

# ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

2011  
**4**  
ИЮЛЬ -  
АВГУСТ



Методология экспресс-оценки потенциала энергосбережения муниципального образования (региона)

(стр. 9)



Эффективность ветро-дизельной электрической станции

(стр. 16)

Об утверждении правил осуществления государственного контроля за соблюдением требований законодательства об энергосбережении  
(стр. 49)

**ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ**

УДК 620.9 / 338.465.4

**Экспресс-оценка потенциала энергосбережения  
муниципального образования (региона)****А. В. Кожевников,**

ООО «Энергоконтрольсистема», генеральный директор

**С. М. Карпенко,**

МИЭЭ, заведующий кафедрой энергоменеджмента, кандидат технических наук, доцент

**В. С. Макаров,**

МИЭЭ, доцент кафедры промышленной и коммунальной энергетики, кандидат технических наук

**В. Г. Рьжков,**

ООО «Тансис», генеральный директор

*Для экспресс-оценки потенциала энергосбережения муниципального образования или региона в условиях недостаточности информации, а также времени и средств для проведения полноценных энергетических обследований каждого из объектов в отдельности предлагается авторская методология.*

**Ключевые слова:** энергоэффективность, потенциал энергосбережения, экономический эффект, экспресс-оценка.

**Введение**

Проводимая в последние годы Правительством Российской Федерации политика в области энергосбережения прямо обозначила высочайший приоритет вопросов энергосбережения и повышения энергоэффективности [1–3].

Как построить политику экономии ресурсов в конкретном муниципальном образовании, каков потенциал энергосбережения этого образования, и вообще – с чего начинать? Подобные вопросы неизбежно встают перед руководителем муниципального образования (региона), который должен соблюдать закон, но при этом имеет ограниченные ресурсы – как денежные, так и кадровые.

Решение любой инженерной задачи почти всегда представляет собой компромисс между самыми различными требованиями – трудоёмкостью, качеством произведённых работ, их стоимостью, сроками исполнения и т. д. Не вызывает сомнения, что при проведении классического энергетического обследования с надлежащим качеством результат работ будет отражать все присущие объекту индивидуальные особенности. Однако также ясно, что подробное исследование, включая инструментальное обследование, является весьма трудоёмкой и дорогостоящей работой, результатом которой может быть и ответ, что потенциал энергосбережения конкретного объекта равен или близок к нулю.

Предлагаемая авторами методология экспресс-оценки потенциала энергосбережения муниципального образования (региона) (далее – методоло-

гия) сочетает в себе необходимую степень детализации работ, выражающуюся в привязке собранных данных и всех последующих расчётов к конкретным объектам, а применение компьютерных методов обработки данных позволяет существенно снизить затраты и сроки выполнения работ. При разработке методологии авторами были использованы рекомендации [4].

**Общее описание**

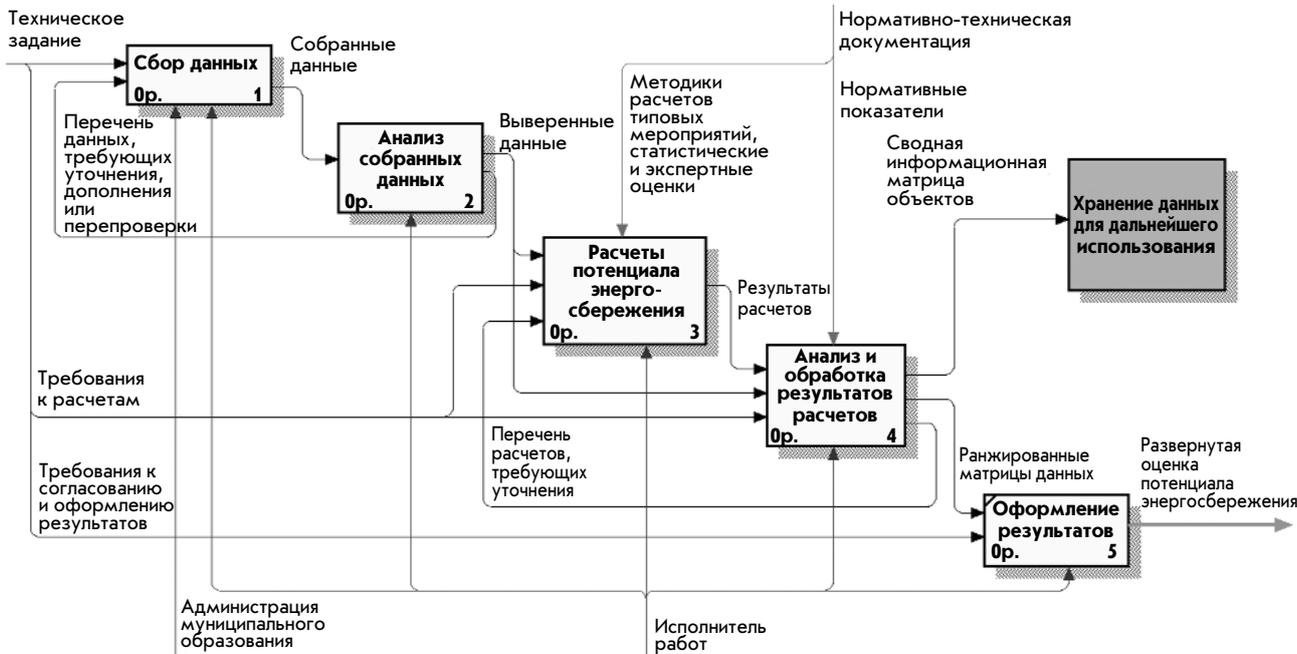
Данная методология представляет из себя частично автоматизированный процесс получения и обработки двумерной матрицы данных, при котором (рис. 1):

- с использованием административных методов собираются данные об объектах муниципального образования по единой опросной форме, предназначенной для последующей компьютерной обработки;
- с использованием автоматизированных алгоритмов осуществляется анализ достоверности и применимости собранных данных, их выверка, уточнение и восстановление;
- на основании типовых методик, статистических и экспертных оценок производится автоматизированный расчёт экономического эффекта от применения типовых энергосберегающих мероприятий и затрат на их осуществление на каждом из объектов муниципального образования;
- анализируются и обрабатываются результаты расчётов, составляется сводная двумерная матрица объектов, а также ранжированные матрицы данных;

– выполняется развёрнутая оценка потенциала энергосбережения, т. е. оформление всех результатов в виде эргономичного отчёта, содержащего взаимосвязанные таблицы, включающие в себя ранжированные списки объектов, потенциал энергосбережения по каждому из объектов в привязке к каждому ресурсу, а также по перечню энергосберегающих мероприятий, с указанием затрат на их проведение и сроков окупаемости.

**Сбор данных**

При проведении «классического» энергоаудита необходимые данные, как правило, собирает исполнитель работ, анализируя предоставленные ему документы и полученные им самим результаты инструментальных измерений. Одной из особенностей предлагаемой методологии экспресс-оценки потенциала энергосбережения является привлечение административного ресурса для организации сбора данных об объектах муниципального образования (рис. 2).



**Рис. 1. Общее описание методологии экспресс-оценки потенциала энергосбережения муниципального образования, выполненное в нотации IDF0**



**Рис. 2. Описание процесса сбора данных**

Сбор данных начинается с разработки исполнителем опросных форм, ориентированных на структуру управления муниципального образования, в интересах которого проводится работа, а также на характеристики исследуемых объектов.

Как показывает опыт, целесообразно сразу разделить данные опросных форм на несколько групп, каждую из которых по каждому объекту будут заполнять разные службы управляющих компаний или администрации муниципального образования (региона).

В результате работы исполнителя единая опросная форма приобретает вид таблицы (далее – информационная матрица данных), в которой по вертикали располагаются объекты, а по горизонтали – данные по ним (рис. 3).

ние оборудования и т. д.). В эти же опросные формы должны включаться сведения о потреблении энергетических ресурсов и воды, а также данные по приборам учёта;

в) *финансовые и договорные сведения об объектах* (договорные обязательства, лимиты потребления, тарифы, суммы оплаты за потреблённые ресурсы).

Параллельно с опросными формами, предназначенными для заполнения на местах, разрабатываются опросные формы для энергопоставляющих организаций. Так как последние не всегда охотно делятся имеющимися у них сведениями, целесообразно запрашивать у них данные о потреблении энергоресурсов и воды через администрацию муниципального образования (региона), в интересах которой проводятся работы.

A B C D E					J K L			AF AG AH AT AU					CN CO CP CQ CR CS CT CU																														
1 Префектура <b>СВАО</b> г. Москвы																																											
2 район <b>Алексеевский</b>																																											
3 Опросный лист 1. Общие сведения об объектах обследования												4 Опросный лист 2. Данные об энергопотреблении					5 Опросный лист 3. Применимость типовых мероприятий по энергосбережению																										
6 1.1. Идентификация объектов обследования					7 1.2. Объемно-планировочные характеристики объектов			8 2.1. Данные о расходе тепловой энергии, Гкал		9 2.2. Данные о расходе электроэнергии, кВт.ч			10 Проведение энергетических обследований и составление энергетического паспорта здания																														
11 Улица (проспект, шоссе, переулок и т.д.)					12 дом корп.			13 год постройки		14 Серия			15 строит. площадь, кв.м.		16 строит. объем, куб. м.			17 кол-во подъездов			18 2008 (факт)		19 2009 (факт)		20 2010 (январь)			21 2008 (факт)		22 2009 (факт)													
23 1 2 3 4 5												24 10 11 12			25 33 34		26 35 47 48			27 73 74 75 76 77 78 79																							
8 Гапушкина Бориса ул.												3			1			1984			И-68			4 983		34 500			1			1 301,40		1 496,61		126,59			27,92		28,48		
9 Гапушкина Бориса ул.												3			2			1986			И-68			5 274		34 036			1			1 366,87		1 571,90		132,96			26,90		27,44		
10 Гапушкина Бориса ул.												8/18			1971			Башня Вульх			5 483		28 026			1			430,71		1 645,32		139,17			32,50		33,15					
11 Гапушкина Бориса ул.												10			1			1969			Повт. прим.			5 569		24 941			3			400,66		1 610,75		136,24			44,59		45,48		
12 Гапушкина Бориса ул.												14			1			1977			Повт. прим.			4 323		21 988			3			145,78		2 467,64		208,72			38,68		39,45		
13 Гапушкина Бориса ул.												14			2			1956			Индивид			3 959		14 776			3			457,27		1 675,86		141,75			11,32		11,54		
14 Гапушкина Бориса ул.												15			1958			Повт. прим.			7 890		48 071			4			450,35		3 967,91		335,62			44,61		45,50					
15 Гапушкина Бориса ул.												16			1			1977			Повт. прим.			6 434		33 318			3			155,84		2 479,22		209,70			34,79		35,49		
16 Гапушкина Бориса ул.												17			1956			Индивид			29 996		236 369			20			447,13		13 164,20		1 113,47			154,70		157,80					
17 Гапушкина Бориса ул.												18			1973			Повт. прим.			17 789		21 119			10			558,29		5 242,04		443,39			112,66		114,91					
18 Гапушкина Бориса ул.												19			1			1977			Повт. прим.			4 872		31 725			1			221,85		1 405,12		118,85			31,04		31,67		
19 Гапушкина Бориса ул.												19			2			1981			Повт. прим.			4 778		32 812			1			250,08		1 437,80		121,60			30,72		31,34		
20 Гапушкина Бориса ул.												20			1960			Повт. прим.			6 879		30 815			5			1 836,33		2 111,78		178,62			44,59		45,48					
21 Гапушкина Бориса ул.												21			1961			Повт. прим.			6 922		31 689			5			1 906,89		2 192,92		185,48			46,27		47,20					
22 Гапушкина Бориса ул.												23			1962			Повт. прим.			9 185		41 330			6			3 761,04		4 325,20		385,84			47,58		48,53					

Рис. 3. Пример информационной матрицы данных

В единой матрице данных (опросной форме) должны содержаться:

а) *общие сведения об объектах* (адрес, тип/серия объекта, назначение, год постройки, год проведения планируемого капитального ремонта здания, количество зарегистрированных жителей и т. д.). В общие сведения об объектах также обязательно должны быть включены сведения: проводились (если да, то в каком году) или не проводились мероприятия по энергосбережению на объектах применительно к списку мероприятий, который будет предложен исполнителем в соответствии с требованиями технического задания;

б) *инженерно-технические сведения об объектах* (объемно-планировочные характеристики объектов, перечень установленного оборудования, потребляющего различные виды ресурсов, техническое состоя-

ние оборудования и т. д.). После получения от запрашиваемых организаций заполненных опросных форм все данные опять сводятся в единую информационную матрицу для анализа и дальнейшей обработки.

**Анализ собранных данных**

Одним из необходимых условий получения правильного результата при проведении любого расчёта является уверенность в качестве исходных данных. В предлагаемой авторами методологии анализ собранных данных и приведение их «в порядок» являются важным этапом, обеспечивающим достоверность последующих расчётов (рис. 4).

То, что исходные данные предоставляют разные люди, находящиеся в разных местах, имеющие разную квалификацию и по-разному мотивированные,

неизбежно приводит к тому, что собранные данные об объектах часто являются неполными, не вполне корректными и противоречивыми. Типичными ошибками являются: пропуск данных, неверно указанная размерность величин, непонимание исполнителем вопроса, поставленного в опросной форме, несоответствие друг другу данных, указанных в разных разделах опросной формы.

Опыт работы авторов над программами энергосбережения для административных округов города Москвы показал, что ручная выбраковка и исправление данных, повторные запросы являются чрезвычайно трудоёмким процессом. Например, собранная матрица исходных данных по одному только Северо-Восточному округу города Москвы имела размерность 3069x117, т. е. содержала около 360000 ячеек с числовыми и текстовыми значениями.

дятся вручную, часть данных запрашивается, при необходимости, повторно.

В результате проведённого анализа формируется матрица выверенных данных, по которым производятся дальнейшие расчёты.

### Расчёты потенциала энергосбережения

Для расчётов потенциала энергосбережения муниципального образования необходимо ориентироваться на требования технического задания: перечень объектов, перечень типовых мероприятий и т. д. Очевидно, что компьютерную обработку больших массивов информации имеет смысл проводить тогда, когда количество объектов достаточно велико и эти объекты относятся к одному типу (например, жилые дома и офисные здания). Предлагаемая авторами методология предполагает последовательный расчёт

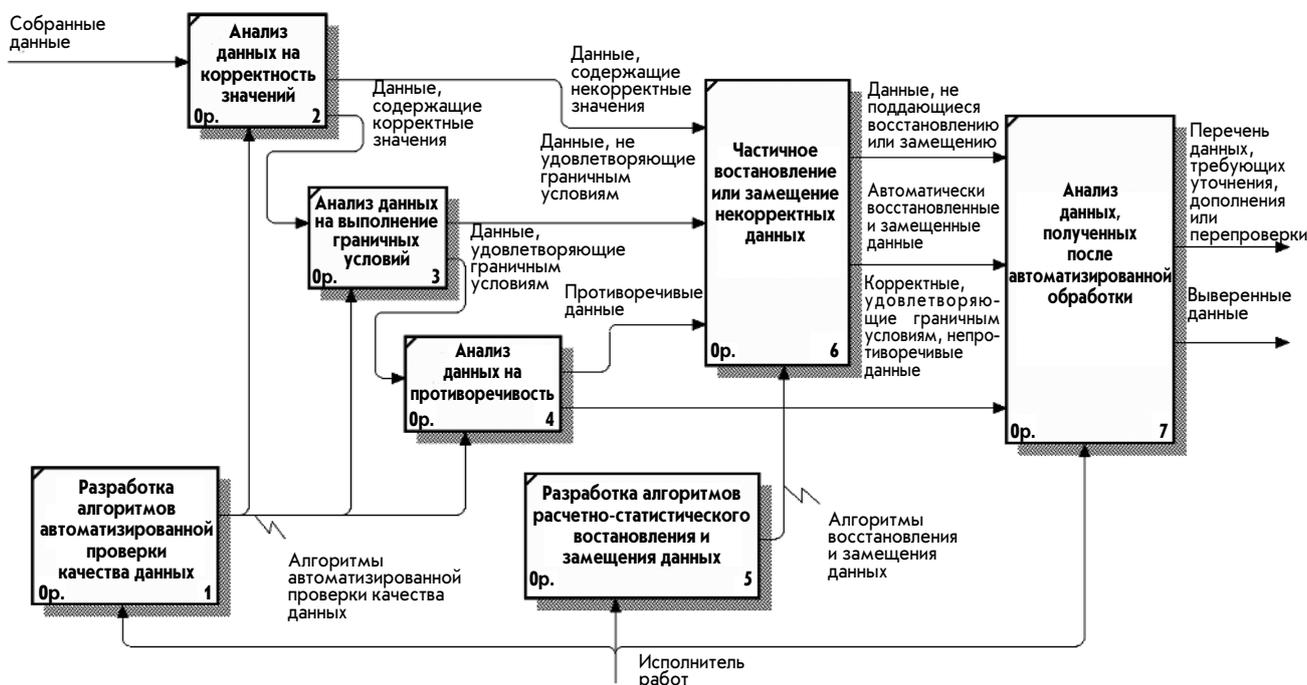


Рис. 4. Алгоритм анализа и восстановления первичных данных

Для того чтобы минимизировать анализ данных вручную, в методологию включены алгоритмы автоматизированной проверки качества данных и алгоритмы расчётно-статистического восстановления и замещения данных. Содержание алгоритмов зависит от состава данных, который, в свою очередь, определяется принятой стратегией расчётов потенциала энергосбережения. Например, автоматизированная проверка данных на корректность может включать проверку ячеек информационной матрицы на заполнение (равенство 0). Очевидно, что большинство запрашиваемых данных должно иметь численное или текстовое значение, отличное от 0, что позволяет выделить некорректно заполненные (незаполненные) ячейки.

Грамотно сформированные алгоритмы позволяют на 80–90 % восстановить недостающие, а также исправить некорректные данные. Проверка и коррекция оставшейся части собранных данных прово-

экономического эффекта от применения каждого из типовых мероприятий на каждом из объектов (рис. 5).

В основе расчётов лежит разработка алгоритмов, позволяющих обработать массив собранных данных и рассчитать основные параметры (затраты, экономию в натуральном и денежном выражении, а также простой срок окупаемости) экономического эффекта от применения энергосберегающих мероприятий на объектах обследования. Пример типового алгоритма можно представить в виде таблицы (табл. 1).

После проведения расчётов все вновь полученные данные заносятся в сводную информационную таблицу для дальнейшего анализа.

### Анализ результатов расчётов. Оформление результатов

Оценка экономического эффекта от проведения типовых мероприятий для всех объектов обследо-

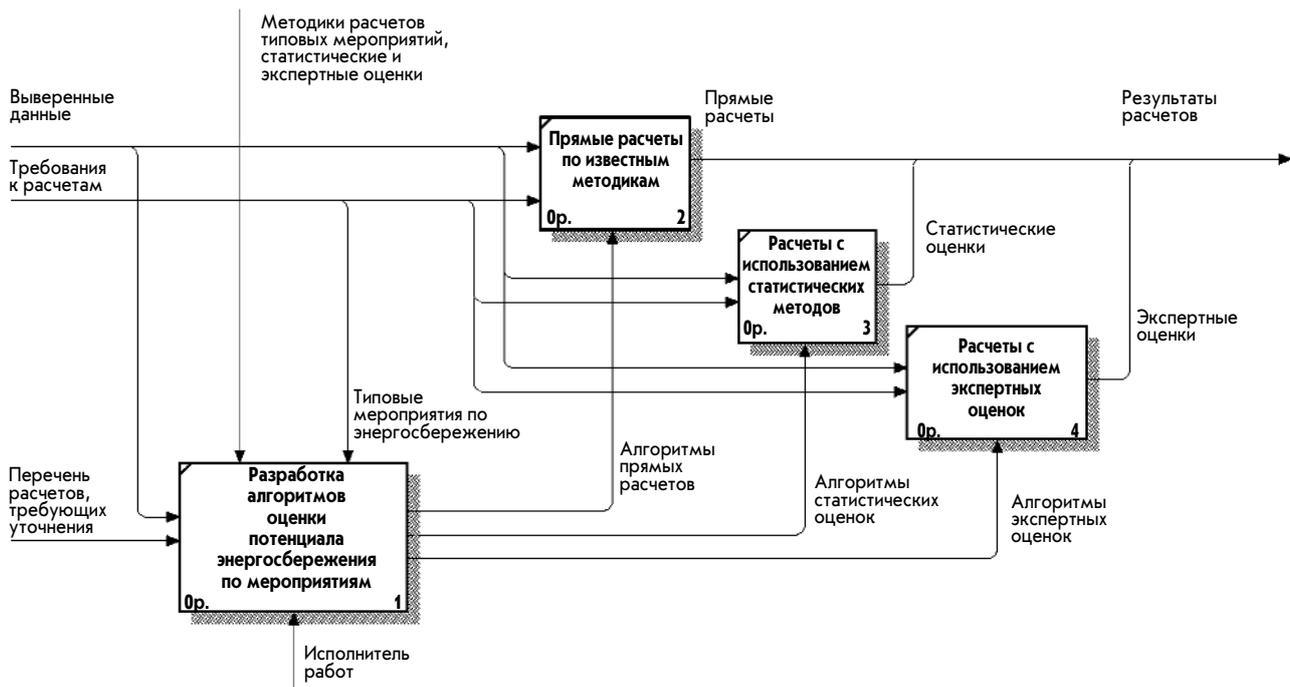


Рис. 5. Расчёты потенциала энергосбережения

Таблица 1

Типовой алгоритм

Действия	Типовая последовательность действий	
1. Проверка применимости мероприятия к объекту обследования	Проверить, проводилось ли рассматриваемое мероприятие ранее на данном объекте обследования. Анализируются данные опросного листа № 3 (рис. 3).	
	НЕТ, мероприятие не проводилось, перейти к проверке граничных условий (п. 2).	ДА, мероприятие уже проведено, исключить объект из расчёта потенциала энергосбережения.
2. Проверить объект на выполнение граничных условий	Проверить соответствие объёмов потребления ресурса (на потребление которого влияет рассматриваемое мероприятие) нормативным значениям для данного объекта. Производится расчёт удельного показателя по данным опросного листа № 2 (рис. 3) и сравнение его с нормативным значением потребления.	
	НЕТ, потребление ресурса больше нормативного значения, перейти к расчётам (п. 3).	ДА, потребление ресурса укладывается в нормативные значения, исключить объект из расчёта потенциала энергосбережения.
3. Проверить возможность применения прямых расчётов	Проверить, достаточно ли данных для проведения прямых расчётов по известным методикам. Анализируются данные опросных листов.	
	НЕТ, данных недостаточно, перейти к проверке возможности статистической оценки (п. 4).	ДА, данных для прямого расчёта достаточно. Произвести прямой расчёт экономического эффекта от проведения мероприятия.
4. Проверить возможность применения статистических оценок	Проверить, имеются ли статистические оценки по планируемому мероприятию для данного типа объектов, по данному региону. Анализируются имеющиеся библиотеки статистических данных, в том числе и расчёты, выполненные ранее по однотипным объектам.	
	НЕТ, статистических оценок для данного мероприятия не имеется, перейти к экспертной оценке (п. 5).	ДА, статистические оценки имеются. Применить статистическую оценку экономического эффекта.
5. Применить экспертные оценки	Применить экспертную оценку экономического эффекта от проведения мероприятия на рассматриваемом объекте.	
6. Произвести расчёты всех параметров	Провести расчёты параметров, необходимых для развёрнутой оценки проведения рассматриваемого мероприятия по энергосбережению на данном объекте: расходов на проведение мероприятия, сроков окупаемости, удельных показателей и т. д.	

вания, проведённая по представленному выше алгоритму, позволяет дополнить имеющуюся двухмерную матрицу данных по объектам (рис. 3) результатами расчётов. Ориентируясь на требования технического задания к расчётам, необходимо провести сравнение полученных результатов с нормативными показателями, а также произвести расчёты дополнительных показателей, позволяющих выполнить по ним ранжирование объектов (рис. 6).

максимальный экономический эффект при минимальных сроках окупаемости;

- разработать на основе полученной развёрнутой оценки потенциала энергосбережения полноценную программу энергосбережения, опирающуюся на детальную проработку особенностей муниципального образования (региона) на уровне отдельного здания (обособленного энергообъекта);

- на основе выверенных расчётов квалифицированно обосновать как бюджетные затраты на энер-

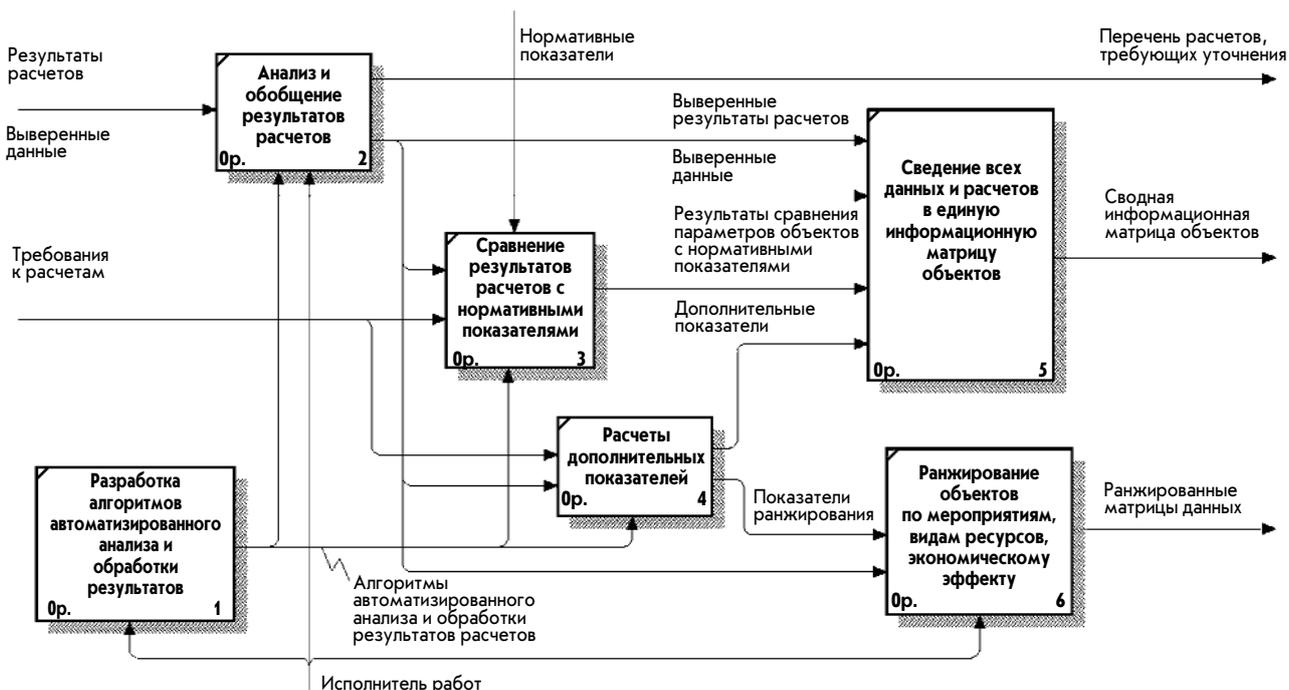


Рис. 6. Анализ и обработка результатов расчётов

В качестве показателей ранжирования могут быть выбраны, например: удельное превышение объёма потребления энергоресурса в процентах к нормативному; простой срок окупаемости; абсолютное значение стоимости проведения мероприятия, повышающего энергоэффективность объекта обследования, и т. д. Показатели ранжирования позволяют представить полученные данные и результаты расчётов в виде развёрнутой иерархической структуры, позволяющей принимать управленческие решения на разных уровнях.

Представление объектов в виде ранжированных списков позволяет администрации муниципального образования (региона):

- с высокой степенью достоверности оценить затраты на энергоресурсы как в натуральном, так и в денежном выражении как по региону в целом, так и по отдельным частям региона, в соответствии с его административным делением;

- определить объекты (группы объектов), имеющие наихудшие показатели энергоэффективности и требующие проведения энергосберегающих мероприятий в первую очередь;

- сосредоточить своё внимание на мероприятиях (применительно к конкретным объектам), дающих

госберегающие мероприятия, так и бизнес-планы для потенциальных инвесторов, заинтересованных в реализации энергосервисных контрактов.

Полученные и уточнённые первичные данные, выверенные результаты расчётов, результаты сравнения полученных данных с нормативными показателями, а также дополнительно рассчитанные параметры сводятся в единую матрицу объектов (рис. 6), представляющую собой сводную информационную базу, которая является текущим срезом состояния энергосбережения муниципального образования (региона) и может использоваться в дальнейшем как информационная основа для мониторинга энергоэффективности проводимых мероприятий, а также накопления статистических данных.

### Выводы

Разработанная авторами методология экспресс-оценки потенциала энергосбережения муниципального образования (региона) использовалась при разработке программ энергосбережения трёх административных округов города Москвы в качестве расчётно-статистического инструмента. Не являясь прямой альтернативой классическому энергетическому обследованию, методология, тем не менее, сочетает в себе

необходимую степень детализации описания объектов обследования и сравнительно низкие затраты по оценке потенциала энергосбережения – не более одной тысячи рублей на один объект обследования.

По мнению авторов, практический опыт использования разработанной методологии показывает возможность её применения для оценки потенциала энергосбережения муниципального образования любого уровня: области, района, города, т. е. там, где основную долю затрат на энергоресурсы составляют однотипные объекты, т. е. потребители ресурсов.

В то же время следует отметить, что производители энергоресурсов (включая воду), крупные производства, а также предприятия, осуществляющие транспортировку энергетических ресурсов и воды, не охватываются предлагаемой методологией. Во-первых, потому, что они не укладываются в типовую схему обработки из-за индивидуальных особенностей предприятий, а во-вторых, потому, что на таких крупных объектах, как правило, имеются собственные программы энергосбережения, учитывающие специфику этих предприятий.

Помимо решения локальной задачи получения развернутой картины состояния энергосбережения конкретного муниципального образования (региона) разработанная авторами методология:

- допускает расширение «по горизонтали», т. е. может быть дополнена алгоритмами, позволяющими

производить аналогичные оценки и других типов объектов (например, производственных предприятий, не имеющих собственных программ энергосбережения);

- имеет возможность расширения «по вертикали», т. е. интеграции полученной базы данных в программы энергосбережения более высокого уровня;

- может развиваться в сторону «углубления», т. е. увеличения достоверности расчётов за счёт дополнительной детализации сведений об объектах обследования, вплоть до составления проектов энергетических паспортов объектов обследования.

Кроме того, регулярное выполнение оценки потенциала энергосбережения по предлагаемой методологии (например, один раз в год) позволит осуществлять квалифицированный мониторинг состояния энергосбережения муниципального образования (региона) с минимальными затратами, которые при повторной оценке потенциала энергосбережения снизятся дополнительно, по сравнению с первой, более трудоёмкой, оценкой.

В целом можно сказать, что предложенная авторами методология экспресс-оценки потенциала энергосбережения даёт в руки администрациям разных уровней современный, эффективный инструмент, позволяющий оперативно и с минимальными затратами решать задачи повышения энергоэффективности своих регионов.

## Литература

1. Федеральный закон № 261-ФЗ от 23.11.09 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», принят Государственной Думой 11 ноября 2009 года, одобрен Советом Федерации 18 ноября 2009 года.
2. Указ Президента РФ № 579 от 13.05.10 «Об оценке эффективности деятельности органов исполнительной власти субъектов РФ и органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» // Российская газета. – Федеральный выпуск № 5184. – 18 мая 2010 г.
3. Постановление Правительства Москвы № 1499-ПП от 29.12.2009 «О ходе реализации Городской целевой программы «Энергосбережение в городе Москве на 2009–2011 гг. и на перспективу до 2020 года» с приложениями и дополнениями.
4. Р-50.1.028-2001. Методология функционального моделирования. Рекомендации по стандартизации.

### Methodology for rapid assessment of the potential energy savings the municipality (region)

**A. V. Kozhevnikov,**  
*Energokontrolsistema, General Director*

**S. M. Karpenko**  
*Department of Energy Management of MIEE, Ph.D., Associate Professor*

**V. S. Makarov,**  
*Department of industrial and municipal energy of MIEE, Ph.D., Associate Professor*

**V. G. Ryzhkov,**  
*General Director of «Tansis»*

*For rapid assessment of the potential energy savings the municipality or region under conditions of insufficient information, time and resources to conduct full-scale energy audits of each object separately, the authors proposed their methodology.*

**Keywords:** *energy-efficiency, energy-economy potential, economic benefits, rapid assessment.*