

Контрольный  
экземпляр

На правах рукописи

БЕЛАВКИН Иван Викторович

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ  
НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ  
ПО ЭКОНОМИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ**

Специальность 08.00.05 - "Экономика и управление  
народным хозяйством"

**Автореферт**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Челябинск 1997

Работа выполнена в Челябинском государственном техническом университете.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор Казаринов Л.С.

**Научный консультант** – кандидат экономических наук, Лушников М А

**Официальные оппоненты :**

доктор экономических наук, профессор

Гительман Л.Д.

кандидат экономических наук

Алабугин А.А.

**Ведущее предприятие** – Челябинский областной внебюджетный фонд энергосбережения.

Защита диссертации состоится "28" мая 1997 г. в "14" часов на заседании специализированного совета Д 053.13.05 при Челябинском государственном техническом университете по адресу: 454080, Челябинск пр.Ленина, 76, ЧГТУ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЧГТУ.

Отзыв на автореферат в одном экземпляре, заверенный гербовой печатью, просим направлять по указанному адресу на имя ученого секретаря совета.

Автореферат разослан "\_\_\_" 1997 г.

Ученый секретарь специализированного совета,

доктор экономических наук

И.А.Баев

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования.**

Современное состояние экономики Российской Федерации характеризуется резким спадом производства во всех сферах. Причины этого спада разнообразны. Среди них, наряду с разрывом сложившихся хозяйственных связей, финансовой нестабильностью, изменением спроса на традиционную продукцию, важное значение приобретает неконкурентоспособность продукции в условиях многократно выросших цен на энергоносители и устаревших незэффективных технологий производства.

До недавнего времени анализу энергетической составляющей в себестоимости продукции не уделялось достаточного внимания из-за низкого ее влияния, обусловленного искусственно низкими ценами на топливно-энергетические ресурсы (ТЭР). Но по мере роста цен на энергоносители, энергетическая составляющая превратилась в один из наиболее существенных факторов повышения себестоимости, что отрицательно сказалось на конкурентоспособности продукции промышленных предприятий. Одним из показателей, характеризующим энергоемкость российской промышленности, является доля затрат на энергию в общей структуре себестоимости продукции. Эта величина в России варьируется от 6 до 9%, тогда как в развитых западных странах она равна 2-3%. По официальным оценкам, относительные цены на энергию вырастут в ближайшие несколько лет более чем вдвое, доведя долю затрат на энергию в общей структуре себестоимости продукции до величины, превышающей 20%. Поэтому сегодня вопросам рационального использования ТЭР необходимо уделять первостепенное внимание на всех уровнях управления, и поскольку основным потребителем ТЭР является промышленность (62% общего объема энергопотребления), то проблема экономии топлива и энергии в промышленности является, безусловно, актуальной.

Актуальность темы исследования подтверждает тот факт, что на региональном (в Челябинской области) и федеральном уровнях в 1995 и 1996 годах соответственно приняты законы об энергосбережении.

Сама по себе проблема повышения эффективности использования энергоресурсов не является новой, и на многих промышленных предприятиях решению этой проблемы уделяется определенное внимание. Тем не менее характерной чертой реализации энергосберегающей политики в промышленности все еще остается эмпирический подход к определению наиболее значимых и экономически эффективных энергосберегающих мероприятий. Достигнутые успехи внедрения энергосберегающих технологий сочетаются с большими затратами. Основной причиной такого положения является недостаточная разработанность методов определения оптимального с точки зрения затрат и экономической эффективности плана реализации энергосберегающих мероприятий. В большинстве случаев реализуется проект, рациональный только с точки зрения поддержания

технологического процесса. При этом, как правило, отсутствуют строго обоснованные оценки эффективности инвестиций в энергосберегающие проекты и рационального распределения инвестиционных ресурсов энергосбережения.

Традиционно вопросы сбора и обработки информации по энергообеспечению и энергопотреблению находятся в ведении служб технического управления и в меньшей степени связаны с реализацией экономических методов управления. Между тем, учитывая предстоящее массовое внедрение энергосберегающей техники и технологий, их капиталоемкость, необходимо повысить экономический уровень принимаемых решений, внедрить в практику соответствующие методы управления процессами энергосбережения по экономическим критериям.

В настоящее время широко разрабатываются в основном проблемы, связанные с техническими аспектами реализации энергосберегающих мероприятий. Научная проработка проблем экономики энергосбережения находится по ряду вопросов на недостаточном уровне.

Среди ученых, внесших значительный вклад в разработку проблем повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, следует назвать А.П.Александрова, В.М.Бабошина, И.А.Башмакова, М.С.Бернера, Л.Д.Гительмана, А.П.Егоричева, Л.С.Казаринова, А.А.Коноплянико, В.Г.Лисиенко, И.А.Новожилова, С.П.Полева, В.Ю.Полякова, Б.Е.Ратникова, С.Е.Розина, Я.М.Щелокова и других. Из зарубежных публикаций данной проблеме посвящены работы Р.Боуза, О.Вейби, П.Влаандерена, Т.Далевена, В.Корсунского, Э.Лавореля, Д.Митчела, Р.Приддла, Д.Танеги, С.Фримантла, Э.Ягера, и других.

Вместе с тем большинство авторов рассматривают проблему повышения энергетической эффективности лишь за счет мер по совершенствованию производства за счет увеличения полезного выхода продукции, технологических мер по реализации энергосберегающих мероприятий и внедрению энергоэффективных техники и технологий, в то время как повысить энергоэффективность можно и за счет рационального управления предприятием, за счет управления процессами энергосбережения и определения на этой основе оптимальных с экономической точки зрения планов реализации энергосберегающих мероприятий.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является разработка методов оценки эффективности энергосберегающих мероприятий и рационального распределения инвестиционных ресурсов энергосбережения в рамках систем энергетического менеджмента на промышленном предприятии, позволяющих снизить долю затрат на энергоресурсы в общей структуре себестоимости продукции.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- анализ структуры целей и задач энергосбережения на промышленном предприятии;
- разработка метода определения весов энергоэффективных технологий в структуре целей и задач энергосбережения на промышленном предприятии по экономическим

критериям;

- разработка методики оценки инвестиционных проектов по повышению эффективности использования энергии на промышленном предприятии;
- разработка схем финансирования энергосберегающих проектов на промышленном предприятии;
- разработка методов управления энергосбережением на промышленном предприятии.

Объектом исследования является деятельность предприятия по управлению процессами энергосбережения и повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, направленная на снижение энергоемкости и себестоимости продукции.

Предметом исследования является теория и практика экономической оценки управленческих решений, направленных на повышение эффективности функционирования энергетического хозяйства промышленного предприятия, экономию топливно-энергетических ресурсов и снижение доли затрат на энергию в структуре себестоимости продукции.

Теоретической и методологической основой диссертационной работы послужили труды российских и зарубежных ученых, материалы совещаний, конференций и симпозиумов по вопросам энергосбережения и повышения эффективности использования ТЭР.

Широко использованы материалы периодических изданий.

Научная новизна работы. В диссертации представлены следующие положения и результаты, обладающие научной новизной и являющиеся предметом защиты.

1. Предложен алгоритм анализа и принятия решений по реализации целей и задач энергосбережения на промышленном предприятии с использованием разработанных:

- методики анализа структуры целей и задач энергосбережения на промышленном предприятии;
- методики определения весов энергoeffективных технологий в структуре целей и задач энергосбережения на промышленном предприятии по экономическим критериям;
- методики оценки инвестиционных проектов по повышению эффективности использования энергии на промышленном предприятии.

2. Разработан способ учета риска в условиях взаимозависимости инвестиционных энергосберегающих проектов.

3. Предложены структуры управления финансированием энергосберегающих проектов на промышленном предприятии.

Практическая значимость работы. Использование разработанных методов управления процессами энергосбережения на промышленном предприятии по экономическим критериям позволяет повысить эффективность работы службы энергетического хозяйства промышленного предприятия. Управление процессами

энергосбережения на основе разработанных методов позволяет получать объективные данные о расходах на энергию, обеспечивает более эффективное управление использованием энергии и уменьшение расходов на энергоресурсы с целью снижения энергоемкости и себестоимости продукции.

Реализация результатов диссертационной работы в деятельности промышленных предприятий позволяет объективно распределять инвестиционные ресурсы в рамках общей программы энергосбережения; определять наиболее приоритетные энергоэффективные технологии и объекты, на которых целесообразно проведение энергосберегающих мероприятий.

Предложенные разработки имеют особое значение в условиях быстрого роста цен на энергоресурсы и изменения внешних экономических условий. Предложенная модель финансового анализа проектов энергосбережения позволяет объективно проводить анализ экономической эффективности энергосберегающих проектов.

Апробация работы. Основные результаты диссертационных исследований были представлены на международном симпозиуме, организованном Международным Энергетическим Агентством (IEA), "Перспективы энергосбережения в России. Региональные подходы"/Челябинск, 1996г./; научно-практических конференциях ЧГТУ; семинарах, проводимых по линии Челябинского областного фонда энергосбережения в 1995-96 гг.

Научные разработки диссертационной работы в части оценки эффективности инвестиционных проектов в сфере энергосбережения (глава 3) рекомендованы к применению на уровне Челябинской области.

На основе использования предлагаемого подхода к оценке экономической эффективности энергосберегающих проектов был проведен анализ экономической эффективности двух инвестиционных проектов: "Программа оснащения средствами учета расхода энергоресурсов и воды объектов бюджетной сферы" и "Модернизация систем энергоснабжения комплекса зданий Челябинской областной клинической больницы".

Рекомендации автора по управлению процессами энергосбережения внедрены на ряде промышленных предприятий Челябинской области, например: на Сосновском комбинате хлебопродуктов и Челябинском грузовом автотранспортном предприятии N7.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 5 работ, в том числе 1 книга в соавторстве, тезисы доклада на международном симпозиуме, 3 статьи в сборниках научных трудов.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения, списка литературы из 141 наименования и приложений. Работа содержит 146 страниц основного текста, 19 таблиц и 23 рисунка.

Во введении к диссертационной работе обоснована актуальность выбранной темы, определены цель и задачи исследования, изложены научная новизна и

практическая значимость работы.

В первой главе "Проблема стабилизации экономического положения на промышленных предприятиях и энергетическая политика" отражены роль и актуальность задач энергосбережения на предприятии. Отмечено, что энергосбережение является приоритетным направлением энергетической политики Российской Федерации. Обсуждается региональная политика энергосбережения и основы экономического механизма развития процессов энергосбережения в регионе, проводится обзор литературы.

Во второй главе "Энергетический менеджмент на промышленном предприятии" предлагается системный подход к управлению процессами энергосбережения на промышленном предприятии; приведены основные принципы энергетического менеджмента; дана схема внедрения и функционирования энергетического менеджмента на промышленном предприятии; проведен системный анализ целей энергосбережения на промышленном предприятии. Приводится методика определения весов энергоэффективных технологий в структуре целей и задач энергосбережения по экономическим критериям и метод определения оптимального плана достижения целей энергосбережения; описана система мониторинга и целевого планирования энергосбережения на промышленном предприятии.

В третьей главе "Оценка эффективности инвестиционных проектов в сфере Энергосбережения" проведён анализ существующих методов оценки экономической эффективности и коммерческой состоятельности инвестиционных проектов; предложена модель финансового анализа проектов по повышению эффективности использования энергии и способ учета риска и неопределенности; приведены схемы финансирования проектов энергосбережения на промышленном предприятии.

В четвертой главе "Практическое внедрение систем управления процессами энергосбережения" предлагается один из возможных комплексов технических средств по управлению процессами энергосбережения, описываются результаты практического внедрения системы энергетического менеджмента на Сосновском комбинате хлебопродуктов и Челябинском грузовом автотранспортном предприятии N7, проводится анализ экономической эффективности системы энергетического менеджмента; дается оценка экономической эффективности и коммерческой состоятельности инвестиционного проекта "Модернизация систем энергоснабжения комплекса зданий Челябинской областной клинической больницы".

В заключении даны общие результаты проведенных исследований.

## **II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В настоящее время энергослужбы промышленных предприятий работают в исключительно сложных условиях. Кризис в экономике затронул практически все предприятия. Многие из них остановлены или выпускают продукцию в ограниченных количествах. Высокие цены на энергоносители привели к накоплению огромных долгов. Как следствие, энергосистемы ограничивают подачу энергии, что влечет за собой дальнейшее сокращение производства. В сложившихся условиях энергетикам приходится самостоятельно определять пути повышения эффективности управления энергетическим хозяйством предприятия, осуществлять выбор наиболее приоритетных и экономически эффективных инвестиционных энергосберегающих проектов.

Научно-технический прогресс дает широкий выбор решений для промышленной энергетики. Современная микропроцессорная техника позволяет анализировать работу энергетического оборудования и сетей в реальном масштабе времени, анализировать потребление энергоресурсов и многое другое. При этом на фоне появившегося в последние годы большого количества технических новинок "темным пятном" выглядит отсутствие методов, которые бы четко регламентировали алгоритм анализа и принятия решений по реализации целей и задач энергосбережения на промышленном предприятии.

Предлагаемый системный подход к управлению процессами энергосбережения на основе мониторинга и планирования позволяет повысить эффективность процесса принятия управленческих решений, направленных на повышение эффективности использования энергоресурсов и снижение энергоемкости продукции.

Предлагаемый алгоритм анализа и принятия решений по реализации целей и задач энергосбережения представлен на рисунке 1.

Анализ и принятие решений по реализации целей и задач энергосбережения осуществляется следующим образом. На основе внедрения системы энергетического менеджмента осуществляется инструментальное обследование и сбор документальной информации. На основе собранной документальной информации и данных инструментального обследования определяются показатели энергетической эффективности и резервы энергосбережения объектов, охваченных системой энергетического менеджмента.

По результатам анализа полученной информации определяется структура целей и задач процессов энергосбережения, которая представляет собой совокупность возможных энергосберегающих мероприятий. В случае отсутствия недостатка информации далее определяются веса энергоэффективных технологий и мероприятий в структуре целей и задач энергосбережения. Иначе, осуществляется дополнительный сбор и анализ информации.

## Алгоритм анализа и принятия решений по реализации целей и задач энергосбережения

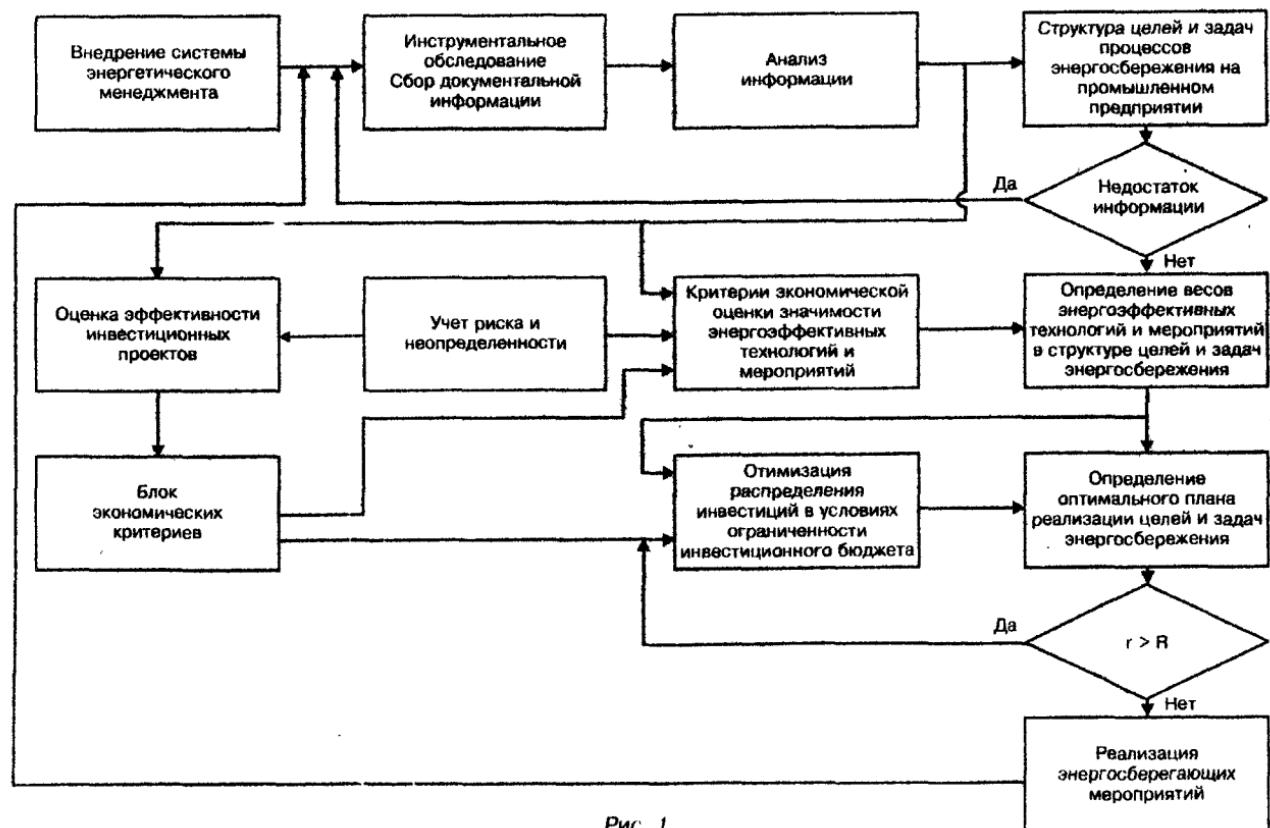


Рис. 1

Веса энергоэффективных технологий и мероприятий определяются исходя из полученных значений критерияа экономической оценки значимости энергоэффективных технологий и мероприятий.

В свою очередь значения критериев экономической оценки значимости определяются на основе данных блока анализа информации (показатели энергетической эффективности и резервов энергосбережения), блока экономических критериев оценки эффективности инвестиционных энергосберегающих проектов и значений коэффициентов риска и неопределенности.

При оценке эффективности инвестиционных проектов используются показатели энергетической эффективности и резервов энергосбережения (блок анализа информации) и значения коэффициентов риска.

На основе полученных значений весов энергоэффективных технологий и мероприятий разрабатываются рекомендации по энергосбережению и определяется оптимальный план реализации целей и задач энергосбережения.

Если предприятие располагает достаточным количеством ресурсов, необходимых для реализации намеченного плана, то данные энергосберегающие мероприятия реализуются. В противном случае, когда объем средств, необходимых для реализации намеченного плана энергосбережения ( $r$ ), превышает объем средств, выделенных на реализацию этих мероприятий ( $R$ ), осуществляется оптимизация распределения инвестиций в условиях ограниченности инвестиционного бюджета.

Оптимизация распределения инвестиций осуществляется на основе показателей блока экономических критериев оценки эффективности инвестиционных проектов и значений весов энергоэффективных технологий и мероприятий. После этого определяется уточненный оптимальный план и реализуются энергосберегающие мероприятия.

В результате реализации энергосберегающих мероприятий показатели энергопотребления и эффективности использования энергии должны измениться. Поэтому возникает необходимость в проведении повторного цикла анализа и принятия решений.

Таким образом, процесс, представленный на рис. 1., является циклическим и направлен на непрерывное совершенствование целей энергопотребления и снижение знергоемкости продукции.

Для определения оптимального плана реализации энергосберегающих мероприятий целесообразно осуществлять системный анализ целей процессов энергосбережения и задач внедрения энергоэффективных технологий.

С этой целью в работе строится структура целей и задач энергосбережения в виде "дерева целей", отражающего развертку общих целей в более частные цели. При этом структура целей и задач тождественна структуре мероприятий, где каждой вершине "дерева целей" соответствует определенный технологический профиль, энергоэффективная технология или энергосберегающее мероприятие, внедрение

которого является одной из задач общей цели энергосбережения на промышленном предприятии. Каждая вершина имеет свой номер и вес. Структура номеров отражает место соответствующей энергоэффективной технологии в общей системе целей и задач энергосбережения.

Вес энергоэффективной технологии отражает ее значимость для решения задач энергосбережения. Веса являются нормированными величинами: сумма весов одной ветки вершин "дерева целей" равна единице. Таким образом, вес является не абсолютной, а относительной характеристикой технологии. Он отражает ее значимость в ряду смежных технологий.

Значимость оценивается группой экспертов совместно с руководством предприятия по ряду экономических критериев. К критериям экономической оценки значимости того или иного энергосберегающего мероприятия следует отнести:

1. Процент экономии топливно-энергетических ресурсов, который может дать внедрение соответствующей технологии или реализация энергосберегающего мероприятия. Иначе это можно назвать потенциалом энергосбережения.
2. Цена или тариф на i-й ресурс, потребляемый объектом или рядом объектов.
3. Удельный вес затрат на i-й ресурс на k-ом объекте в общей сумме затрат на i-й ресурс по предприятию в целом.
4. Удельный вес потенциала сбережения i-го ресурса.
5. Удельный вес готовой продукции данной технологии или объекта.
6. Срок окупаемости затрат на реализацию данного энергосберегающего мероприятия.
7. Чистый дисконтированный доход.
8. Внутренняя норма доходности проекта.
9. Риск неполучения доходов от инвестиций и другие.

Вектор-столбец весов Q вершин "дерева целей" образуется путем умножения транспонированной матрицы экспертных оценок U<sup>T</sup> на вектор-столбец λ коэффициентов значимости:

$$Q = U^T \cdot \lambda. \quad (1)$$

Коэффициенты λ имеют значение нормирующих множителей, которые учитывают неравнозначное влияние критериев экономической оценки на оценку эффективности энергосберегающих мероприятий.

Процедура оценивания осуществляется для каждой ветки "дерева целей" до тех пор, пока каждой вершине "дерева целей" не будет присвоен свой вес.

Определение оптимального плана реализации целей энергосбережения основано на построении "дерева целей". При этом верхний уровень структуры ("дерева целей") является тривиальным, но он необходим для определения оптимального плана. К верхнему уровню структуры целей и задач энергосбережения, изображенной на рис.2., относятся цели: 0, 1, 2, 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2. Средний уровень, к которому относятся остальные цели и задачи, изображенные на рис. 2, определяет классы технологий и

энергосберегающих мероприятий. А нижний уровень объединяет конкретные проекты и технологические решения.

### Структура целей и задач процессов энергосбережения на промышленном предприятии

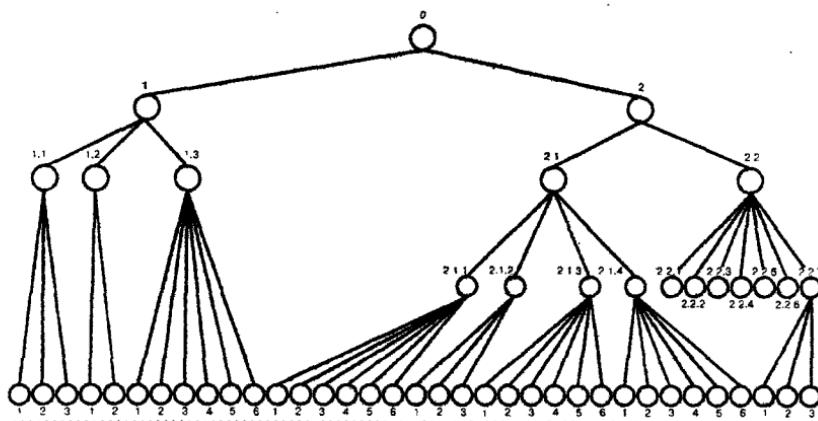


Рис. 2

В соответствии со структурой целей и задач, изображенной на рис.2, главной целью энергосбережения на промышленном предприятии является:

(0) - снижение издержек производства , связанных с расходами на энергоресурсы.

Для достижения поставленной задачи необходимо:

- (1) - внедрить систему энергетического менеджмента;
- (2) - организовать внедрение энергосберегающей техники и технологий.

Основными направлениями работ по внедрению системы энергетического менеджмента являются:

(1.1) - разработка основных направлений развития энергетического хозяйства предприятия;

(1.2) - определение структуры энергоменеджмента;

(1.3) - установка системы мониторинга.

Среди работ по внедрению энергосберегающей техники и технологий следует выделить работы:

(2.1.) - повышение эффективности использования тепловой энергии;

(2.2.) - повышение эффективности использования электрической энергии.

Далее описанные направления делятся на более конкретные мероприятия. Например, повышение эффективности использования тепловой энергии достигается на основе оптимизации параметров отопительных сетей(вершина 2.1.2), для чего

необходимо осуществить мероприятия по:

- (2.1.2.1) - теплоизоляции и герметизации трубопроводов;
- (2.1.2.2) - утилизации и рекуперации обратного тепла на основе пластинчатых теплообменников, трубчатых теплообменников и твпловых труб;
- (2.1.2.3) - автоматизировать управление и регулирование в тепловых сетях.

В качестве примера распределения весов по направлениям работ рассмотрим работы, реализующие цель 2.1 (рис.2). Данное распределение представлено в таблице1.

Таблица 1

Номер технологии		1	2	3	4
Удельный вес технологии	верхняя оценка	0,35	0,3	0,25	0,2
	нижняя оценка	0,3	0,25	0,15	0,1

Под технологиями 1, 2, 3, 4 подразумеваются вершины:

- (2.1.1.) - оптимизация значений параметров теплопотребления зданий и сооружений;
- (2.1.2.) - оптимизация параметров отопительных сетей;
- (2.1.3.) - оптимизация параметров рабочих режимов теплогенераторов и котельных;
- (2.1.4.) - энергетическая оптимизация методов и процессов производств.

На основе вычисленных весов энергоэффективных технологий определяется оптимальный план достижения целей энергосбережения, под которым понимается оптимальный с экономической точки зрения порядок реализации энергосберегающих мероприятий или внедрения энергоэффективных технологий и оптимальное распределение инвестиционных ресурсов, предназначенных для осуществления данных мероприятий.

На первом этапе определяются интегральные веса вершин "дерева целей" (технологий) на нижнем уровне структуры целей по формуле

$$P_{i,y}^{\max} = \prod_{j,i} q_{i,y}^j ; i=\overline{i\max-1,0} ; y=\overline{1,n}, \quad (2)$$

где  $i$  - ранг цели, из которой выходит дуга, соединяющая две вершины;

$j$  - номер вершины цели  $i$ -го ранга, из которой выходит дуга;

$y$  - номер вершины ( $i+1$ )-го ранга, в которую входит дуга;

$n$  - число вершин на нижнем уровне, соответствующем максимальному рангу;

$q_{i,y}^j$  -вес вершины.

Технологии нижнего уровня упорядочиваются в соответствии с полученными интегральными оценками так, что высший приоритет получает технология с наибольшей интегральной оценкой.

На следующем этапе проверяются на достаточность инвестиционные ресурсы

(R) предприятия , выделенные на реализацию всей программы энергосбережения.

Если выполняется условие

$$r_n \leq R, \quad (3)$$

где  $r_n$  - объем инвестиций , необходимых для реализации  $P_{ijy}^{\max}$  энергосберегающего мероприятия,

то данное мероприятие вносится в оптимальный план. Процесс выбора новых вершин длится до тех пор, пока соблюдается условие (3).

Такой способ определения оптимального плана используется в том случае, если проекты не поддаются дроблению. Если же инвестиционные проекты поддаются дроблению, то есть они могут быть реализованы по частям, то оптимальный план определяется по результатам оптимизации распределения инвестиций. Оптимизация осуществляется на основе методов линейной оптимизации. В качестве параметра оптимизации используется чистый дисконтированный доход (ЧДД).

Процесс принятия управленческих решений по реализации энергосберегающих проектов должен основываться на объективной оценке экономической эффективности данных проектов. Осуществить экономическое оценивание проектов можно с помощью методов финансового анализа.

В условиях экономической нестабильности важнейшей составляющей финансового анализа является определение чувствительности значений основных критериев, использующихся для определения выгодности проекта, к изменению исходных условий расчета. Наиболее широко применяемые в анализе показатели такие, как срок окупаемости, доход на рубль капитальных затрат, средний доход на остаточную стоимость капитальных затрат, чистый дисконтированный доход, срок окупаемости с учетом дисконтирования, внутренняя норма доходности, не позволяют учесть всех возможных изменений исходных условий расчета. Поэтому для высокопроизводительного анализа требуется модель, позволяющая объективно оценить эффект изменения того или иного условия или комбинации таких изменений на значения результирующих критериев.

Разработанная модель состоит из трех основных блоков :

- 1) блока инвестиций;
- 2) блока потоков дохода и текущих расходов;
- 3) блока экономических критериев.

В первом блоке определяются показатели, связанные с инвестированием в данный проект. К ним относятся :

- инвестиции в местной валюте;
- инвестиции в иностранной валюте;
- окончательная инвестиционная стоимость проекта;
- величина привлекаемых кредитов;

- величина используемого собственного капитала;
- процентные платежи;
- ликвидационная стоимость фондов;
- затраты на модернизацию и капремонт.;
- отчисления на износ;
- остаточная стоимость оборудования;
- средневзвешенная цена используемых капитальных ресурсов и другие.

Администрации различных уровней, учитывая чрезвычайную значимость энергосбережения для прогресса экономики, могут частично субсидировать импорт энергоэффективной техники и технологий, что скажется на снижении инвестиционной стоимости проекта. Суммарные инвестиции ( $I^E$ ) определяются в этом случае по формуле

$$I^E = I_{MB} + I_{IB} \cdot (1-ds) \cdot ER, \quad (4)$$

где  $I_{MB}$ ,  $I_{IB}$  - инвестиции в местной и иностранной валюте;

$ds$  - доля государственных субсидий на закупку импортного оборудования;

$ER$  - курс рубля по отношению к иностранной валюте.

В качестве критерия минимального уровня отдачи от данного проекта (нормы дисконтирования) может служить средневзвешенная цена используемых капитальных ресурсов (СЦкр)

$$СЦкр = i \cdot s + q \cdot (1-s), \quad (5)$$

где  $q$  - доход на номинальную стоимость акции предприятия или минимальная приемлемая доходность новых капиталовложений;

$i$  - ставка процента по кредиту;

$s$  - доля кредитов в покрытии инвестиционной стоимости проекта.

Во втором блоке модели рассматриваются потоки доходов и текущих расходов. Последние делятся на оплату труда по обслуживанию энергоэффективного оборудования и прочие текущие расходы.

Доходы от реализации проекта состоят из двух компонентов: стоимости сбереженных энергоносителей и снижения платы за загрязнение окружающей среды.

Например, стоимость высвобожденных энергоносителей определяется по формуле

$$СВЭ(t) = \sum_{i=1}^n E_i \cdot T_0^i \cdot (1+pe_i)^t / (1+p)^t, \quad (6)$$

где  $E_i$  - размер экономии энергоносителя  $i$ ;

$T_0^i$  - исходная цена энергоносителя  $i$ ;

$pe_i$  - среднегодовой темп прироста цены энергоносителя  $i$ ;

*p* - общий темп инфляции (индекс оптовых цен промышленности);

*i* - вид энергоносителя;

*n* - число используемых видов энергоносителей;

*t* - период времени, прошедший с начала реализации проекта.

Снижение платы за загрязнение окружающей среды :

$$ЗОС(t) = \sum_{i=1}^n E_i \cdot X_i \cdot U_i, \quad (7)$$

где *X<sub>i</sub>* - выброс (сброс) загрязняющих веществ на единицу потребляемого энергоносителя;

*U<sub>i</sub>* - размер платы за загрязнение.

В втором блоке также определяется чистый поток доходов, поток доходов после выплаты налогов, поток доходов после обслуживания долга, дисконтированное значение чистого потока доходов, дисконтированное значение потока доходов после уплаты налогов, дисконтированное значение потока доходов после обслуживания долга.

Поток доходов после выплаты налогов (ПДН) определяется так:

$$ПДН(t) = ЧПД(t) \cdot (1-T) - Тр \cdot ОСО(t), \quad (8)$$

где *T* - ставка налога на прибыль;

*Tr* - ставка налога на имущество;

*ЧПД* - чистый поток доходов;

*ОСО* - остаточная стоимость оборудования.

Прирост доходов увеличивает налогооблагаемую базу. Однако при наличии экономических инструментов стимулирования энергосбережения "налоговый пресс" на дополнительные доходы может быть ослаблен:

$$\begin{aligned} ПДН(t) = & ЧПД(t) \cdot (1-T) + T \cdot И(t) + T \cdot СВЭ(t) \cdot Ts + \\ & + T \cdot Ti \cdot ВПЛ(t) - Тр \cdot ОСО(t), \end{aligned} \quad (9)$$

где *Ts* - ставка налоговой субсидии в части зачисления в бюджет региона;

*Ti* - ставка налоговой скидки по оплате процентов по кредиту;

*И(t)* - отчисления на износ;

*ВПЛ(t)* - размер процентных платежей за кредит.

Наконец, необходимо рассчитаться с кредиторами. После такого расчета и определится окончательная сумма чистых доходов, остающихся в распоряжении предприятия.

В третьем блоке модели для оценки эффективности используются следующие критерии : срок окупаемости в его простой традиционной форме и модифицированный с учетом налоговых скидок на закупку энергоэффективного оборудования. Наконец, для трех модификаций чистого дохода от реализации проекта оцениваются показатели дисконтированного чистого потока доходов и внутренней нормы доходности.

Многие показатели, используемые при оценке инвестиционных проектов, не детерминированы. Использование же однозначно определенных их будущих значений в финансовом анализе этих проектов неизбежно порождает риск неверной оценки значений критериев, используемых для принятия решений.

Если все факторы, влияющие на инвестиционный риск объединить в три основных: финансовый, технологический и социальный, то коэффициент  $a(t)$ , формирующий совокупный риск, можно выразить следующим образом :

$$a(t) = b_1 \cdot b_2 \cdot b_3 = \prod_{i=1}^n b_i \quad , \quad (10)$$

где  $b_1, b_2, b_3$  - коэффициенты, отражающие финансовый, технологический и социальный факторы риска.

При этом в условиях многочисленности энергосберегающих проектов и необходимости выбора наиболее выгодного ставится цель не только определения абсолютной величины риска, а и сопоставления риска различных проектов. Поэтому, чтобы учесть, насколько реализация одного проекта зависит от выполнения других проектов, формулу (10) нужно скорректировать. Возьмем, например, два проекта, начинающиеся в моменты времени 0 и  $t_0 \geq 0$ , с коэффициентами финансового риска  $y_1$  и  $y_2$  соответственно. Выполнение второго проекта зависит от осуществления первого. Тогда коэффициент риска второго проекта можно определить по формуле

$$a_2(t) = b \cdot y_1^{t_0} \cdot y_2^{t-t_0} \cdot y_1^{(t-t_0)-\lambda} \quad , \quad (11)$$

где  $b = b_1 \cdot b_2$  - постоянный множитель, общий для всех проектов;

$\lambda$  - степень взаимозависимости проектов;

$t$  - время, прошедшее с начала осуществления проектов.

Учитывая, что финансовый, технологический и социальный факторы риска состоят из множества простых рисков, определение итоговых значений коэффициентов ( $b_1, b_2, b_3$ ), отражающих данные факторы риска, должно основываться на распределении весов, учитывающих неравнозначное влияние простых рисков на итоговый коэффициент. Подсчет риска по каждой группе простых рисков необходимо осуществлять по формуле

$$b_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot v_j , \quad (12)$$

где  $v_j$  - средняя вероятность наступления риска;

$w_j$  - вес простого риска;

$n$  - общее число рисков.

Отобранные и оцененные по экономическим критериям инвестиционные проекты по повышению эффективности использования энергии должны быть предложены к реализации. Но здесь возникает еще одна требующая решения проблема, которая связана с тем, что одним из основных факторов, сдерживающих реализацию энергосберегающих мероприятий в современных экономических условиях является острая нехватка собственных средств у энергопотребителей для реализации энергосберегающих мероприятий на своих объектах.

Традиционные средства - использование бюджетных средств и заемного капитала, ввиду скучности и дороговизны, также не позволяют решить проблему финансирования. Поэтому для реализации инвестиций в энергосбережение в этих условиях актуальным является вопрос возможной организации финансирования энергосберегающих проектов.

Можно выделить следующие способы финансирования:

- акционерные инвестиции;
- лизинговое финансирование;
- кредитное финансирование;
- финансирование из государственных источников.

Финансирование энергосберегающих проектов целесообразно осуществлять на основе смешанных способов, что оправдано в современных экономических условиях.

При реализации энергосберегающего проекта на промышленном предприятии может потребоваться создание энергосервисной компании (ЭСКО), которая будет осуществлять как техническую, так и финансовую стороны реализации энергосберегающих проектов.

Учредители ЭСКО, в качестве которых могут выступать зарубежные и российские банки, региональная администрация, зарубежные и отечественные производители оборудования, могут осуществлять акционерное финансирование. При этом часть оборудования может быть предоставлена акционером в качестве прямых инвестиций в акционерный капитал, часть - передана по лизингу. Оборотные средства могут быть выделены банками в качестве кредита, которые также могут кредитовать и закупку оборудования. Часть работ может быть выполнена за счет государственных ассигнований, например, тарифных льгот. Каждый проект, таким образом, может потребовать сочетания различных способов финансирования, и это сочетание зависит от конкретных участников проекта. Возможные схемы финансирования энергосберегающих проектов и состав участников представлены в таблице 2.

Таблица 2

## "Схемы финансирования энергосберегающих проектов"

Участник схемы финансирования	Функции участников							
	Предоставление ресурсов	Гарантии возврата инвестиций	Экспертиза проектов	Принятие рисков	Контроль использования ресурсов	Платежи	Реализация проекта	Возврат инвестиций
<b>Вариант 1: Финансирование российским коммерческим банком</b>								
1. Российский банк	+			+	+	+		
2. Конечный заемщик (ЭСКО)		+	+				+	+
<b>Вариант 2: Финансирование с использованием кредитов зарубежных банков и гарантий администраций</b>								
1. Зарубежный банк	+							
2. Российский банк			+	+	+	+		
3. Администрации		+						
4. Конечный заемщик (ЭСКО)							+	+
<b>Вариант 3: Финансирование с использованием кредитов зарубежных банков, тарифных льгот администраций и гарантий администраций</b>								
1. Зарубежный банк	+							
2. Российский банк			+	+	+	+		
3. Администрации	+	+						
4. Конечный заемщик (ЭСКО)							+	+
<b>Вариант 4: Совместное финансирование консорциумом банков, с использованием тарифных льгот и гарантий администраций</b>								
1. Консорциум банков	+		+	+	+	+		
2. Администрации	+	+			+			
3. Конечный заемщик (ЭСКО)							+	+

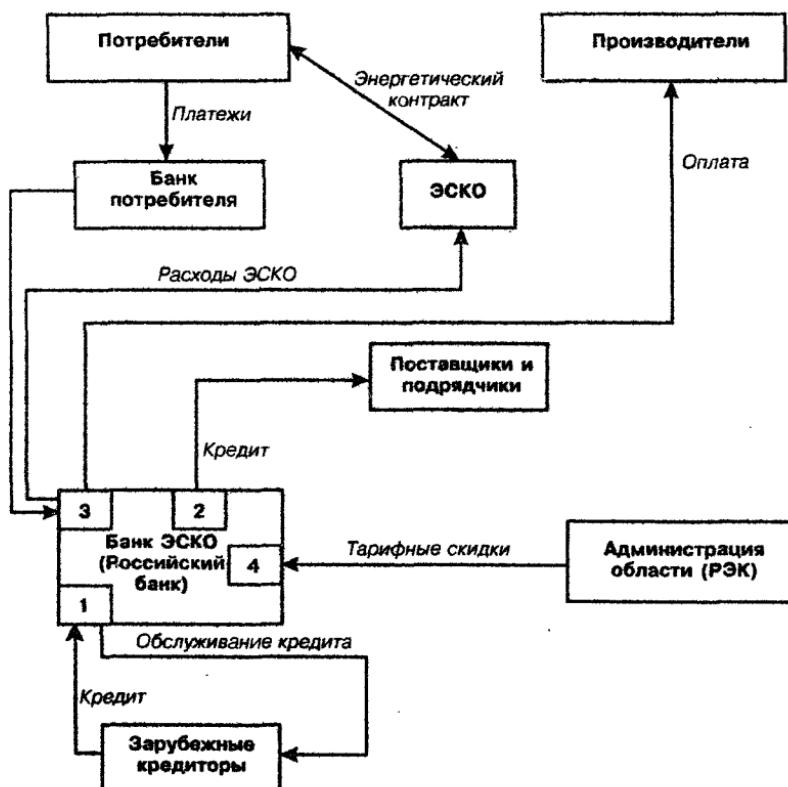
В разработанных схемах участвуют :

- Потребители - юридические лица, производящие платежи за энергоснабжение.
- Банк потребителя, принимающий платежи за пользование энергией.
- Производители - юридические лица, предприятия энергетического комплекса, которые получают оплату за поставляемые энергоресурсы.
- Зарубежные кредиторы, предоставляющие финансовые ресурсы, необходимые для осуществления проекта.
- ЭСКО - энергосервисная компания, которая является посредником между производителями и потребителями энергоресурсов и осуществляет энергосберегающий проект. В качестве ЭСКО может выступать областной фонд энергосбережения.
- Банк ЭСКО - российский коммерческий банк является финансовым ядром схемы реализации проекта.

7. Поставщики энергосберегающего оборудования.  
 8. Администрация области в лице Региональной Энергетической Комиссии (РЭК), которая может принимать решение о предоставлении тарифных скидок.

Одна из возможных схем финансирования энергосберегающих проектов на промышленном предприятии Приведена на рисунке 3.

Одна из схем кредитования энергосберегающих проектов  
на промышленном предприятии



#### Условные обозначения:

1 - корреспондентский счет;  
 3 - счет потребителя;

2 - ссудный счет;  
 4 - счет ЭСКО.

Рис. 3

## **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ**

Основные результаты, определяющие научную новизну и практическую ценность работы, заключаются в следующем.

1. В условиях роста цен на энергоносители и усиливающегося отставания отечественных технологий от передовых достижений является приоритетным среди других направлений снижения себестоимости продукции проведение энергосберегающих мероприятий на промышленных предприятиях.

Процесс энергосбережения должен реализовываться на основе внедрения систем энергетического менеджмента, основывающихся на контроле и регулировании потребления энергии, с использованием современных средств автоматики и методов планирования целей и задач энергосбережения по экономическим критериям.

2. Предложенная методика планирования целей и задач энергосбережения на промышленном предприятии включает в себя:

- анализ структуры целей и задач энергосбережения;
- определение весов энергоэффективных технологий в структуре целей и задач по экономическим критериям;
- определение рационального распределения инвестиционных ресурсов, предусмотренных на реализацию задач энергосбережения.

3. Для определения целей и задач энергосбережения в работе используется методология системного анализа, что позволяет сформировать полный набор энергосберегающих мероприятий, направленных на снижение себестоимости продукции.

4. Для оценки весов энергоэффективных технологий в структуре целей и задач энергосбережения в работе предложено использовать комплексную оценку, включающую :

- потенциал энергосбережения;
- уровень тарифов на энергоносители;
- удельный вес затрат на энергоресурсы в общей сумме затрат на энергоресурсы;
- удельный вес продукции в общем объеме производимой продукции;
- срок окупаемости затрат, осуществляемых на реализацию энергоэффективной технологии;
- чистый дисконтированный доход, внутреннюю норму доходности и другие показатели, связанные с данной технологией или проектом.

5. Управление процессами энергосбережения на промышленном предприятии необходимо основывать на достоверных оценках экономической эффективности энергосберегающих мероприятий. Для этого методика оценки инвестиционных проектов должна учитывать возможные изменения внешних экономических условий, к которым относятся:

- среднегодовые темпы инфляции;

- среднегодовые темпы прироста цен инвестиционных товаров, текущих издержек, заработной платы;
- среднегодовые темпы прироста цен сберегаемых энергоресурсов;
- условия предоставления кредита;
- курс рубля к иностранной валюте;
- ставки налогов на прибыль, НДС, на имущество, иных налогов и обязательных платежей;
- ставки экологических платежей и другие.

Разработанная модель финансового анализа энергосберегающих проектов позволяет определить эффект изменения любого из перечисленных факторов или их комбинации и выявить верхний и нижний пределы внутренней нормы доходности по проекту при ожидаемых диапазонах вариации этих факторов.

6. В условиях экономической нестабильности важное значение имеет учет риска и неопределенности. При этом в условиях многочисленности энергосберегающих проектов и необходимости выбора наиболее выгодного ставится цель не только определения абсолютной величины риска, а и сопоставления риска различных проектов. В этом случае необходимо учитывать возможную взаимозависимость проектов.

7. В условиях недостаточности собственных средств у промышленных энергопотребителей на реализацию энергосберегающих мероприятий на своих объектах актуальным является вопрос разработки нетрадиционных схем финансирования энергосберегающих проектов.

Разработка подобных схем должна основываться на современных методах финансовой инженерии, позволяющих анализировать различные схемы финансирования, состав участников и взаимоотношения между ними.

Особенность предлагаемых в работе схем финансирования заключается в том, что в данные схемы кроме традиционных участников (Потребители, Банк, Производители, Кредиторы) включены энергосервисная компания, осуществляющая энергосберегающие проекты, и администрация области в лице Региональной Энергетической Комиссии, которая может принимать решение о предоставлении тарифных льгот.

8. Внедрение разработанных методов энергетического менеджмента на Сосновском комбинате хлебопродуктов, Челябинском грузовом автотранспортном предприятии N7, а также использование предлагаемых методов для расчета эффективности таких инвестиционных проектов, как "Программа оснащения средствами учета расхода энергоресурсов и воды объекта бюджетной сферы Челябинской области" и "Модернизация систем энергоснабжения комплекса зданий Челябинской областной клинической больницы" показали их высокую эффективность /акты прилагаются к диссертации/.

Исходя из анализа себестоимости продукции Сосновского комбината

хлебопродуктов, внедрение системы энергетического менеджмента позволило снизить долю затрат на теплоэнергию в структуре себестоимости продукции в среднем на 4% (в 2 раза), что привело к экономии средств в размере 24 млрд.рублей за 1995 год.

Экономия средств от внедрения системы энергетического менеджмента на Челябинском грузовом автотранспортном предприятии №7 составила за 1 квартал 1996 года 200,5 млн.рублей

Научные разработки диссертационной работы рекомендованы к применению на уровне Челябинской области

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Ливинский А.П., Казаринов Л.С., Осипов И.В., Галанов В.Ф., Белавкин И.В. Стратегия энергосбережения: региональный подход /под редакцией А.П. Ливинского/ Челябинск : Областной фонд энергосбережения, ЧГТУ, 1996.- 170с.

2. Белавкин И.В. Управление процессами энергосбережения на промышленном предприятии по экономическим критериям // Перспективы энергосбережения в России. Региональные подходы: Тезисы докладов международного симпозиума.- Челябинск, 1996.- С.27.

3. Белавкин И.В. Экономический механизм формирования инвестиционных приоритетов энергосбережения // Энергосбережение в Челябинской области : Сборник нормативных актов.- Челябинск: Областной фонд энергосбережения, 1995.- С.10-12.

4. Казаринов Л.С., Белавкин И.В. Организационные основы энергосбережения // Элементы и приборы систем управления : Тематический сборник научных трудов.- Челябинск: ЧГТУ, 1996.- С.28-30.

5. Белавкин И.В. Применение метода внутренней нормы доходности для оценки инвестиций в повышение эффективности использования энергоресурсов // Элементы и приборы систем управления: Тематический сборник научных трудов.- Челябинск : ЧГТУ, 1996.- С.30-35.



Издательство Челябинского  
государственного технического университета

ЛР N 020364 от 20.01.92. Подписано в печать 10.01.97 Формат  
ЕСХ84 1/16. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1.  
Тираж 100 экз. Заказ 120/161.

УОП издательства. 454080, г. Челябинск, пр им. В.И.Ленина, 76.