

ВИДЫ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. Решение проблемы интенсивного потребления ресурсов с помощью внедрения ресурсосберегающих мероприятий требует разработки методологии оценки эффективности мероприятий ресурсосбережения. Решение данной проблемы является актуальной для всех секторов экономики, т.к. решение данной проблемы фигурирует в ряде стратегических документов, например, в государственной программе Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» [1]. Особенно оценка ресурсосберегающих мероприятий актуальна для железнодорожного сектора, т.к. в распоряжении правительства РФ от 27 ноября 2021 года N 3363-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года» фигурируют данные задачи [2]. Следовательно, возникает необходимость разработки методологии оценки ресурсосберегающих мероприятий в работе железнодорожного транспорта. Особую роль данному вопросу придаёт современная ситуация на рынке энергоресурсов, где наблюдается устойчивая тенденция повышения цен на них. Данная методология может способствовать принятию эффективных и обоснованных решений в вопросах реализации ресурсосберегающих мероприятий.

Статья основана на применение системного подхода к изучению национальных стандартов и научной литературы, чтобы изучить и структурировать термины в области энергосбережения и методы, которые могут быть применены в разработке эффективной методологии оценки эффективности внедрения ресурсосберегающих мероприятий в производственных процессах на железнодорожном транспорте.

Цель данной работы заключается в ознакомлении с результатами исследований по теме оценки ресурсосбережения, а также систематизации информации, представленной в национальных стандартах по энергосбережению и энергетической эффективности.

В данной работе рассмотрены методы оценки энергосберегающих мероприятий, т.к. данные мероприятия являются наиболее популярными из группы ресурсосберегающих для внедрения в производственных процессах на железнодорожном транспорте.

Ключевые слова: ресурсосбережение, производственные процессы, методы оценки ресурсосбережения, оценка эффективности, энергосбережение.

V.V. Maslov , A.A. Komayakov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

TYPES OF RESOURCE-SAVING MEASURES AND METHODS FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF THEIR IMPLEMENTATION IN PRODUCTION PROCESSES OF TRANSPORT ENTERPRISES

Abstract. Solving the problem of intensive resource consumption through the introduction of resource-saving measures requires the development of a methodology for assessing the effectiveness of resource-saving measures. The solution to this problem is relevant for all sectors of the economy, because the solution to this problem appears in a number of strategic documents, for example, in the state program of the Russian Federation “Development of industry and increasing its competitiveness” [1]. The assessment of resource-saving measures is especially relevant for the railway sector, because in the order of the Government of the Russian Federation dated November 27, 2021 N 3363-r “On the Transport Strategy of the Russian Federation until 2030 with a forecast for the period until 2035” these tasks appear [2]. Consequently, there is a need to develop a methodology for assessing resource-saving measures in the operation of railway transport. A special role is given to this issue by the current situation in the energy market, where there is a steady trend of increasing prices. This methodology can facilitate the adoption of effective and informed decisions regarding the implementation of resource-saving measures.

The article is based on the use of a systematic approach to the study of national standards and scientific literature in order to study and structure terms in the field of energy saving and methods that can be applied in the development of

an effective methodology for assessing the effectiveness of the implementation of resource-saving measures in production processes in railway transport.

The purpose of this work is to familiarize yourself with the results of research on the topic of assessing resource conservation, as well as systematizing the information presented in national standards for energy saving and energy efficiency.

This paper discusses methods for assessing energy-saving measures, because These measures are the most popular among the group of resource-saving ones for implementation in production processes in railway transport.

Key words: *resource conservation, production processes, methods for assessing resource conservation, efficiency assessment, energy conservation.*

Введение

Актуальность исследования проблемы отсутствия чётко сформулированной методологии оценки эффективности внедрения ресурсосберегающих мероприятий в производственных процессах на железнодорожном транспорте может быть описана, как со стороны важности для стратегического развития государства, так и с экономической позиции. Железнодорожный транспорт является важной частью общей транспортной системы страны. Данный вид транспорта оказывает большое влияние на экономическое развитие страны. В связи с этим от эффективности его функционирования и вопросов эффективного внедрения ресурсосберегающих мероприятий в производственных процессах на железнодорожном транспорте зависит успешное решение задач экономического и территориального развития. В стратегии экономической безопасности РФ до 2030 года фигурирует задача обеспечения устойчивого роста реального сектора экономики за счёт повышения ресурсоэффективности производственных процессов [3]. «Энергоэффективность и ресурсосбережение» – приоритетное направление модернизации отечественной экономики с 2009 года. Поэтому необходимо проработать вопрос о то, что представляет собой ресурсосберегающие мероприятия, на какие виды подразделяются данные мероприятия и какие методы используются для оценки эффективности их внедрения. Данные результаты лягут в основе дальнейшей разработки методологии оценки эффективности внедрения ресурсосберегающих мероприятий в производственных процессах на железнодорожном транспорте.

Ключевыми нормативно – правовыми документами, которые необходимо изучить при разработке методологии оценки эффективности внедрения ресурсосберегающих мероприятий в производственных процессах на железнодорожном транспорте являются:

– ГОСТ Р 53905-2010 Национальный стандарт Российской Федерации «Энергосбережение», в котором содержатся термины и определения, применяемые в описании энергосберегающих мероприятий [4];

– ГОСТ Р 56743-2015 Национальный стандарт Российской Федерации «Измерение и верификация энергетической эффективности». Данный ГОСТ содержит общие положения по определению экономии энергетических ресурсов [5];

– ГОСТ 32895-2014, содержащий термины и определения, связанные с электрификацией и электроснабжением железных дорог [6];

– ГОСТ Р 55656-2013 «Энергетические характеристики зданий» регламентирует этапы расчета использования энергии для отопления помещений [7].

Виды и характеристика ресурсосберегающих мероприятий, процедура планирования их внедрения, оценка экономической эффективности инвестиций в проекты ресурсосбережения

Характеризуя термины, касающиеся внедрения и оценки ресурсосберегающих мероприятий, необходимо обратиться к ГОСТ Р 53905-2010. ГОСТ Р 53905-2010 регламентирующий термины и определения в области энергоосбережения. Касаясь направления разработки методологии оценки эффективности внедрения ресурсосберегающих мероприятий из данного стандарта можно выделить следующие термины:

Энергосбережение – «реализация организационных, правовых, технических, технологических и экономических мер, направленных на уменьшение объема используемых

топливно-энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования, в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг» [4].

Ресурсосбережение - «деятельность, методы, процессы, комплекс организационно-технических мер и мероприятий, сопровождающих все стадии жизненного цикла объектов и направленных на рациональное использование и экономное расходование топливно-энергетических ресурсов» [4].

Стоит отметить, что согласно данному ГОСТу различают энергосбережение и материалосбережение. Это стоит учитывать т.к. ресурсосбережение может включать оба понятия. Если ресурсосберегающее мероприятие направлено на энергосбережение, то это является энергосберегающей технологией.

Энергосберегающая технология – это «новый или усовершенствованный технологический процесс, характеризующийся более высоким коэффициентом полезного использования топливно-энергетических ресурсов» [4].

Проект в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности – это мероприятия, направленные на повышение энергетической эффективности объекта, его части или отдельной системы.

Далее охарактеризованы ресурсосберегающие мероприятия характерные для железнодорожного транспорта и производственных процессов, связанных с жд транспортом. В статье «повышение энергоэффективности на железнодорожном транспорте путем применения систем накопления энергии» Рыжова Е. Л указывает, что: «в настоящее время существуют комплексные эксплуатационно-технологические мероприятия по повышению энергоэффективности железнодорожной отрасли:

- накопление рекуперативной энергии;
- применение экологически безопасных методов вождения и управления движением подвижного состава;
- улучшение технического состояния поездов, уменьшение потерь мощности в электросетях, снижение массы подвижного состава;
- усовершенствование систем отопления, освещения, терморегулирования, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Наибольший эффект по мнению Рыжовой Е.Л. может дать применение различных систем накопления энергии и, в первую очередь, использование рекуперативной энергии торможения (до 96 %)» [8].

Андреев Г.А. в качестве мероприятия улучшающего экономию электрической энергии в диапазоне 7 – 15% приводит в пример «Энергосберегающую систему для электрических сетей напряжением до и выше 1000В» [9]. Принцип действия данной системы заключается в том, чтобы уменьшить сопротивления электросети, а также уменьшить содержание электромагнитных помех. Чтобы получить экономию электрической энергии данную систему подключают к сети и происходит насыщение сети потребителя свободными электронами, как следствие растёт показатель электропроводимости и происходит уменьшение внутреннего сопротивления сети [9].

Проскуракова Е.А. отмечает, что на современном этапе развития общества ресурсосберегающие технологии становятся одним из инструментов зеленой экономики [10].

Открытое акционерное общество «Российские железные дороги» не является исключением и проводит большую работу в направлении рационального использования разных ресурсов, в основном проекты затрагивают повышение эффективности использования энергетических ресурсов (топливо, электроэнергия), а также проводится ряд природоохранных мероприятий.

Подобных мероприятий множество, каждое имеет своё направление ресурсосберегающего действия. В современное время появляются новые мероприятия на базе исследований отечественных авторов. Например, Тихонов П.М. в кандидатской диссертации «Моделирование ресурсных потоков в организационных сетях» разработал математическую

модель организации ресурсного обеспечения сетевого интегратора, что имеет высокую практическую значимость в вопросах ресурсосбережения [11].

Характерные особенности проектов по энергосбережению представлены согласно ГОСТу Р 56743-2015 «Измерение и верификация энергетической эффективности» [5]. Из стандарта следует, что проекты энергосбережения имеют три ключевых особенности представленных на рисунке 1.

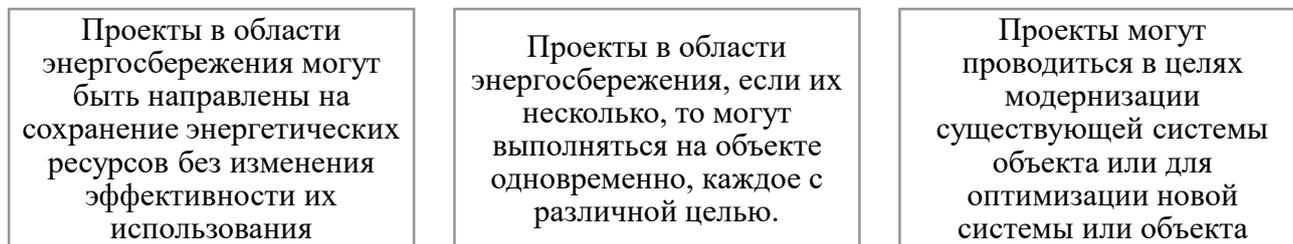


Рис. 1. Особенности проектов в области энергосбережения [5]

Следующий этап исследования описание принципов измерения разного рода энергосберегающих мероприятий. Из национального стандарта ГОСТ Р 56743-2015 следует, что основными принципами измерения энергетической эффективности являются: «открытость действий по измерению и верификации энергетической эффективности; высокая точность отчётов о проведении измерений и верификации энергетической эффективности; принцип полноты отражения достигнутых результатов (при измерении необходимо затронуть все эффекты от ресурсосберегающего проекта); а также принцип сопоставимости, который заключается в том, чтобы привести результаты к единым величинам, чтобы их можно было сравнить с другими типами проектов» [5].

Далее описана процедура планирования внедрения ресурсосберегающего мероприятия. Процедура регламентируется тем же гостом, что и принципы измерения энергетической эффективности. Описанная процедура направлена на то, чтобы к моменту измерения энергетической эффективности, все необходимые данные будут собраны. Процедура представлена в виде плана действий, представленных на рисунке 2.

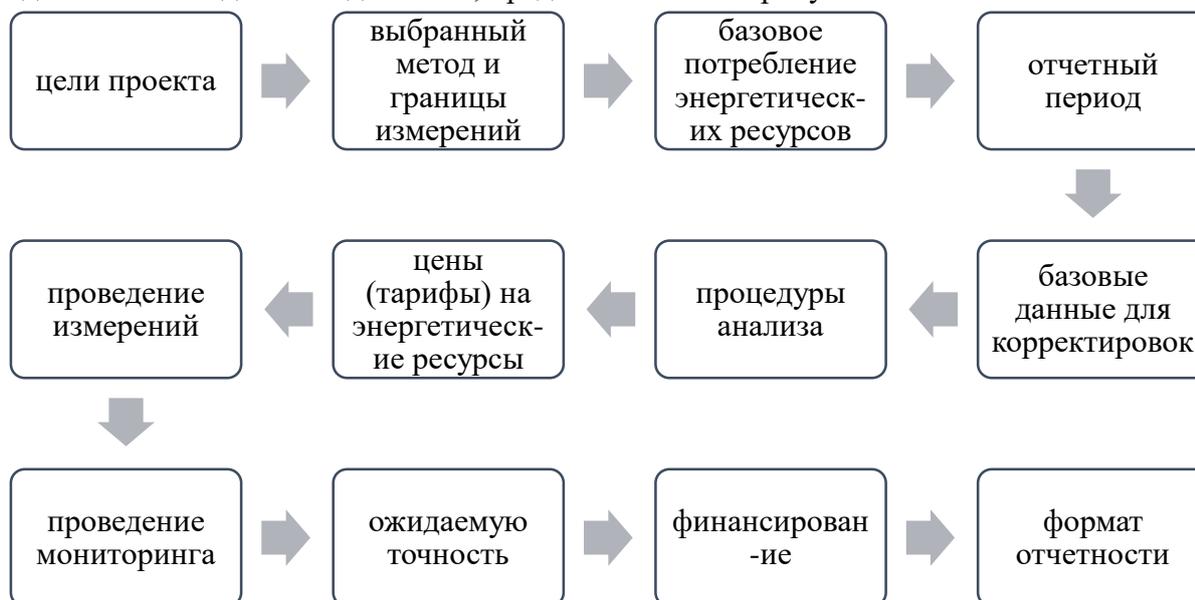


Рис. 2. Разделы плана по измерению и верификации энергетической эффективности [5]

Далее представим именно способы оценки ресурсосберегающих мероприятий со стороны инвестиционных затрат на их реализацию. Обозревая научные статьи, описывающие методы эффективности проектов ресурсосбережения на железнодорожном транспорте, можно отметить работу Проскураковой Е.А. В статье данного автора описаны методические материалы, который ОАО «РЖД» использует для оценки инвестиционных проектов [10].

Проскуракова Е. А. сгруппировала ряд групп расчётов экономической эффективности инвестиций в проекты ресурсосбережения. Они представлены на рисунке 3.

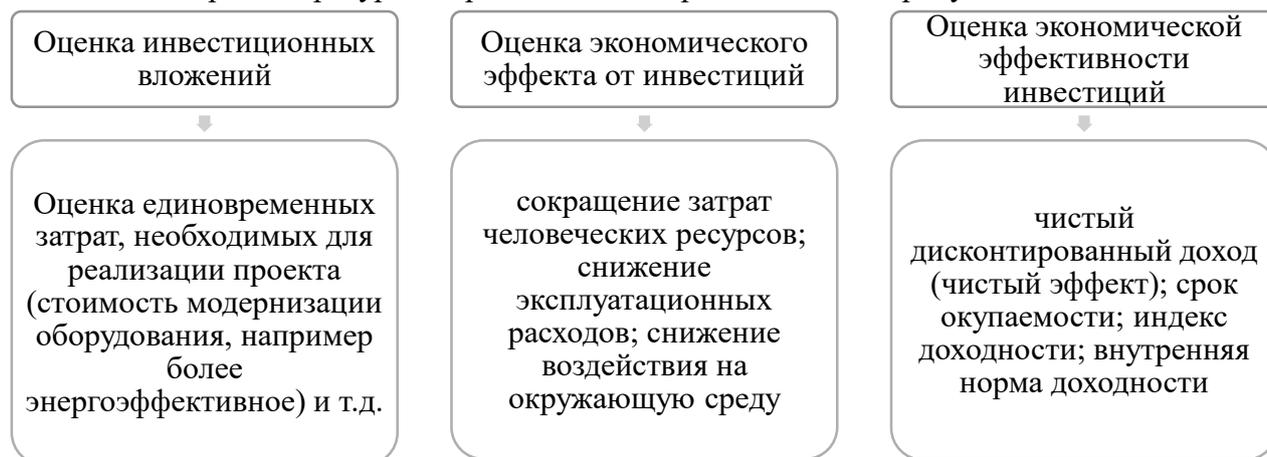


Рис. 3. Группы критериев экономической эффективности инвестиций в проекты ресурсосбережения [10]

На рисунке 3 представлены основные критерии экономической эффективности инвестиций в проекты ресурсосбережения, но существует и множество авторских подходов к оценке ресурсосберегающих мероприятий по более узким направлениям, т.е. оценка именно энергосберегающих мероприятий, или мероприятий, направленных на снижение потребления дизельного топлива и т.д.

Например, Бубнова Г.В. и Симак Р.С. разработали математические модели для оценки косвенных эффектов от внедрения приборов учёта тепловой энергии и пара [12]. Данные модели также могут быть рассмотрены в формировании методологии оценки ресурсосберегающих мероприятий.

Методы оценки эффективности внедрения ресурсосберегающих мероприятий в производственных процессах

В данной пункте более подробно проанализируем информацию, представленную в ГОСТ Р 56743-2015, т.к. именно методы, описанные необходимо использовать при разработке методологии оценки ресурсосберегающих мероприятий из числа энергосберегающих.

ГОСТ Р 56743-2015 регламентирующий измерение и верификацию энергетической эффективности введён в действие приказом «Об утверждении национального стандарта» от 20 ноября 2015 года №1929-ст. [14]. Настоящий стандарт устанавливает правила по проведению измерений и верификации энергетической эффективности, а также общие положения по определению экономии энергетических ресурсов.

В стандарте ГОСТ Р 56743-2015 описаны: «методы измерения и верификации энергетической эффективности. Согласно данному стандарту существует четыре метода измерения и верификации энергетической эффективности» [5].

В таблице 1 приведены методы определения энергетической эффективности согласно ГОСТу Р 56743-2015.

Таблица 1 – Методы измерения и верификации энергетической эффективности [5]

Метод	Характерные особенности	Формула	Пример реализации
метод А	Требуется инспекция установленного оборудования в течение отчётного периода (проверка наличия, надлежащей работы, технического обслуживания)	«Экономия при методе А = Оценочное значение (Измеренный параметр в базовом периоде - Измеренный параметр в отчетном периоде) (1)» [5]	Внедрение светодиодных светильников вместо люминесцентных ламп при

			одинаковом числе часов работы
метод В	Проводится измерение всех членов формулы 1, т.е. всех параметров	«Экономия при методе В = Базовое потребление энергетических ресурсов - Потребление энергетических ресурсов в отчетном периоде (2)» [5]	Внедрение частотных преобразователей для электропривода насосных станций дирекции тепло-водоснабжения
метод С	1)Используется в проектах с ожидаемой экономией энергетических ресурсов от самого проекта, превышающей случайные или невыясненные колебания потребления энергии на уровне всего объекта 2) Метод не может использоваться, если не произведена установка дополнительных приборов учёта во всех объектах 3) Результаты приборов учёта принимаются с точностью 100%.	«Экономия при методе С = (Потребление энергетических ресурсов в базовом периоде - Потребление энергетических ресурсов в отчетном периоде) ± Стандартные корректировки ± Нестандартные корректировки (3)» [5]	Смена технологического процесса в одном из цехов предприятия, когда прибор учета электроэнергии установлен на здании в целом
метод D	1) Обязательным при его использовании является применение ПО компьютерного моделирования 2)Менее трудозатратен и дорог, чем первые два метода. 3)Требует квалифицированного персонала в области компьютерного моделирования с опытом калибровки. 4)Требует тщательного документирования	«Экономия при методе D = Базовое потребление энергетических ресурсов в откалиброванной модели без учета реализации проекта - Потребление энергетических ресурсов за отчетный период в откалиброванной модели с учетом реализации проекта (4) В случае использования фактических данных формула имеет вид: Экономия = Базовое потребление энергетических ресурсов в откалиброванной модели без учета проекта - Фактическое потребление энергетических ресурсов в периоде, в котором производится калибровка (с учетом результатов проекта) +/- погрешность калибровки в соответствующих откалиброванных показаниях (5) Соответственно модель при использовании формулы 5 калибруется по имеющимся фактическим данным» [5].	Любые мероприятия, для которых оценка фактического эффекта осуществляется расчетным путем без ориентации на данные приборов учета (установка устройства компенсации реактивной мощности в системе тягового электроснабжения)

Учитывая вид мероприятия, производственный процесс на транспортном производстве куда внедряется мероприятие, учитывая его масштабы и цели, может быть использован один из методов таблицы 1. В анализируемом стандарте представлена информация о том, какой метод лучше применять в зависимости от энергосберегающего мероприятия.

Первые два метода используются в том случае, если мероприятия по ресурсосбережению (в данном случае по повышению энергоэффективности) затрагивают не весь объект, а его часть, т.е. конкретная зона модернизации.

Согласно ГОСТ Р 56743-2015 данные методы применимы при модернизации конкретных зон в ситуациях, представленных на рисунке 4.

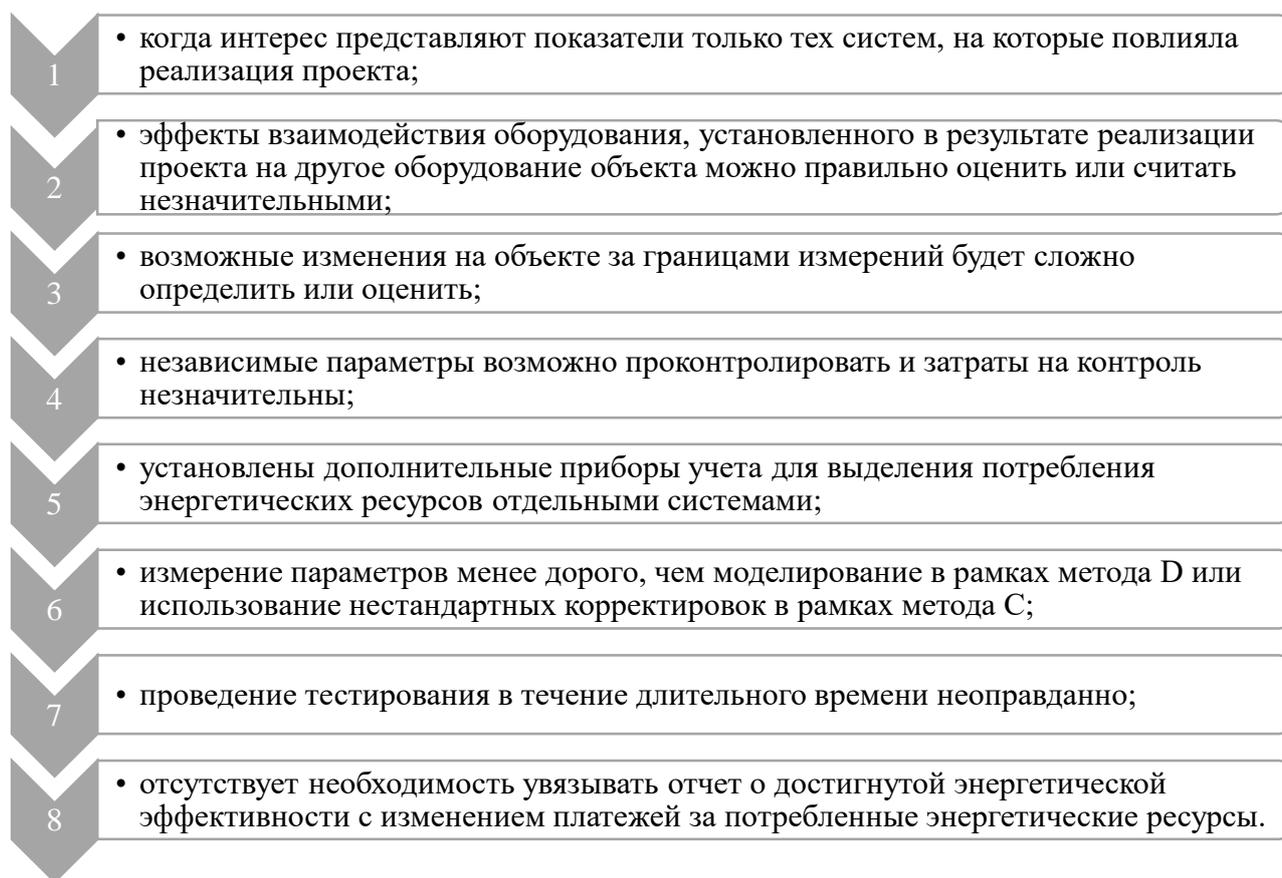


Рис. 4. Ситуации в которых при оценке энергосберегающих мероприятий целесообразно использовать метод А или метод В [5]

Метод С может применять для оценки энергетической эффективности в мероприятиях, затрагивающих весь объект, но при этом во всех его подсистемах устанавливаются дополнительные приборы учёта, о чём было сказано в таблице 1. Метод С включает использование ряда корректировок, поэтому тщательно фиксируются независимые параметры и статистические факторы, например, метеоданные. Это делает метод более трудозатратным, при этом повышая его точность [5].

Данный метод может быть применён при реализации энергосберегающих мероприятий разного вида, в качестве примера можно привести мероприятие по типу электроснабжения производственных процессов за счёт альтернативных источников электроснабжения, данные источники могут иметь показывать разный результат в разных метеоусловиях.

Использование метода D может быть при оценке энергетической эффективности любых энергосберегающих мероприятий, затрагивающих любые производственные процессы на железнодорожном транспорте, потому что метод предполагает разработку имитационной модели прогнозирования потребления энергетических ресурсов для каждого конкретного случая. Для повышения точности имитационной модели необходимо модель откалибровать.

Обобщая суть описанных методов, можно сделать вывод, что данные методы в общем виде сводятся к единой формуле, которая затем видоизменяется.

Общая формула имеет следующий вид [5]:

$$\begin{aligned}
 & \text{Экономия} = & (1) \\
 & = (\text{Потребление энергетических ресурсов в базовом периоде} \\
 & \quad - \text{Потребление энергетических ресурсов в отчетном периоде}) \\
 & \quad \pm \text{Корректировки}
 \end{aligned}$$

Стоит отметить, что для оценки эффективности внедрения ресурсосберегающих мероприятий в производственных процессах безусловно необходимо производить расчёты

потребления энергетических ресурсов в базовый и отчётный периоды, сравнивая их между собой. Теоретическое обоснование базового и отчётного периодов также представлены в анализируемом стандарте, если описывать их кратко, то базовый период – это период до реализации ресурсосберегающих мероприятий, а отчётный – период после реализации данных мероприятий.

Корректировки - это важный элемент в формуле по расчёту энергетической эффективности, т.к. для того, чтобы получить точный результат о энергосбережении после внедрения ресурсосберегающего мероприятия необходимо учитывать, что условия в базовом периоде могут отличаться от условий отчётного периода.

ГОСТ Р 56743-2015 помимо процедуры планирования внедрения ресурсосберегающего мероприятия также регламентирует алгоритм по сбору данных для калибровки и этапы калибровки программного обеспечения [5]. Алгоритм представлен на рисунке 5.

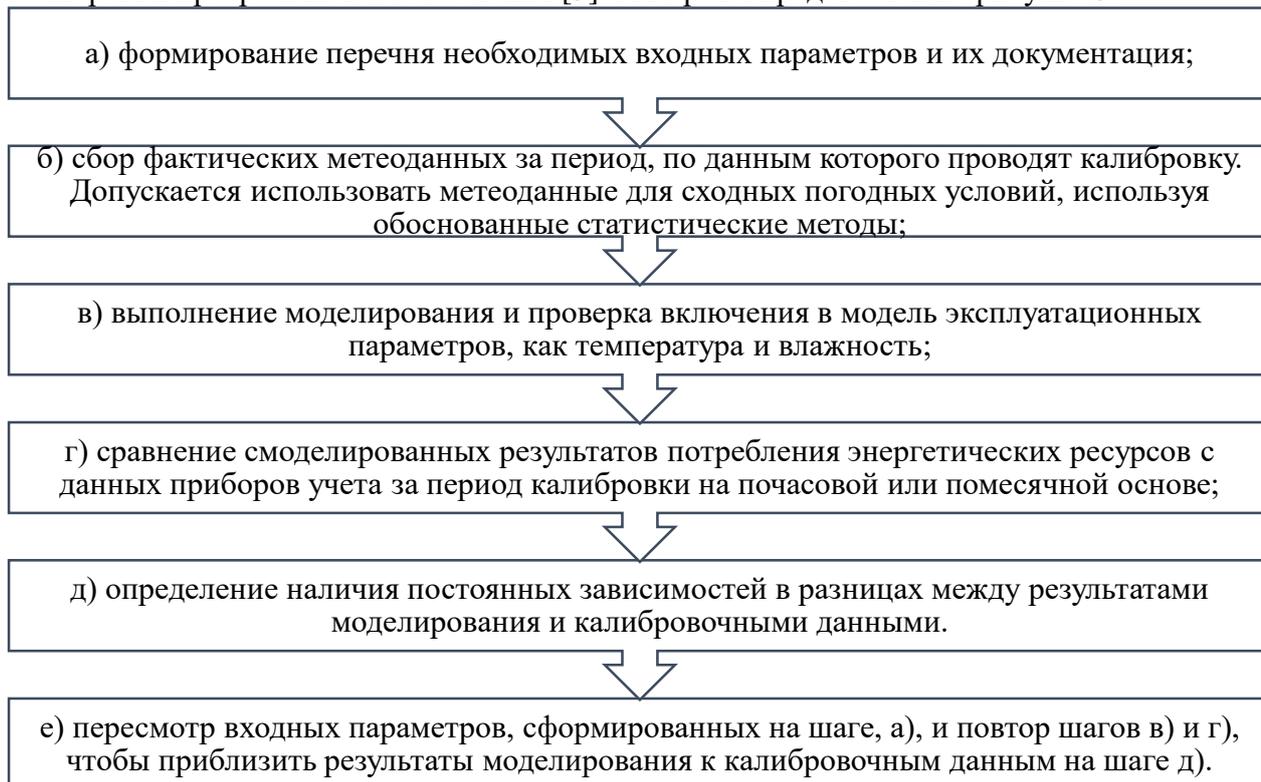


Рис. 5. Алгоритм по сбору объема данных для калибровки и этапы калибровки ПО [5]

После внедрения ресурсосберегающих мероприятий, или после реализации имитационной модели с учётом всех корректировок может быть оценена энергетическая эффективность в стоимостном выражении. Т.е. помимо разницы в объёмах энергопотребления до и после мероприятий, также можно рассчитать фактическую экономию в денежном выражении. «Экономия в стоимостном выражении рассчитывается по формуле 2» [5].

$$\text{Экономия в стоимостном выражении} = \text{СБ} - \text{СО} \quad (2)$$

«где: СБ - стоимость энергетических ресурсов в базовый период плюс любые корректировки в стоимостном выражении;

СО - стоимость энергетических ресурсов в отчетном периоде плюс любые корректировки в стоимостном выражении» [5].

Определяя энергетическую эффективность в стоимостном выражении применяется соответствующая шкала тарифов на энергоресурсы. Для точности полученных результатов, тарифы уточняются у ресурсоснабжающей организации [5].

Описанные выше процедуры планирования ресурсосберегающих мероприятий, алгоритм сбора возможного объёма данных для оценки энергоэффективности мероприятия, а также методы могут быть применены в транспортных предприятиях с учётом корректировок

и откалибровок моделей (в случае использования метода D) с учётом всех особенностей производственных процессов на железнодорожном транспорте. Учитывая, что в экологической стратегии ОАО «РЖД» фигурируют мероприятия направленные на экономию электроэнергии («внедрение современных экологически чистых и ресурсосберегающих технологий, разработка и применение альтернативных источников тепло- и электроснабжения, разработка и внедрение новых экономически и экологически эффективных силовых установок и т.д.» [15]), то повышается значимость описанных методов для транспортных предприятий.

Заключение

В статье выполнен обзор основных методик оценки энергетической эффективности ресурсосберегающих мероприятий, представленных в национальных стандартах Российской Федерации. Выполнена оценка возможности их применения для транспортных предприятий. Ключевой особенностью методик является необходимость стандартных или нестандартных корректировок, учитывающих изменение факторов, влияющих на расход энергоресурсов. Перспективным направлением является разработка математических моделей, позволяющих реализовать указанные корректировки с учетом специфики работы транспортных систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 328 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности" // [garant.ru: сайт.](https://base.garant.ru/70643464/?ysclid=lsoaq3qa7j430179657) – URL: <https://base.garant.ru/70643464/?ysclid=lsoaq3qa7j430179657> (дата обращения: 15.03.2024) – Текст: электронный.
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 года №3363-р "Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года" // [mintrans.gov.ru: сайт.](https://mintrans.gov.ru/documents/8/11577?ysclid=lsoao75usx814292751) – URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/11577?ysclid=lsoao75usx814292751> (дата обращения: 20.02.2024) – Текст: электронный.
3. Указ Президента РФ от 13 мая 2017 г. N 208 "О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года" // [garant.ru: сайт.](https://base.garant.ru/71672608/) – URL: <https://base.garant.ru/71672608/> (дата обращения: 20.03.2024) – Текст: электронный.
4. ГОСТ Р 53905-2010. Энергосбережение. Термины и определения = Energy conservation. Terms and definitions: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 ноября 2010 г. N 350-ст: введен впервые: дата введения: 2011-07-01 / подготовлен Федеральным государственным унитарным предприятием «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200083323?ysclid=lsamstb8iu435870612> (дата обращения 15.02.2024) – Текст: электронный.
5. ГОСТ Р 56743-2015. Измерение и верификация энергетической эффективности. Общие положения по определению экономии энергетических ресурсов = Measurement and verification of energy efficiency. General provisions for the determination of energy savings: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 ноября 2015 г. N 1929-ст: введен впервые: дата введения: 2017-01-01 / подготовлен Ассоциацией энергосервисных компаний "РАЭСКО", Автономной некоммерческой организацией в области технического регулирования и аккредитации "ВНИИИМАШ". - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200127498?ysclid=lsoau1ldma973082806> (дата обращения 15.02.2024) – Текст: электронный.
6. ГОСТ 32895-2014. Электрификация и электроснабжение железных дорог. Термины и определения = Electrification and electric supply of the railways. Terms and definitions:

национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 июля 2014 г. N 68-П): введен впервые: дата введения: 2015-01-01 / подготовлен Открытым акционерным обществом "Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта" (ОАО "ВНИИЖТ"). – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200113587?ysclid=luwvh35ht941343219> (дата обращения 15.02.2024) – Текст: электронный.

7. ГОСТ Р 55656-2013. Энергетические характеристики зданий. Расчёт использования энергии для отопления помещений = Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 октября 2013 г. N 1211-ст: введен впервые: дата введения: 2015-07-01 / подготовлен Федеральным государственным унитарным предприятием "Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении" (ВНИИНМАШ). – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200105932?ysclid=luwvhgotw3650678561> (дата обращения 15.02.2024) – Текст: электронный.

8. Рыжова, Е. Л. Повышение энергоэффективности на железнодорожном транспорте путем применения систем накопления энергии / Е. Л. Рыжова // Интеллектуальная электротехника. – 2023. – № 2(22). – С. 36-48. – DOI 10.46960/2658-6754_2023_2_36. – EDN B10AFN.

9. Андреев, Г. А. Ресурсосбережение и оптимизация затрат на предприятиях железнодорожного транспорта / Г. А. Андреев, Ю. А. Генварева // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: Материалы VI Международной научно-исследовательской конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара-Оренбург, 18–19 апреля 2023 года. – Самара-Оренбург: ОрИПС-филиал СамГУПС в г. Оренбург, 2023. – С. 17-19. – EDN NQSWWH.

10. Проскуракова, Е. А. Экономические аспекты внедрения ресурсосберегающих технологий на железнодорожном транспорте / Е. А. Проскуракова // Вестник евразийской науки. – 2019. – Т. 11, № 4. – С. 32. – EDN VOULTT.

11. Тихонов, П.М. Моделирование ресурсных потоков в организационных сетях (на примере холдинга «РЖД»): автореф. дис. ... канд.техн. наук: 05.02.22 – Екатеринбург, 2021

12. Бубнова, Г. В. Экономический механизм реализации потенциала энергосбережения на железнодорожном транспорте / Г. В. Бубнова, Р. С. Симак // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2020. – № 1(33). – С. 20-25. – DOI 10.24411/2225-8264-2020-10004. – EDN FCALVR.

13. Комяков, А. А. Разработка методов оценки эффективности мероприятий по организации ресурсосберегающих производственных систем железнодорожного транспорта / А. А. Комяков // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 2(78). – С. 45-53. – EDN PPSPII.

14. Приказ Росстандарта от 09.11.2010 N 350-ст "Об утверждении национального стандарта" ГОСТ Р 53905-2010 "Энергосбережение. Термины и определения" – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_257472/?ysclid=lsamip2itd356382154 (дата обращения: 10.03.2024) – Текст: электронный.

15. РАСПОРЯЖЕНИЕ ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ" от 12 мая 2014 года N 1143р Об утверждении экологической стратегии ОАО "РЖД" на период до 2017 года и на перспективу до 2030 года – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420210605?ysclid=lux3vgk62y835351971> (дата обращения: 20.02.2024) – Текст: электронный.

REFERENCES

1. Decree of the Government of the Russian Federation of April 15, 2014 N 328 “On approval of the state program of the Russian Federation “Development of industry and increasing its competitiveness”. URL: <https://base.garant.ru/70643464/?ysclid=lsoaq3qa7j430179657> (Accessed 15 March 2024).
2. Order of the Government of the Russian Federation of November 27, 2021 No. 3363-r “On approval of the Transport Strategy of the Russian Federation until 2030 with a forecast for the period until 2035”. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/11577?ysclid=lsoao75usx814292751> (Accessed 20 January 2024).
3. Decree of the President of the Russian Federation of May 13, 2017 N 208 “On the Strategy for the Economic Security of the Russian Federation for the period until 2030”. URL: <https://base.garant.ru/71672608/> (Accessed 20 March 2024).
4. State Standart 53905-2010. Energy saving. Terms and definitions. Moscow, 2011. 24p. (In Russian)
5. State Standart 56743-2015. Measurement and verification of energy efficiency. General provisions for determining energy savings. Moscow, 2017. 39p. (In Russian)
6. State Standart 32895-2014. Electrification and power supply of railway roads. Terms and definitions. Moscow, 2015. 39p. (In Russian)
7. State Standart 55656-2013. Energy characteristics of buildings. Calculation of energy use for space heating. Moscow, 2015. 31p. (In Russian)
8. Ryzhova, E. L. Increasing energy efficiency in railway transport by using energy storage systems. *Intelligent Electrical Engineering*, 2023, no. 2(22), p. 36-48. (In Russian) DOI 10.46960/2658-6754_2023_2_36.
9. Andreev G. A., Genvareva Yu. A. Resource saving and cost optimization at railway transport enterprises. *Youth science in the 21st century: traditions, innovations, development vectors: Materials of the VI International Scientific Research Conference, dedicated to the 50th anniversary of the Samara State Transport University, Samara-Orenburg, April 18–19, 2023. Samara-Orenburg: OrIPS branch of SamGUPS in Orenburg, 2023, p. 17-19. (In Russian)*
10. Proskuryakova E. A. Economic aspects of the introduction of resource-saving technologies in railway transport. *Bulletin of Eurasian Science*, 2019. T. 11, no. 4, p. 32. (In Russian).
11. Tikhonov P.M. Modeling of resource flows in organizational networks (using the example of the Russian Railways holding): abstract of thesis. dis. ... Ph.D. Sciences: 02/05/22 Ekaterinburg, 2021.
12. Bubnova G. V., Simak R. S. Economic mechanism for realizing the energy saving potential in railway transport. *Bulletin of the Siberian Institute of Business and Information Technologies*, 2020, no. 1(33), pp. 20-25. (In Russian) DOI 10.24411/2225-8264-2020-10004.
13. Komyakov, A. A. Development of methods for assessing the effectiveness of measures for organizing resource-saving production systems of railway transport. *Bulletin of the Rostov State Transport University*, 2020, no. 2(78), p. 45-53. (In Russian)
14. Order of Rosstandart dated November 9, 2010 N 350-st “On approval of the national standard” State Standart 53905-2010 “Energy saving. Terms and definitions”. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_257472/?ysclid=lsamip2itd356382154 (Accessed 10 March 2024).
15. ORDER OF THE OPEN JOINT STOCK COMPANY "RUSSIAN RAILWAYS" dated May 12, 2014 N 1143r On approval of the environmental strategy of JSC "Russian Railways" for the period until 2017 and for the future until 2030. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420210605?ysclid=lux3vgk62y835351971> (Accessed 20 January 2024).

Информация об авторах

Комяков Александр Анатольевич – д. т. н., профессор кафедры «Теоретическая электротехника», Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, e-mail: tskom@mail.ru

Маслов Владислав Вячеславович – аспирант, Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, e-mail: maslov.v.98@mail.ru

Information about the authors

Komyakov Alexander Anatolievich - Doctor of Technical Science, Professor, the Subdepartment of Theoretical electrical engineering, Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, e-mail: tskom@mail.ru

Maslov Vladislav Vyacheslavovich – postgraduate, Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, e-mail: maslov.v.98@mail.ru