

УДК 620.98

EDN [YXQLSJ](#)



## Препятствия к внедрению энергоэффективных технологий на предприятиях: теория барьеров

Е.А. Медведева\*

СПбГУПТД, д.4, ул. Ивана Черных, Санкт-Петербург, 198095, Россия

\*E-mail: medvedevaek@yandex.ru

**Аннотация.** На потребление энергии на предприятиях влияют шесть параметров: климат, ограждающие конструкции здания, система энергоснабжения и обслуживания здания и характер действий сотрудников. Энергоэффективность является одним из ключевых аспектов, связанных с «топливной бедностью», поскольку эксплуатационные расходы на потребление электроэнергии могут быть снижены за счет повышения энергоэффективности сооружения, что приводит также к улучшению качественных характеристик эксплуатируемого здания. Последствия повышения энергоэффективности трудно распознать. Каждая энергосберегающая технология имеет определенный уровень эффективности, поэтому необходимо смоделировать процесс последовательного осуществления энергосбережения с учетом получения максимального эффекта от внедрения энергосберегающих мероприятий. В статье рассмотрены барьеры, возникающие при внедрении энергоэффективных технологий на этапе разработки проектов, строительства и/или модернизации предприятий. Оценка эффективности последовательности реализации энергосберегающих мероприятий зависит от финансово-экономических показателей. Таких как: срок окупаемости каждого мероприятия, чистый доход за счет экономии энергии в результате реализации энергосберегающих мероприятий на протяжении всего жизненного цикла проекта, чистая текущая стоимость, индекс рентабельности вложенных средств в проведенные энергосберегающие мероприятия.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, энергосбережение, барьер.

## Obstacles to the introduction of energy-efficient technologies in enterprises: barrier theory

E.A. Medvedeva\*

SPbSUITD, 4, Ivana Chernykh str., Saint Petersburg, 198095, Russia

\*E-mail: medvedevaek@yandex.ru

**Abstract.** Energy consumption in enterprises is affected by six parameters: climate, building envelope, building energy and maintenance system, room design criteria, building operation and maintenance, and employee behavior. Energy efficiency is one of the key aspects associated with “fuel poverty”, as the operating costs of electricity consumption can be reduced by improving the energy efficiency of a building, which also leads to an improvement in the quality of the building in use. The effects of energy efficiency improvements are difficult to recognize. Each energy-saving technology has a certain level of efficiency, so it is necessary to model the process of consistent implementation of energy saving, taking into account obtaining the maximum effect from the introduction of energy-saving measures. The article discusses the barriers that arise when introducing energy-efficient technologies at the stage of project development, construction and / or modernization of enterprises. Evaluation of the effectiveness of the sequence of implementation of energy saving measures depends on financial and economic indicators. Such as: payback period of each activity, net income due to energy savings as a result of the implementation of energy saving measures throughout the life cycle of the project, net present value, return on investment in energy saving measures.

**Keywords:** energy efficiency, energy saving, barrier.

## 1. Введение

В программных документах и в научной литературе утверждается, что экономически эффективные энергетические меры не всегда реализуются. Это несоответствие между оптимальной и фактической реализацией называют разрывом в энергоэффективности или энергетическим парадоксом [1,2].

Этот энергетический парадокс можно объяснить существованием барьеров для энергоэффективности, определяемых как постулируемые механизмы, препятствующие инвестициям в технологии, которые являются одновременно энергоэффективными и экономически обоснованными [3]. Существуют также институциональные или структурные барьеры для повышения энергоэффективности, которые напрямую не влияют на этот “разрыв”, хотя и влияют на общую энергоэффективность [4].

## 2. Постановка задачи (Цель исследования)

Целью исследования выступает анализ барьеров, возникающих при внедрении энергоэффективных технологий на этапе разработки строительных проектов, при проведении тендеров, во время реконструкции функционирующих объектов предприятий.

### 2.1. Задачи исследования

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд следующих задач:

- изучить классификацию барьеров энергоэффективности;
- произвести обобщение барьеров на основании эмпирических исследований;
- выявить недостатки и преимущества барьеров при внедрении энергоэффективных технологий.

## 3. Методы и материалы исследования

Во время проведения исследования были использованы эмпирико-теоретические методы и экспериментальные, а именно методы - сравнения, аналогии, системного анализа, сравнения, дедукции.

Использованы материалы зарубежных исследований с целью анализа сформированных ранее классификаций барьеров, а также анализа изменений тенденций в процессе внедрения энергоэффективных технологий.

Таким образом, достоверность этого исследования подтверждается триангуляцией данных, то есть использованием нескольких источников данных, собранных и систематизированных в период с 1980 г. по 2020 г.

#### 4. Полученные результаты

Барьеры энергоэффективности классифицируются по-разному. Соррелл и др. [5] выделяют три основные категории барьеров, возникающих в результате сбоев рынка, организационных сбоев и сбоев, в то время как Вебер [6] классифицирует барьеры как институциональные, экономические, организационные и поведенческие. Херст и Браун [7] разделяют эти барьеры на две широкие категории: структурные и поведенческие. Классификация барьеров не является однозначной, поскольку один тип реального явления может быть объяснен несколькими теоретически выведенными. Фактический потенциальный уровень энергоэффективности зависит от того, какой теоретический взгляд применяется, поэтому, например, технологический и экономический потенциал могут отличаться.

Определение и пересмотр выявленных барьеров в области энергоэффективности важны для того, чтобы изменить существующие решения и разработать новые, творческие подходы к кампаниям по борьбе с низкой энергоэффективностью. Не в последнюю очередь важно уделять больше внимания социальным практикам в компаниях и существующим процедурам принятия решений.

Могут наблюдаться расхождения между прогнозируемой и фактической экономией. Реконструкция может привести к повышению стандартов теплового комфорта, но не приведет к ожидаемой экономии энергии. Это можно объяснить, например, воздействием тепловых мостиков, разрывов в изоляции и использованием большего количества тепла после ремонта. Слабо реализованная экономия также может быть связана с увеличением использования отопления из-за поведения людей и теплового комфорта после ремонта и установки новой системы отопления.

Возможности повышения энергоэффективности также часто упускаются из-за чрезмерного увеличения размеров систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Недостаток информации о существующих мерах по реконструкции также могут представлять собой препятствие. Различные цели в области энергоэффективности оказывают непосредственное влияние на внедрение и использование энергоэффективных технологий. В проекте технические решения и знание возможных мер должны учитывать цели в области энергоэффективности.

Финансовые трудности являются еще одним часто упоминаемым препятствием на пути повышения энергоэффективности на предприятиях. Затраты на ремонт часто

очень высоки, даже в относительно новых зданиях. Цели в области энергоэффективности зачастую являются вторичными по отношению к экономическим соображениям. В отношении недвижимости затраты на жизненный цикл, как правило, не принимаются во внимание, и варианты энергоэффективности упускаются из виду, даже несмотря на то, что доходность будет существенно превышать капитальные затраты. Этот первоначальный барьер заставляет проектировщиков и инвесторов сомневаться в необходимости строительства проектов долговременного цикла.

Последствия повышения энергоэффективности трудно распознать, и даже успешная мера по повышению энергоэффективности может быть сведена на нет ростом цен на энергоносители. Хотя эксплуатационные расходы, например, на освещение или отопление, могут быть снижены за счет ремонта, стоимость внедрения обычно высока, а период окупаемости может быть длительным.

Подрядчики для проекта обычно отбираются на конкурсной основе, и решения о выигрыше тендера, как правило, основаны на самой низкой цене. В результате ценовая конкуренция жесткая, а маржа низкая, и то и другое является условием, способствующим снижению затрат, чтобы сделать тендер максимально экономным и максимизировать прибыль. Конкурентные торги можно рассматривать как ключевую причину неэффективности в строительной отрасли. Процесс строительного проекта можно описать как серию последовательных и отдельных операций, объединяющих различных временно объединенных людей, таких как отдельные проектировщики, инспекторы и поставщики. Эти группы людей обычно не заинтересованы в успехе долгосрочного проекта или не привержены ему. Эти эмпирически обнаруженные барьеры обобщены в таблице 1.

**Таблица 1.** Наиболее распространённые препятствия для внедрения энергоэффективных технологий.

№ п/п	Категория	Теоретические барьеры	Характеристика
1	Организация рынка	Фрагментированный рынок	<ul style="list-style-type: none"> <li>· фрагментированная промышленность;</li> <li>· проблемы с субподрядом;</li> <li>· проектировщики и субподрядчики не заинтересованы в долгосрочной службе здания и технологий;</li> <li>· отсутствие интеграции проекта и связи между вовлеченными участниками;</li> <li>· учёт затрат на весь срок службы здания слабо просчитывается</li> </ul>
		Разделение стимулов	<ul style="list-style-type: none"> <li>· каждая из сторон преследует только свой интерес;</li> <li>· интерес для подрядчика составляет только увеличение стоимости контракта</li> </ul>
		Нехватка времени	<ul style="list-style-type: none"> <li>· здание проектируется по времени меньше, чем проекты по его модернизации в последующем</li> </ul>
2	Информация	Несовершенная информация	<ul style="list-style-type: none"> <li>· недостаток информации и знаний об энергоэффективных и экологически чистых материалах и продуктах</li> </ul>

3	Поведенческие барьеры	Отсутствие общих целей	· энергетические меры должны идти рука об руку с целями
		Другие приоритеты	· даже если внедряемые меры снижают потребление энергии, это высокие первоначальные затраты и длительная окупаемость – приоритетность отдаётся тендерам с наименьшей ценой
		Инерция	· консерватизм в строительной отрасли; · отсутствие принуждения к преобразованиям
		Ограниченная рациональность	· решения часто принимаются в стесненных условиях, что приводит к ограниченным решениям, то есть неоптимальным с рациональной точки зрения
4	Технические барьеры		· расхождения между прогнозируемой и фактической экономией
5	Финансовые барьеры	Энергоэффективность ценится меньше, чем инвестиционные затраты	· энергетические характеристики здания считаются менее важными, чем его инвестиционная ценность
		Высокие инвестиционные затраты и отсутствие перспективы	· высокие затраты; · длительный срок окупаемости; · отсутствие перспективы жизненного цикла;
		жизненного цикла	· отсутствие финансовых стимулов
		Внешний риск	· успех энергосбережения зависит от цены на энергию

Модернизация, например, системы отопления должна иметь под собой экономические аргументы, которые имеют способность меняться в процессе обсуждений и разработки проекта и зависят от того, как они определяются, как затраты или инвестиции, и обсуждаются ли они в долгосрочной или краткосрочной перспективе.

Дюрменова С.С. в своём исследовании пишет «В качестве показателя энергоэффективности принимается абсолютная или удельная величина потребления, или потери энергетических ресурсов для продукции любого назначения, которая устанавливается государственными стандартами и может в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» № 184-ФЗ уточняться применительно к потребностям группы потребителей, например, в стандартах организаций». [8,9]

Энергоэффективный ремонт — это не линейный процесс, поскольку дизайн и цели меняются на протяжении всего процесса. Барьеры должны рассматриваться целостно с осознанием того, что важность и значение барьера могут меняться в зависимости от того, как развивается процесс модернизации. Барьер существует в специфическом социальном контексте, в котором действующие лица постоянно взаимодействуют и договариваются о том, какие меры следует принять, а какие отвергнуть. Решения принимаются не в вакууме, а в контексте, в котором действующие лица находятся под влиянием законодательства, строительных норм и правил, когнитивных процедур и систем убеждений. Именно поэтому, например, замена системы отопления может сначала рассматриваться как слишком дорогостоящая, а затем в

дальнейшем рассматриваться как приемлемая с финансовой точки зрения. И это происходит без произведения новых расчетов для проекта.

## 5. Выводы

Теория барьеров помогает выявить и дать обзор возможных препятствий для энергоэффективных ремонтов. Однако следует учитывать, что на разных этапах возникают разные барьеры, и некоторые из них исчезают или превращаются в движущие силы в процессе обсуждений.

Обобщая проведённые исследования по вопросу внедрения энергоэффективных технологий на различных этапах, можно сформулировать вывод о стагнации внедрения технологий по причинам выбора наиболее дешёвых инвестиционных проектов по строительству/модернизации объектов предприятий без ориентации на энергетические характеристики объекта.

## Список литературы

1. Baek, C. Policy measures to overcome barriers to energy renovation of existing buildings / C. Baek, S. Park // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2012. – Т. 16. – №. 6. – С. 3939-3947.
2. Blumstein, C. Overcoming social and institutional barriers to energy conservation / C. Blumstein et al. // *Energy*. – 1980. – Т. 5. – №. 4. – С. 355-371.
3. Stern, P.C. What psychology knows about energy conservation / P.C. Stern // *American psychologist*. – 1992. – Т. 47. – №. 10. – С. 1224.
4. Thollander, P. Categorizing barriers to energy efficiency: an interdisciplinary perspective / P. Thollander, J. Palm, P. Rohdin // *Energy efficiency*. – 2010. – С. 49-63.
5. Sorrell, S. Reducing barriers to energy efficiency in public and private organizations / S. Sorrell et al. // *Science and Policy Technology Research (SPRU)*, University of Sussex, Sussex, UK. – 2000.
6. Weber, L. Some reflections on barriers to the efficient use of energy / L. Weber // *Energy policy*. – 1997. – Т. 25. – №. 10. – С. 833-835.
7. Hirst, E. Closing the efficiency gap: barriers to the efficient use of energy / E. Hirst, M. Brown // *Resources, Conservation and Recycling*. – 1990. – Т. 3. – №. 4. – С. 267-281.
8. Федеральный закон "О техническом регулировании" от 27.12.2002 N 184-ФЗ/
9. Дюрменова, С.С. Пути повышения энергоэффективности в зданиях / С.С. Дюрменова, А.Ю. Махов. – Текст: непосредственный // *Молодой ученый*. –

2020. – № 31(321). – С. 18-21. – URL: <https://moluch.ru/archive/321/72917/> (дата обращения: 20.01.2023).