Дмитриевна,

ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
доктор технических наук, профессор кафедры программного обеспечения компьютерных систем,
телефон (4932) 26-98-34,
e-mail: idr@ispu.ru

Ratmanova Irina Dmitrievna,

Ivanovo State Power Engineering University,
Doctor of Engineering Sciences (Post-doctoral degree), Professor of the Computer Software Department,
tel. (4932) 26-98-34,
e-mail: idr@ispu.ru

Гурфова Ольга Михайловна,

ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
аспирант кафедры программного обеспечения компьютерных систем,
телефон (4932) 26-98-33,
e-mail: omgur@mail.ru

Gurfova Olga Mikhailovna,

Ivanovo State Power Engineering University,
Post-graduate Student of the Computer Software Department,
tel. (4932) 26-98-33,
e-mail: omgur@mail.ru