

УДК 338.465:621.31

А.А. ТупикинаНовосибирский государственный технический университет,
Новосибирск, Россия**ОЦЕНКА ЭКОНОМИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
РЕСУРСОВ С УЧЕТОМ СОПОСТАВИМЫХ УСЛОВИЙ
ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСЕРВИСНОГО КОНТРАКТА**

Обоснована необходимость учета сопоставимых условий при определении экономии энергоресурсов, возникшей при реализации мероприятий по повышению энергоэффективности. Приведены особенности процесса реализации энергосервисного контракта и учета сопоставимых условий применительно к проектам, реализуемым в рамках данного вида договоров. Описан алгоритм определения базового уровня потребления и верификации измерений в рамках реализации энергосервисных контрактов. Обоснован выбор в качестве метода учета сопоставимых условий независимых корректировок потребления, возникающих при воздействии различных факторов. Рассмотрен пример реализации энергосервисного контракта, включающего модернизацию тепловой сети ТЭЦ Сибирского федерального округа. Для данного контракта описан процесс определения экономии как разницы между фактическими потерями тепловой энергии через изоляцию и нормативными потерями, достижение уровня которых планировалось в рамках реализации проекта. Кратко описаны основные реализованные этапы алгоритма. С целью апробации выдвинутых предположений проведен процесс определения зависимости между потерями тепловой энергии и температурой воздуха. В качестве модели для определения корректировки использовано уравнение парной линейной регрессии. По полученному значению коэффициента рассчитаны скорректированные потери за каждый год реализации проекта и определена экономия в натуральном и денежном выражении, полученная в сопоставимых условиях. Показано влияние изменения экономии на экономическую эффективность проекта. Сделан вывод о причинах отказа от корректировок потерь тепла в исходном варианте проекта. Даны рекомендации по учету различных сопоставимых условий в зависимости от целевого значения различных показателей проекта. Публикация подготовлена в рамках поддержанного РФФИ научного проекта № 16-12-54003.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, энергосбережение, энергосервисный контракт, экономия топливно-энергетических ресурсов, базовый уровень энергопотребления, верификация измерений, сопоставимые условия.

A.A. Tupikina

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation

**ESTIMATION OF ECONOMY OF FUEL AND ENERGY
RESOURCES IN COMPARABLE CONDITIONS
IN THE REALIZATION OF ENERGY-SERVICE CONTRACT**

The article substantiates the need to take into account comparable conditions in determining the energy savings that arose in the implementation of measures to improve energy efficiency. Peculiarities of the implementation process of the energy service contract and accounting for comparable conditions are described, with reference to projects implemented within the framework of this type of contracts. An algorithm for determining the basic level of consumption and verification of measurements within the framework of the implementation of energy service contracts is described. The selection as a method of accounting for comparable conditions of independent consumption adjustments arising under the influence of various factors is substantiated. An example of the implementation of the energy service contract, including the modernization of the thermal network of the thermal power plant of the Siberian Federal District, is considered. For this contract, the process of determining the savings as a difference between the actual loss of thermal energy through isolation and the standard losses, the achievement of which was planned within the framework of the project, is described. The main realized stages of the algorithm are briefly described. With the purpose of approbation of the put forward assumptions, the process of determining the relationship between the losses of thermal energy and the air temperature was carried out. As a model for determining the correction, the pairwise linear regression equation was used. Based on the received value of the coefficient, the adjusted losses for each year of the project implementation are calculated and the savings in natural and monetary terms obtained under comparable conditions are determined. The effect of a change in the economy on the economic efficiency of the project is shown. The conclusion is made on the reasons for refusal to correct heat losses in the original version of the project. Recommendations are given on accounting for various comparable conditions, depending on the target value of various project indicators. The publication was prepared within the framework of the RFBR-supported scientific project No. 16-12-54003.

Keywords: energy efficiency, energy saving, energy service contract, economy of fuel and energy resources, basic energy consumption level, verification of measurements, comparable conditions.

Введение. Вопрос повышения энергетической эффективности российских предприятий в настоящее время не теряет своей актуальности. За десятилетие, прошедшее с момента выхода Федерального закона «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...» № 26, достаточно широкое развитие получили различные методы и инструменты энергосбережения, в том числе и новые для российского рынка, в частности энергосервисные контракты (ЭСК) [1, 2].

Привлекательность данного инструмента заключается в возможности решения некоторых проблем, встающих перед предприятием при необходимости реализации мероприятий по повышению энергоэффективности. С одной стороны, при отсутствии опыта в реализации такого рода проектов, возникает возможность привлечь компетентных

специалистов в области энергосбережения. С другой – привлекательным является тот факт, что данные мероприятия можно профинансировать за счет платежей из экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), т.е., по сути, не возникает необходимости в первоначальных капиталовложениях, так как их привлечением занимается энергосервисная компания (ЭСКО) [3, 4]. Для предприятия-заказчика это фактически означает отсутствие дополнительных затрат, так как платежи из экономии ТЭР включаются в себестоимость, а следовательно, и в цену продукции. Все вышеперечисленное позволяет также делать вывод о снижении инвестиционных рисков для предприятия, так как они перекладываются на энергосервисную компанию [5, 6, 7].

Исходя из описанных выше основных положений реализации энергосервисного контракта, очевидно, что основным оцениваемым параметром, оказывающим влияние на эффективность проекта для обеих сторон, является размер экономии энергоресурсов, оцениваемой на основе сравнения базового (до реализации проекта) и фактически достигнутого уровня потребления ТЭР. При этом ошибки, допущенные при определении базового уровня энергопотребления (базовой линии) и прогноза фактического потребления, могут стать причиной недополучения энергосервисной компанией запланированных платежей по проекту.

Одной из основных причин ошибок в определении экономии являются изменения в потреблении ТЭР, вызванные действием не учтенных при разработке проекта факторов. Таким образом, потребление ТЭР в базовом периоде и в период действия контракта происходит в отличающихся друг от друга условиях, что порождает ошибочное представление о величине экономии энергоресурса. Устранение такого рода ошибок осуществляется путем приведения базового и фактического потребления к сопоставимым условиям, т.е. проведения процесса верификации измерений.

Данный процесс является одним из ключевых моментов в определении экономии энергетических ресурсов, и большое внимание ему уделяется в исследованиях, посвященных как повышению энергетической эффективности в целом, так и рынку энергосервисных услуг в частности. Специалисты называют трудности в определении базовой линии одной из ключевых проблем, тормозящих развитие рынка энергосервиса в России [6, 8]. Таким образом, существенный интерес представляет работа над методикой определения базового уровня энергопотребления и верифика-

ции измерений, которая учитывала бы отраслевую и региональную специфику проектов по повышению энергоэффективности.

Основным документом, регламентирующим данный процесс в России, является ГОСТ «Измерение и верификация энергетической эффективности. Общие положения по определению экономии энергетических ресурсов» (далее – ГОСТ), разработанный при участии Российской ассоциации энергосервисных компаний (РАЭСКО) [9] и во многом основанный на положениях Международного протокола «Измерения и верификации эффективности» [10]. Документ имеет ряд преимуществ, что делает его также и самым проработанным документом в области верификации [11].

Среди основных преимуществ ГОСТа можно выделить наличие следующих аспектов:

- 1) четырех сценариев определения размера экономии как для всего объекта, так и для его части (сценарий «изолированная модернизация»);
- 2) сценария, используемого при отсутствии данных о базовом потреблении (сценарий «эталонное моделирование»);
- 3) рекомендаций по наиболее важным элементам организации процесса измерения и верификации, таким как определение границ объекта и выбор периода измерений.

Таким образом, при разработке и апробации методики определения базовой линии и верификации в качестве основного ориентира принимается ГОСТ Р 56743-2015 «Измерения и верификация...», а также используются другие нормативные и методические документы РФ в области энергосервиса и энергосбережения (например, Постановление Правительства № 636 «О требованиях к условиям контракта на энергосервис...» [12]) и актуальные исследования ученых и участников рынка энергосервиса по данному вопросу.

Целью данного исследования является проведение апробации разработанной методики в части процесса верификации измерений на примере промышленного предприятия России.

Предметом исследования является процесс определения экономии энергоресурса в результате реализации мероприятий по повышению энергоэффективности. Объектом исследования является тепловая сеть одной из ТЭЦ Сибирского федерального округа.

1. Алгоритм определения базового уровня потребления и верификации измерений. Разрабатываемая методика представляет

собой алгоритм определения базового уровня энергопотребления и верификации измерений, представленный на рис. 1, и набор рекомендаций по учету специфики проектов при реализации данного алгоритма. Более подробно данная методика описана в [13, 14].



Рис. 1. Алгоритм определения базового уровня потребления и верификации измерений

По данному алгоритму экономия ТЭР в денежном выражении определяется следующим образом:

$$\text{Экономия} = \sum_{i=1}^T (V'_{\text{баз}} - V'_{\text{факт.}i}) \cdot s_{\text{ТЭР.}i}, \quad (1)$$

где $V'_{\text{баз}}$ – базовое потребление ТЭР, скорректированное с учетом нормативных условий эксплуатации (применяется в случаях, когда до реализации проекта наблюдались отклонения от норм освещенности, температуры в помещениях, и других нормативов); $V'_{\text{факт.}i}$ – фактическое потребление ТЭР в i -м периоде, приведенное к сопоставимым с базовым условиям; $s_{\text{ТЭР.}i}$ – прогнозная стоимость ТЭР в i -м периоде; T – срок реализации энергосервисного контракта.

Процесс приведения базового потребления к нормативным условиям в данном случае соответствует понятию «нормализованная экономия», приведенному в ГОСТ [9, с. 4; 10]. Согласно описанным выше причинам наибольший интерес для исследования в данном алгоритме представляют собой этапы, непосредственно связанные с верификацией измерений (6, 7 и 10).

Очевидно, что на данном этапе верификация может проводиться в зависимости от типа энергоресурса и специфики проекта с использованием различных моделей, наиболее очевидными из которых представляются модели парной и множественной регрессии, описывающие зависимости между энергопотреблением и одним или несколькими внешними факторами. Однако применение модели множественной регрессии в качестве модели верификации сопряжено с определенными недостатками, в числе которых:

1. Необходимость ограничивать число влияющих факторов, обусловленная как сложностью расчета, так и количеством точек статистики. Оценки неизвестных параметров уравнения линейной регрессии являются более значимыми тогда, когда количество наблюдений модели существенно превышает число учитываемых факторов. А для определения базовой линии зачастую используется период, равный году с разбивкой по месяцам (12 значений), так как этого, как правило, достаточно для отслеживания режимов потребления на объекте (сезонных колебаний).

2. Различный период влияния факторов на результирующий показатель. В качестве примера можно привести два наиболее часто рассматриваемых в подобных исследованиях фактора – объем выпуска

продукции и наружная температура воздуха. Дискретность измерений объемного фактора зависит от ведения учета на предприятии и может быть выражена как кварталами, так и годами. Следует отметить также, что информация об объеме выпуска продукции может быть закрытой, таким образом, оценка увеличения производства может быть осуществима только на длительных периодах. Что касается температурного фактора, чем меньше период между измерениями, тем более точной получится корректировка. Средняя температура по году – понятие достаточно размытое.

Таким образом, оценка сопоставимых условий на основе модели множественной регрессии является малоприменимой для целей верификации, особенно в тех случаях, когда экономия определяется расчетным путем, что, по мнению некоторых специалистов, является единственным верным методом [6, 15, 16, 17]. В качестве альтернативного варианта можно предложить введение независимых корректировок по наиболее значимым факторам с той дискретностью измерения, которая наиболее целесообразна для каждого отдельного фактора (но не меньшей, чем продолжительность расчетного периода). В качестве примера проведения процесса верификации с использованием статистических методов была проведена апробация на примере проекта, реализуемого в рамках энергосервисного контракта на одной из ТЭЦ Сибирского федерального округа.

2. Основные положения реализации проекта. Проект, реализуемый на ТЭЦ Западной Сибири в рамках энергосервисного контракта с 2013 по 2017 г., предполагает замену изоляции трубопровода протяженностью около 29 км. Целью реализации данного проекта является снижение потерь тепловой энергии через изоляцию трубопровода. Ориентировочные инвестиции в проект составляют 70 млн рублей. Срок проекта – 5 лет.

Базовая линия по данному проекту представляет собой фактическую величину потерь тепла ($\Delta Q_{\text{баз}}$, Гкал), оцененную путем проведения испытаний в 2010 г. В рамках реализации проекта предполагается достижение нормативного уровня величины потерь, т.е. потери после реализации проекта ($\Delta Q_{\text{факт}}$, Гкал) получены расчетным путем. Экономия энергоресурса в натуральном выражении за каждый год реализации проекта наглядно отображена на рис. 2 в виде разницы потерь до и после реализации проекта.

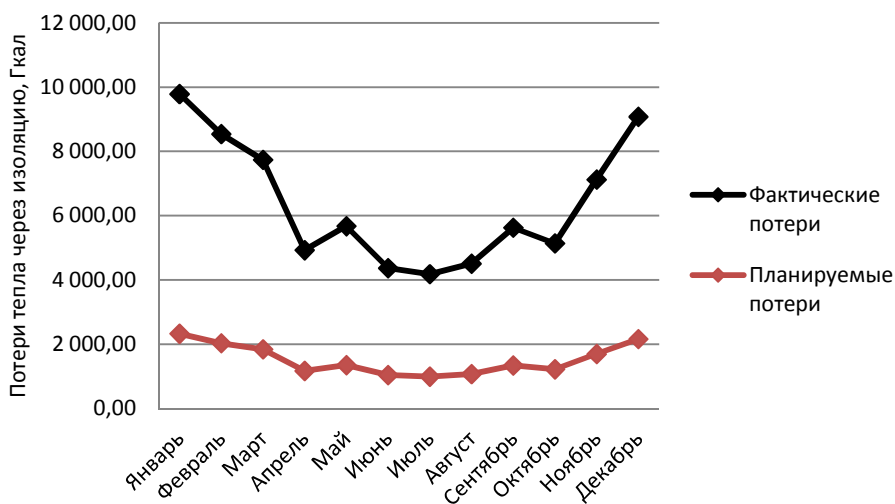


Рис. 2. Потери тепловой энергии через изоляцию до и после реализации проекта

Величина экономии в денежном выражении определяется исходя из формулы:

$$\text{Экономия} = \sum_{i=1}^T (\Delta Q_{\text{баз}} - \Delta Q_{\text{факт}}) \cdot s_{\text{топл.}i}, \quad (2)$$

где $s_{\text{топл.}i}$ – топливная составляющая себестоимости в i -м периоде, учитывающая удельный расход топлива на производство тепловой энергии и средневзвешенную цену тонны условного топлива, оцененную, исходя из структуры топливного баланса ТЭЦ (рис. 3) и цены каждого вида топлива.

Преобладающую величину расхода топлива на рассматриваемой ТЭЦ занимает уголь как основной вид топлива. В течение года достаточно равномерно также используется растопочный мазут (порядка 1 % суммарного расхода). В летний период в балансе появляется газ, занимая половину суммарного расхода.

Топливная составляющая себестоимости в течение проекта изменится с учетом прогноза роста цен на энергоресурсы, темп которого составляет в среднем 15 %.

Таким образом, по данному проекту в рамках описанного выше алгоритма выполнены первые 5 этапов.

Этап 1. Проект реализуется в границах тепловой сети ТЭЦ.

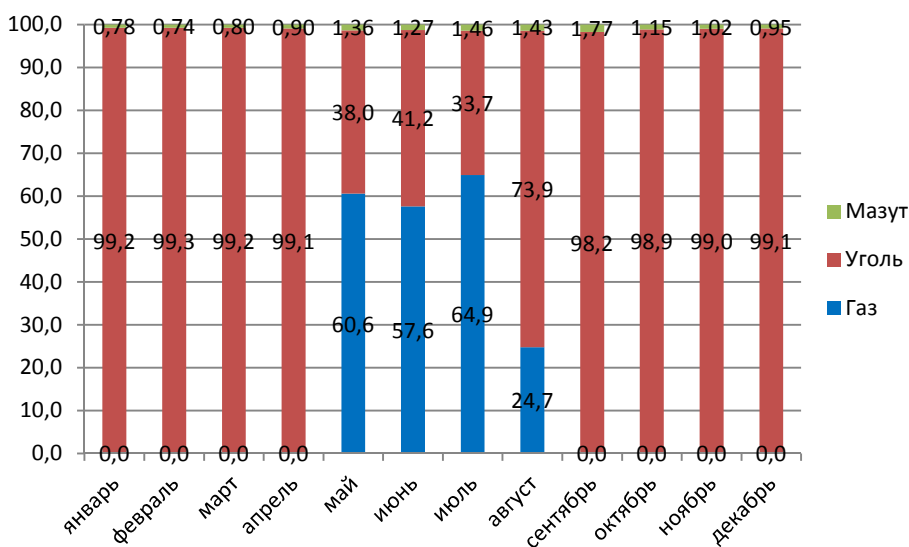


Рис. 3. Структура топливного баланса ТЭЦ на 2013 г., %

Этап 2. Базовым и расчетным периодом принят год с детализацией по месяцам. На рис. 2 проиллюстрирован тот факт, что данного периода достаточно для определения сезонной составляющей потерь. Также выбор периодичности платежей по месяцам значительно облегчает процесс привлечения денежных средств по проекту у сторонней финансовой организации и формирования графика возврата средств.

Этап 3. Базовая линия была сформирована по результатам испытаний тепловой сети.

Этап 4, 5. Поскольку в рамках реализации проекта предполагается снижение потерь до нормативного уровня, проведение 4-го и 5-го этапа не представляется целесообразным. Данные этапы могут быть пропущены.

Что касается этапов 6–10, исходя из формулы (2), изменение экономики обуславливается только ростом цен, влияющих на топливную составляющую, в то время как фактически достигнутые потери в течение 5 лет реализации проекта остаются на нормативном уровне. Однако, возможно, имеет смысл учет изменяющихся внешних условий и, в частности, температуры воздуха. С целью рассмотрения такой необходимости был осуществлен расчет корректировочных коэффициентов и оценка экономии по данному проекту в сопоставимых условиях.

3. Оценка экономии по проекту в сопоставимых условиях. Выбор температурного фактора в качестве основного действующего на

величину потерь параметра обусловлен тем фактом, что потребление тепловой энергии неразрывно связано с внешней температурой, что подтверждено опытом исследований в данной области [18, 19]. Кроме того, назначение изоляции трубопровода, которую планируется заменить в ходе реализации проекта, состоит непосредственно в ограждении теплоносителя в процессе транспорта от воздействия окружающей среды. Также при рассмотрении динамики температуры по региону было выявлено существенное различие между температурой базового года и расчетных периодов реализации проекта. Для сравнения, средняя температура января в 2010 г. составила -25°C , в то время как в 2014 г. всего -14°C , и в целом базовый год можно охарактеризовать как «более холодный».

Анализ изменения потерь тепловой энергии от температуры воздуха был произведен на основе данных по базовым потерям тепла за 2010 г. ($\Delta Q_{\text{баз}}$, Гкал) и статистики температуры в рассматриваемом регионе за тот же период (t , $^{\circ}\text{C}$) [20]. Так как дискретность измерения потерь составляет 1 месяц, значения температуры также были приняты на уровне среднемесячных.

На рис. 4 представлено корреляционное поле выделенных величин, визуальный анализ которого позволяет сделать предположение о наличии достаточно сильной отрицательной зависимости между температурой и потерями тепла в сети.

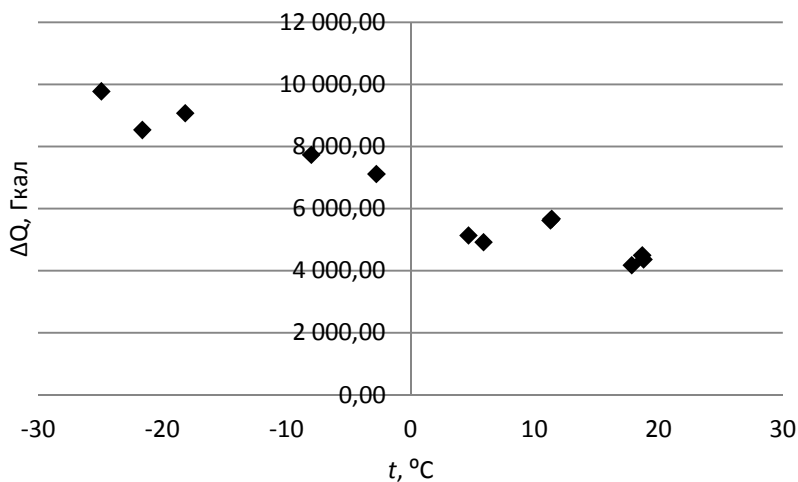


Рис. 4. Корреляционное поле переменных ΔQ и t

Расчет коэффициента корреляции подтверждает данное предположение: значение коэффициента составляет $-0,968$. Проверка значимости данного коэффициента по критерию Стьюдента показала положительный результат (значение статистики Стьюдента по исследуемой выборке превышает критическое).

Расчет поправочного коэффициента на изменение температуры целесообразно производить с помощью регрессионных методов анализа, путем построения модели парной линейной регрессии.

Данный вид модели имеет следующие преимущества:

- 1) простота определения неизвестных параметров модели.
- 2) возможность корректировки при изменении условий.
- 3) возможность введения нескольких независимых корректировок по разным видам факторов.

К недостаткам данной модели можно отнести учет взаимного влияния нескольких факторов, однако выше были описаны причины, по которым предпочтение в случае энергосервисного контракта отдается простоте расчетов.

Уравнение связи между температурой и потерями в тепловых сетях, полученное при помощи пакета анализа данных MS Excel, имеет вид:

$$\Delta Q = 6519,52 - 119,79t. \quad (3)$$

Коэффициент детерминации данного уравнения $R^2 = 0,936$, что свидетельствует о том, что оно достаточно хорошо описывает исходные данные. Значимость коэффициента детерминации была подтверждена путем проверки по F-критерию Фишера с уровнем значимости 5 %. Также была проведена проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии помощью построения доверительных интервалов, которая подтвердила неравенство коэффициентов регрессии нулю.

Таким образом, для прогноза потерь тепла через изоляцию трубопровода можно принять корректировку на увеличение потерь в размере 119,79 Гкал при снижении температуры на 1 °С.

Полученный коэффициент был применен для расчета фактического значения экономии, приведено сопоставление температурных условий с базовыми. В качестве примера на рис. 5 приведены значения планируемых потерь и скорректированных (фактических) потерь через изоляцию трубопровода за первый 2013 г. реализации проекта.

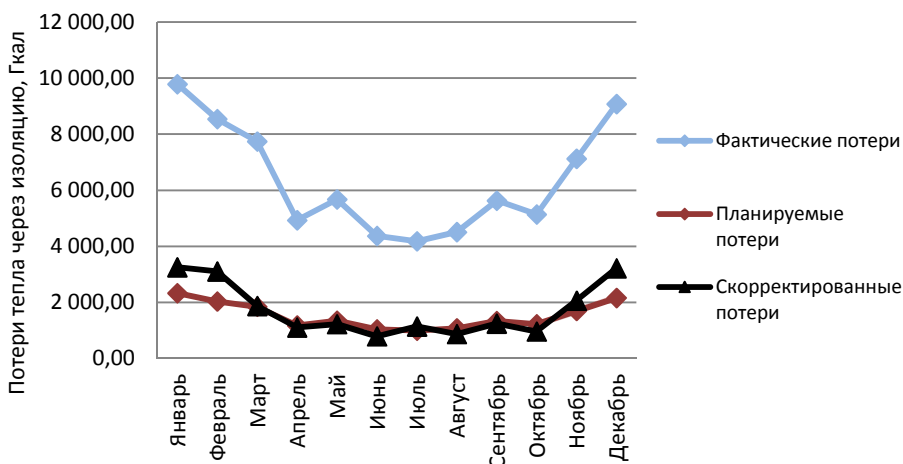


Рис. 5. Потери тепловой энергии через изоляцию до реализации и за 1 год реализации проекта с учетом корректировки на температурный фактор

Оценка отклонения плановой величины экономии в тысячах рублей от фактической приведена в таблице.

Сравнение величины планируемой экономии в денежном выражении со скорректированной на изменение температуры величиной экономии

Год	Планируемая экономия, тыс. руб.	Скорректированная экономия, тыс. руб.	Отклонение, %
2013	18694	18034	-3,66
2014	20021	19819	-1,02
2015	21454	20424	-5,04
2016	23321	22487	-3,71
2017	25391	25510	+0,46
ИТОГО	108881	106274	-2,45

Из таблицы видно, что результатом действия неучтенного фактора температуры стало уменьшение фактически полученной экономии за весь срок проекта на 2,45 %.

Для оценки влияния данного отклонения на результаты проекта рассмотрим анализ чувствительности, проведенный разработчиками бизнес-плана, оцениваемой величиной которого является совокупный чистый дисконтированный доход проекта (рис. 6).

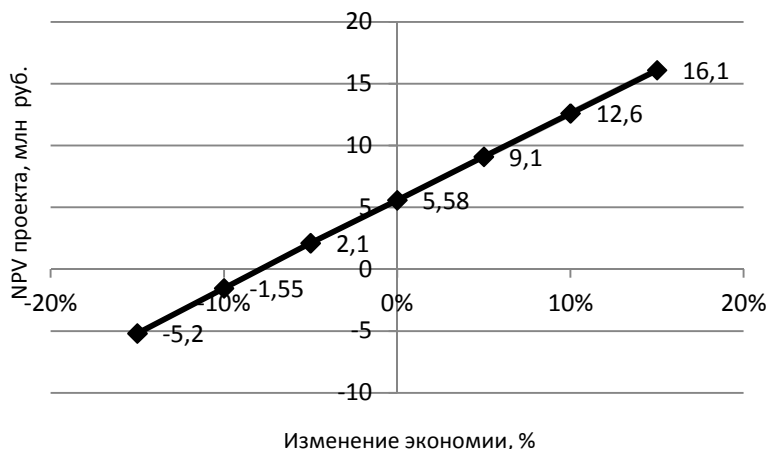


Рис. 6. Результаты анализа чувствительности проекта к изменению экономии энергоресурсов

Анализ чувствительности проекта показывает, что отрицательное значение NPV будет достигнуто при отклонении экономии на 7,14 % в меньшую сторону. Проведенная корректировка фактического потребления не является критической в плане снижения NPV, уменьшение экономии происходит на треть от предельного значения, в результате чего NPV снижается приблизительно до 1,8 млн рублей. Однако данное отклонение может иметь и другие негативные последствия, в том числе:

1. В случае выявления факта недостижения запланированной экономии энергоресурсов энергосервисная компания может понести убытки в виде штрафов, если таковые предусмотрены контрактом.

2. Увеличиваются сроки возврата инвестированных ЭСКО в проект средств, а следовательно, возникает необходимость увеличения срока проекта.

3. Для заказчика увеличение срока проекта означает увеличение периода, когда полученную экономию энергоресурсов приходится отчуждать в пользу сторонней организации и не имеется возможности рефинансировать ее в другие проекты.

Рассуждая непосредственно о рассматриваемом проекте, следует отметить, что на период срока окупаемости проекта по замене изоляции трубопровода компанией-заказчиком был подан запрос в Региональную энергетическую комиссию о сохранении в тарифе нормативной величины потерь тепловой энергии. Таким образом, увеличение срока окупаемости по проекту в данном случае могло негативно отра-

зяться на процессе переговоров с контролирующими органами. Кроме того, при сохранении в тарифе на тепловую энергию нормативной величины потерь у генерирующей компании не возникает недостатка в средствах для выплаты ежемесячных платежей энергосервисной компании, так как, по сути, данные платежи включаются в себестоимость тепловой энергии. Таким образом, в исследуемом проекте сокращение сроков является предпочтительным для обеих сторон: ЭСКО быстрее возвращает вложенные в проект средства, заказчик, рассчитавшись с ЭСКО, начинает получать полный эффект от экономии. Это объясняет тот факт, что предпочтение при расчете показателей проекта было отдано определению экономии расчетным путем.

По результатам проведенного анализа в рамках разрабатываемой методики определения базовой линии и верификации измерений следует внести следующие рекомендации по этапам 6–10.

Если перед участниками энергосервисного контракта стоит цель сократить срок контракта и минимизировать количество платежей, можно предложить следующую схему:

1. Оценить динамику значений рассматриваемого фактора за предыдущие годы (архив температуры).
2. Определить положение базового года по отношению к общей тенденции развития (температура в течение года в целом выше/ниже среднего).
3. Определить перспективы влияния исследуемого фактора на величину экономии (фактическая экономия снизится/увеличится по отношению к плановой).
4. Принять решение о целесообразности введения в контракт корректировок по исследуемому фактору.

Выводы. Таким образом, проведенный в рамках апробации основных положений процесса верификации измерений анализ зависимости потерь тепловой энергии в сетях теплоснабжения от температуры окружающего воздуха на примере реализованного в Сибири энергосервисного контракта позволяет сделать следующие выводы:

1. При реализации энергосервисного контракта наиболее простым и целесообразным методом приведения базового и фактически достигнутого потребления к сопоставимым условиям является расчет отдельных корректировок по каждому виду ресурсов, что обуславливается разной дискретностью воздействия факторов и подтверждается

положениями ГОСТа «Измерения и верификация...» путем введения понятия «стандартные и нестандартные корректировки».

2. Применение расчетного метода определения экономии позволяет упростить процесс расчетов по контракту и минимизирует для энергосервисной компании риски недополучения средств, однако в некоторых случаях может преуменьшать фактическую величину экономии. Таким образом, при выборе методов определения экономии, количества факторов, влияющих на потребление ТЭР, и моделей приведения к сопоставимым условиям следует поддерживать баланс между стабильностью платежей и величиной общего эффекта от реализации проекта.

3. Поскольку энергосервисный контракт является взаимовыгодным соглашением двух сторон, при заключении контракта необходимо придерживаться того порядка определения экономии, который будет максимально устраивать как заказчика, так и ЭСКО с точки зрения сроков контракта, сроков окупаемости мероприятий, величины первоначальных вложений и их распределения между сторонами, величины платежей и других целевых показателей.

Результаты данного исследования в дальнейшем планируется использовать при построении оптимизационной модели оценки различных параметров контракта на основании критериев NPV заказчика и ЭСКО, а также целевых параметров проекта, значения по которым могут лимитироваться (например, срок контракта, распределение первоначальных вложений между заказчиком и ЭСКО и др.).

Публикация подготовлена в рамках поддержанного РФФИ научного проекта № 16-12-54003.

Библиографический список

1. Семенов В.Г., Ковальчук В.В., Сергеев С.А. Механизмы энергосбережения, предлагаемые к включению в нормативные правовые акты [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.energsovet.ru/nprb1156.html> (дата обращения: 29.11.2017).

2. Чернов С.С. Состояние энергосбережения и повышения энергетической эффективности в России // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоград. ин-та бизнеса. – 2013. – № 4(25). – С. 136–140.

3. Литкевич И. Второе рождение энергосервиса [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.vsluh.ru/news/oilgas/296845> (дата обращения: 07.12.2017).

4. Дзюба А.П. Как стимулировать приток инвестиций в энергетическую инфраструктуру промышленной компании [Электронный ресурс]. – URL: http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=657 (дата обращения: 20.11.2017).

5. Туликов А.В. Рынок энергосервисных услуг в России: смутные перспективы или инструмент роста? // Энергосбережение. – 2015. – № 3. – С. 8–11.

6. Иванов Г.Н. Энергосервисные контракты – применение в российской практике [Электронный ресурс] // Энергосовет. – 2011. – № 2(15). – URL: http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=150 (дата обращения: 20.11.2017).

7. Шингаров В.П. Энергосервис и финансовые риски реализации проектов [Электронный ресурс] // ЭСКО. Энергетический сервис. – 2014. – № 6–7. – URL: http://journal.esco.co.ua/esco/2014_6_7/art40.html (дата обращения: 29.11.2017).

8. Цакунов С.В. Реализация энергосервисных контрактов в России [Электронный ресурс] // Энергосбережение. – 2012. – № 3. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5231 (дата обращения: 25.11.2017).

9. ГОСТ Р 56743-2015. Измерение и верификация энергетической эффективности. Общие положения по определению экономии энергетических ресурсов. – М.: Стандартинформ, 2015.

10. Тихоненко Ю.Ф. Энергосервис. Ожидание разрешения проблем и позиции сторон [Электронный ресурс] // Портал-энерго – 2012. – № 3. – URL: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/487> (дата обращения: 20.10.2017).

11. International Perfomance Measurement and Verification Protocol. Concept and options for determining energy and water savings. Vol. 1 // Organization for the Assessment of Energy Efficiency (EVO). – 2010. – 152 p.

12. В России появился стандарт «Измерения и верификация энергетической эффективности» по расчету экономии энергоресурсов [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.energsovet.ru/news.php?zag=1413965575> (дата обращения: 29.05.2017).

13. Постановление Правительства РФ от 18 августа 2010 г. № 636 «О требованиях к условиям контракта на энергосервис и об особенностях определения начальной (максимальной) цены контракта (цены лота) на энергосервис» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rg.ru/2010/12/14/energoservis-site-dok.html> (дата обращения: 24.05.2017).

14. Тупкина А.А., Чернов С.С. Определение базового уровня потребления энергетических ресурсов в рамках реализации энергосервисных контрактов // *Инновации*. – 2015. – № 10. – С. 106–112.

15. Тупкина А.А. Анализ факторов, влияющих на процесс формирования базового уровня энергопотребления при подготовке энергосервисного контракта // *Экономика и предпринимательство*. – 2016. – № 2/1 (67/1). – С. 824–828.

16. Энергосервис: измерить экономию нельзя, рассчитать. Интервью с главой РАЭСКО Р.Э. Мукумым [Электронный ресурс] // ЭСКО. Энергетический сервис. – 2014. – № 9–10. – URL: http://journal.esco.co.ua/esco/2014_9_10/art17.html (дата обращения: 1.12.2017).

17. Гужов С.В. Методы определения и способы подтверждения энергосберегающего эффекта в системах тепло- и электроснабжения: монография. – М.: Изд-во МЭИ, 2015. – 112 с.

18. Соколов О.Б. Детям будет тепло, а муниципалитету выгодно [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.energsovet.ru/stat885.html> (дата обращения: 29.11.2017).

19. Методика определения расчетно-измерительным способом объема потребления энергетического ресурса в натуральном выражении для реализации мероприятий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности (утв. Приказом Министерства энергетики РФ от 4 февраля 2016 г. № 67). – М., 2016.

20. Архив погоды // rp5.ru. Расписание погоды [Электронный ресурс]. – URL: https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9E%D0%BC%D1%81%D0%BA%D0%B5 (дата обращения: 29.11.2017).

References

1. Semenov V.G., Koval'chuk V.V. Sergeev S.A. Mekhanizmy energosberezheniia predlagaemye k vklucheniuiu v normativnye pravovye акты [Energy saving mechanisms proposed for inclusion in regulatory legal acts], available at: <http://www.energsovet.ru/npb1156.html> (accessed 29 December 2017).

2. Chernov S.S. Sostoianie energosberezheniia i povysheniia energeticheskoi effektivnosti v Rossii [State of the power saving and increase of the energy efficiency in Russia]. *Biznes. Obrazovanie. Pravo. Vestnik Volgogradskogo instituta biznesa*, 2013, no. 4(25), pp. 136-140.

3. Litkevich I. Vtoroe rozhdenie energoservisa [The second birth of the energy service], available at: <http://www.vsluh.ru/news/oilgas/296845> (accessed 07 December 2017).

4. Dziuba A.P. Kak stimulirovat' pritok investitsii v energeticheskuiu infrastrukturu promyshlennoi kompanii [How to stimulate the inflow of investments into the energy infrastructure of an industrial company], available at: http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=657 (accessed 20 November 2017).

5. Tulikov A.V. Rynok energoservisnykh uslug v Rossii: smutnye perspektivy ili instrument rosta? [Energy services market in Russia: vague prospects of growth or tool?] *Energoberezhenie*, 2015, no. 3, pp. 8-11.

6. Ivanov G.N. Energoservisnye kontrakty – primeneniye v rossiiskoi praktike [Energsovet – used in the Russian practice]. *Energsovet*, 2011, no. 2(15), available at: http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=150 (accessed 20 November 2017).

7. Shingarov V.P. Energoservis i finansovye riski realizatsii proektov [Energy service and financial risks of project implementation]. *ESKO Energeticheskii servis*, 2014, № 6-7, available at: http://journal.esco.co.ua/esco/2014_6_7/art40.html (accessed 29 November 2017).

8. Tsakunov S.V. Realizatsiia energoservisnykh kontraktov v Rossii [Implementation of energy service contracts in Russia]. *Energoberezhenie*, 2012, no. 3, available at: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5231 (accessed 25 November 2017).

9. Gost R 567432015. Izmerenie i verifikatsiia energeticheskoi effektivnosti. Obshchie polozheniia po opredeleniiu ekonomii energeticheskikh resursov [GOST R 56743-2015. Measurement and verification of energy efficiency. General provisions for determining the saving of energy resources]. Moscow: *Standartinform*, 2015.

10. Tikhonenko Iu.F. Energoservis. Ozhidanie razresheniia problem i pozitsii storon [Energoservice. Waiting to resolve problems and positions of the parties]. *Portal-energo*, 2012, no. 3, available at: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/487> (accessed 20 October 2017).

11. International Performance Measurement and Verification Protocol. Concept and options for determining energy and water savings. Vol. 1. *Organization for the Assessment of Energy Efficiency (EVO)*, 2010. 152 p.

12. V Rossii poiavilsia standart “Izmereniia i verifikatsiia energeticheskoi effektivnosti” po raschetu ekonomii energoresursov [In Russia, the standard “Measurements and verification of energy efficiency” on the calculation of en-

ergy savings]. *Energosovet*, available at: <http://www.energosovet.ru/news.php?zag=1413965575> (accessed 29 May 2017).

13. Postanovlenie pravitel'stva RF ot 18 Avgusta 2010 g. № 636 "O trebovaniiah k usloviyam kontrakta na energoservis i ob osobennostiakh opredeleniia nachal'noi (maksimal'noi) tseny kontrakta (tseny lota) na energoservis" [RF Government Decree dated August 18, 2010 № 636 "On requirements to the conditions of the contract for energy services, and about the features of the definition of the initial (maximum) contract price (lot price) on energy services"], available at: <http://www.rg.ru/2010-12/14/energoservis-site-dok.html> (accessed 24 May 2017).

14. Tupikina A.A., Chernov S.S. Opredelenie bazovogo urovnia potrebleniia energeticheskikh resursov v ramkakh realizatsii energoservisnykh kontraktov [Determination of baseline consumption of energy resources in the framework of the energy service contracts]. *Innovatsii*, 2015, no 10, pp. 155-160.

15. Tupikina A.A. Analiz faktorov, vliiaushchikh na protsess formirovaniia bazovogo urovnia energopotrebleniia pri podgotovke energoservisnogo kontrakta [Analysis of factors affecting the process of forming the basic level of energy consumption in the preparation of an energy service contract]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2016, no 2/1(67/1), pp. 824-828.

16. Energoservis: izmerit' ekonomiiu nel'zia, rasschitat'. Interv'ius s glavoi RAESKO R.E. Mukumym [Energy service: you can not measure savings, calculate. Interview with the head of RAESKO R.E. Mukumov Elektronnyi resurs]. *ESKO. Energeticheskii servis*, 2014, no 9-10, available at: http://journal.esco.co.ua/esco/2014_9_10/art17.html (accessed 01 December 2017).

17. Guzhov S.V. Metody opredeleniia i sposoby podtverzheniia energosberegaiushchego effekta v sistemakh teplo- i elektrosnabzheniia: monografiia [Methods for determining and ways to confirm the energy-saving effect in heat and power supply systems: monograph]. Moscow: MEI, 2015. 112 p.

18. Sokovikov O.B. Detiam budet teplo, a munitsipalitetu vygodno [Children will be warm, and the municipality is profitable]. *Energosovet*, available at: <http://www.energosovet.ru/stat885.html> (accessed 29 November 2017).

19. Metodika opredeleniia raschetno-izmeritel'nym sposobom ob"ema potrebleniia energeticheskogo resursa v natural'nom vyrazhenii dlia realizatsii meropriiatii, napravlennykh na energosberezhenie i povyshenie

energeticheskoi effektivnosti (utv. Prikazom ministerstva energetiki RF ot 4 fevralia 2016 g. № 67) [Method of determination the amount of energy resource consumption in physical terms by calculation and measuring method for implementation of measures aimed at energy saving and energy efficiency improvement. approved by the Order of the Ministry of Energy of the Russian Federation of February 4, 2016 No. 67]. Moscow, 2016.

20. Arkhiv pogody [Weather archive], available at: https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9E%D0%BC%D1%81%D0%BA%D0%B5 (accessed 29 November 2017).

Сведения об авторе

Тупикина Анастасия Алексеевна (Новосибирск, Россия) – старший преподаватель кафедры «Производственный менеджмент и экономика энергетики» Новосибирского государственного технического университета (630073, Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, e-mail: tupikina.aa@mail.ru).

About the author

Tupikina Avastasya Alexeyevna (Novosibirsk, Russian Federation) is a Senior Lecturer Department of industrial management and Economics of energy Novosibirsk State Technical University (630073, Novosibirsk, 20, pr. Karla Marksa, e-mail: tupikina.aa@mail.ru).

Получено 25.04.2018