

Министерство образования и науки Российской Федерации
Российский государственный профессионально-педагогический университет
Уральское отделение Российской академии образования
Академия профессионального образования

Е.А. Плесняев, С.В. Федорова, М.М. Шевелев

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Учебное пособие

Допущено Учебно-методическим объединением по профессионально-педагогическому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 030 500.19 Профессиональное обучение (электроэнергетика, электротехника и электротехнологии)

Екатеринбург
2004

УДК 621.311.1: 351.824.11] (075.8)

ББК 3 280.73я73

ПЗ8

Плесняев Е.А., Федорова С.В., Шевелев М.М. Энергосбережение в электроэнергетике: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2004. 53 с.

В пособии рассмотрены основные положения теории и методики проведения энергетических обследований, нормативно-правовая база энергосбережения и энергонадзора. Подробно описана существующая ситуация в области энергосбережения в России, а также потенциал и средства повышения энергоэффективности экономики.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 030500.19 Профессиональное обучение (электроэнергетика, электротехника и электротехнологии).

Рецензенты: д-р техн. наук П. И. Бартоломей, д-р техн. наук, проф. Л. Л. Богатырев; д-р техн. наук, проф. В. П. Обоскалов (Урал. гос. техн. ун-т – Урал. политехн. ин-т); д-р техн. наук, проф. Г. К. Смолин (Рос. гос. проф.-пед. ун-т).

© Российский государственный
профессионально-педагогический
университет, 2004

Введение

В России накоплен огромный потенциал энергосбережения. Но мы никак не можем начать его использовать. Доступ к нему огражден барьерами, которые государство не может преодолеть. Эти барьеры имеют очень разную природу: ценовые и финансовые; барьеры, связанные со структурой и организацией экономики и рынка; институциональные барьеры; социальные, культурные поведенческие и т.д. Другими словами, все факторы, которые прямо или косвенно влияют на процесс принятия решений об использовании энергии, могут потенциально стать барьерами на пути повышения энергоэффективности.

Большая часть россиян привыкла к расточительному (без счета) использованию энергетических ресурсов (средний россиянин тратит ведро воды, чтобы почистить зубы). Когда две эти особенности стиля жизни и стереотипов поведения накладываются, расточительность возводится в квадрат. Мы мерзнем в домах, не обременяя себя простыми мерами утепления, с помощью которых можно повысить температуру в комнатах на 3–5 °С. Даже если налажен учет электроэнергии, стереотипы поведения таковы, что и при высоких ценах на нее (а у нас, в основном, они низкие) значительная часть электроэнергии используется неэффективно, а те, кто считает, сколько «нагорело света», и «уходя, гасит свет», считаются занудами.

Разразившийся в 70-х гг. XX столетия энергетический кризис заставил, если так можно выразиться, умерить «аппетит», и многие развитые страны сделали из этого соответствующие выводы. Так, в 1970 г. энергоемкость национального дохода бывшего СССР практически совпадала с аналогичным показателем для США. Однако если после 1970 г. в США она снизилась в 1,4 раза, то в СССР, а затем и в России, она продолжала повышаться – в конце 80-х гг. энергоемкость ВВП СССР была в

два раза выше, чем в США; Чехословакии – в два раза выше, чем в Австрии; Китая – в два раза выше, чем в Индии; а ГДР – в два раза выше, чем в ФРГ*.

В бюджетах российских городов 15–35 % расходной части – это расходы на тепло- и энергоснабжение населения и бюджетной сферы. В структуре себестоимости промышленной продукции многих, даже небольших, предприятий обрабатывающей промышленности доля энергетических затрат превышает 20 %, что заметно ослабляет их конкурентные позиции.

Нерациональное использование энергоресурсов, особенно газа, угля, мазута, оценивается в 500 млн т у.т. (тонн условного топлива). Это порядка 2/5 всего объема потребления первичных энергетических ресурсов). В существующих ценах это составляет 500 млрд р., или более 20 годовых бюджетов Свердловской области**.

Кратко опишем ситуацию, сложившуюся в Свердловской области с энергетическими ресурсами.

При достаточно суровом климате (отопительный сезон составляет 230, а на севере области – 250 дней в году), собственная топливная база обеспечивает только 5 % потребности области в топливе. Из общего объема топлива, поступающего в Свердловскую область извне, примерно 30 % составляет природный газ тюменского Севера, остальную часть – привозной уголь. Каждый день только из Казахстана поступает порядка 20 железнодорожных составов экибастузского угля. В целом же по области ежегодное потребление угля составляет 20 млн т.

* См.: Башмаков И.А. Энергоэффективность: от риторики к действию. М., 1999.

** См.: Пособие для организации совместной учебы персонала западных электрических сетей АО «Свердловэнерго» и сотрудников организаций бюджетной и жилищно-коммунальной сфер по эффективному использованию энергии / Под общ. ред. А.С. Бердина. Екатеринбург, 2002.

В 2001 г. потребление природного газа в Свердловской области составило 16 млрд м³, причем более 1/3 приходится на долю электростанций. В ближайшей перспективе (до 2005 г.) следует ожидать ограничений на поставку газа, ввиду падения объемов его добычи. Ежегодный прирост объемов потребления природного газа в жилищно-коммунальном секторе – от 2 до 5 %. Это обусловлено газификацией населенных пунктов области и плановым переводом котельных на природный газ. Удовлетворение потребности области в природном газе возможно только посредством проведения политики его сбережения (потенциал до 15 %), а также перераспределения топливного баланса основных потребителей газа на другие виды топлива.

Годовое потребление топлива в Свердловской области достигает 25–30 млн т у.т. Площадь областного жилищного фонда превышает 80 млн м². С учетом затрат на бытовое потребление электроэнергии, собственные нужды коммунальных служб, обеспечение энергоресурсами бюджетных организаций федерального, областного и районного подчинения затраты первичного топлива на жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) и бюджетную сферу составляют не менее 14–16 млн т у.т. (55–60 %).

АО «Свердловэнерго» производит почти 90 % электрической и примерно 30 % тепловой энергии. Остальная тепловая энергия (примерно 50–55 млн Гкал) вырабатывается в 2800 муниципальных и ведомственных котельных. Из них более 2000 работают на угольном топливе, 73 – на мазуте. Плановые проверки 47 мазутных котельных показали, что оборудование 94 % из них морально и физически устарело, в ряде случаев отсутствуют приборы учета, обводнение мазута превышает норму, не ведется водно-химический режим. Закономерным результатом является низкий КПД агрегатов (25–35 % против 75–85 % нормативных). Перечисленные недостатки приводят к перерасходу топлива, которое

полностью или частично приобретает за счет средств областного бюджета.

Проверка 440 газовых котельных также выявила существенные недостатки в работе оборудования, приводящие к перерасходу природного газа в среднем от 10 до 15 %, что составляет около 2 млрд м³ в год*.

Несмотря на перечисленные трудности экономика России и Свердловской области, в том числе, медленно, но все же продолжает рост, однако решить задачу поддержания темпов экономического роста на уровне 5–10 % на протяжении 10 лет невозможно только за счет наращивания производства энергоносителей. Главными средствами государственной политики по энергетическому обеспечению экономического роста являются поддержание оптимального энергетического баланса и стимулирование повышения эффективности использования энергоресурсов.

Развитие производства и общества в целом подчиняется закону повышающейся эффективности использования энергии: чем выше уровень экономического развития, тем ниже энергоемкость ВВП. Согласно этому закону, повышение уровня экономического развития в большей степени зависит от способности обеспечить экономический рост и охрану окружающей среды путем повышения эффективности использования энергии и снижения энергетических издержек предприятий и расходов бюджета, связанных с энергоснабжением населения и бюджетных организаций.

Формально важность повышения энергоэффективности признана в вариантах «Энергетической стратегии России» 1995 г. и 2000 г., где

* См.: Данилов Н.И. Энергосбережение – важнейшая составляющая стратегии развития Свердловской области // Энергетика региона. 2003. № 4.

энергосбережению был отдан приоритет и где оно определяется как ключевая стратегическая задача.

Что же такое энергосбережение? Согласно Федеральному закону «Об энергосбережении», это «реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии»^{*}.

Россия обладает просто огромным потенциалом энергосбережения, реализация которого с каждым днем становится все более насущной задачей.

^{*} Об энергосбережении: Закон Российской Федерации от 3 апреля 1996 г. № 28-ФЗ
// Рос. газ. 1996. 10 апр.

1. ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В РОССИИ

По оценкам Министерства энергетики Российской Федерации, потенциал энергосбережения в стране составляет 350–460 млн т у.т. (табл. 1). При довольно низкой надежности этих оценок вопрос все же сводится не к точности оценки потенциала, а к активизации факторов, позволяющих его использовать.

Таблица 1

Потенциал энергосбережения в России на 2010 г. по отношению к уровню 1995 г.

Сектор экономики	Потребление энергии в 1995 г., млн т у.т.	Потенциал энергосбережения, млн т у.т.	Доля от потребления энергии, %
Топливо-энергетический комплекс	284,4	108	38
Промышленность и строительство	272	115	42
Сельское хозяйство	34	27	79
Транспорт	89	33	37
Жилищный сектор	79	42	53
Сфера услуг	44	23	52
Всего	802,4	348	43

Министерство энергетики Российской Федерации обычно делит потенциал энергосбережения по секторам и отраслям экономики. Однако представляется более интересным и важным для разработки и реализации политики повышения эффективности использования энергии его деление по типам (табл. 2).

Структура потенциала энергосбережения

Тип потенциала	Определение	Снижение потребления энергии в 2010 г., млн т у.т.	Основные факторы
1	2	3	4
Технологический	Определяется в предположении, что все имеющееся оборудование одноmomentно заменяется наиболее энергоэффективным	400	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и стандартизация
Экономический	Основан на возможностях и затратах на замену имеющегося оборудования на более эффективное	300	Стоимость энергоресурсов, стоимость оборудования, сроки службы оборудования, схемы амортизации оборудования зданий
Рыночный	Часть экономического потенциала, ограниченная условиями функционирования рынков энергоносителей и оборудования.	200	Система отношений собственности, схемы ценообразования, субсидии на энергоносители, налоги, темпы инфляции, ставки процента, курс рубля, степень монополизации рынков энергоносителей

1	2	3	4
Информационно обеспеченный	Часть рыночного потенциала, отраженная в технико-экономических (ТЭО) обоснованиях или бизнес-планах по проектам и другим подготовленным инвестиционных или поведенческих решениях	40	Разработка ТЭО и бизнес-планов, подготовка специалистов, реализация информационных программ, применение новейших информационных технологий, маркирование энергоэффективности
Финансово обеспеченный	ТЭО и бизнес-планы, на реализацию которых выделены финансовые ресурсы	10	Наличие собственных финансовых ресурсов, доступность рынков капитала, размер проекта, кредитная история заемщика, наличие гарантий или залогов, уровень знакомства рынка капитала с проектами по повышению эффективности использования энергии

Существует несколько различных определений потенциала энергосбережения*. *Технологический потенциал* оценивается исходя из предположения, что весь существующий парк оборудования мгновенно заменяется на лучшие существующие образцы техники. На его величину влияют не только технологические, но и географические факторы. Все

* См.: Башмаков И.А. Энергоэффективность: от риторики к действию. М., 1999.

зависит от того, какие передовые технологии рассматриваются: отечественные или мировые. Здесь важна информированность о зарубежных технологиях и возможных ограничениях их эффективного применения в конкретной сфере в России. Естественно, оценка, сделанная на базе лучших мировых технологий, существенно выше прочих возможных оценок. *Технологический потенциал представляет лишь гипотетические возможности энергосбережения без учета ограничений, касающихся его реализации.*

Однако такие ограничения существуют. Ограничения первой группы называются экономическими и сокращают технологический потенциал до так называемого *экономического потенциала* энергосбережения. Эта группа ограничений определяет возможности и экономическую целесообразность замены уже имеющегося оборудования на новое, более эффективное.

Важнейшим фактором, определяющим не только размер, но и структуру потенциала энергосбережения, является структура экономики, которая в первую очередь является производной от социально-политической организации общества, его целевых установок. В странах с плановой экономикой опережающими темпами развивалась тяжелая промышленность и оборонное машиностроение. Их доля в суммарном энергопотреблении постоянно возрастала. Применение энергоэффективных технологий именно в этих отраслях экономики несомненно может дать наиболее ощутимый эффект.

Экономический потенциал, ограниченный рыночными условиями, называется *рыночным потенциалом*. Он обусловлен рыночной ситуацией, при которой формируются решения по внедрению энергосберегающих мер, т.е. рыночные условия определяют сроки окупаемости капиталовложений в повышение энергоэффективности.

Решающим, но не единственным фактором здесь является уровень цен на энергоносители по отношению к уровню цен на другие факторы производства, на энергоэффективное оборудование, материалы и услуги.

Цены на энергоносители в России уже весьма велики, т.е. рыночный потенциал приближается к экономическому потенциалу даже при существующей налоговой системе и дороговизне кредита.

Предоставление налоговых льгот, льготных кредитов на проекты по повышению эффективности использования энергии, стимулирование конкуренции может заметно приблизить значение рыночного потенциала к экономическому.

Только часть рыночного потенциала является информационно обеспеченной. **Информационно обеспеченный потенциал** – это та часть рыночного потенциала, которая оформлена в виде технико-экономических обоснований проектов или подкрепленных расчетами решений отдельных лиц. Выгода от инвестиций в повышение энергетической эффективности может быть не осознана теми, кто готовит и принимает такие решения. Последний момент может быть решающим. Если решения принимаются централизованно, то длительный бюрократический процесс от инициации решений до их принятия резко ограничивает число как выдвигаемых, так и одобряемых инициатив. Поскольку процесс энергопотребления децентрализован, централизованный способ принятия решений резко ограничивает информационно обеспеченный потенциал энергосбережения.

Получение надежной и адекватной информации – процесс довольно дорогой и длительный. Только сбор данных об энергопотреблении требует заметных вложений в приборы учета и сбора информации. Например, на Магнитогорском металлургическом комбинате создан Центр энергосбережения, в котором работает около 170 человек. Четверть сотрудников занята сбором и обработкой информации об энергопотреблении.

Наконец, существует еще финансово обеспеченная часть потенциала энергосбережения. *Финансово обеспеченный потенциал* – это та часть информационно обеспеченного потенциала, т.е. та часть технико-экономических обоснований проектов, под которую выделены финансовые ресурсы. В конечном счете, именно это ограничение определяет, какие именно проекты будут реализованы. Величина финансово обеспеченного потенциала зависит от финансового благополучия семьи, предприятия или организации и доли проектов по повышению эффективности использования энергии в финансовом плане. Кроме того, величина потенциала данного типа зависит от требований к минимальной эффективности вложений в проекты, нацеленные на снижение издержек, конкуренции со стороны других направлений вложения средств, корпоративных схем принятия инвестиционных решений и т.п. Целый спектр экономических инструментов позволяет заметно увеличить размер финансовых ресурсов, направляемых на повышение эффективности использования энергии.

Потенциал энергосбережения в Свердловской области оценивается в 10–11 млн т у.т.* Значительно сэкономить энергоресурсы позволяют новые технологии. Это мы видим на примере черной металлургии — установки непрерывной разливки стали, алюминиевой промышленности — реконструкция электролиза, машиностроения — новые технологии литья и штамповки и даже режимы резания.

Для экономики энергоресурсов можно использовать отходы. За 300 лет эксплуатации недр на Урале их «нарыли» десятки миллиардов тонн, и сейчас продолжают расти горы отходов.

* См.: Жучков А.С. Автоматизированная система контроля и учета электрической энергии и мощности как средство повышения энергоэффективности производства// Энергетика региона. 2003. №4 5.

Недавно были подведены пятилетние итоги выполнения в нашей области программы «Переработка техногенных образований». За пять лет из отходов произведено:

- металлопродуктов – 1,5 млн т;
- ферросплавов – 22 тыс. т;
- асбеста – 190 тыс. т;
- цемента – 3 млн т;
- щебня строительного – 22,5 млн т;
- меди – 120 тыс т;
- бумаги – 100 тыс т.

По предварительным расчетам, за счет этого получена экономия электроэнергии около 7 млрд кВт·ч. Поскольку в Уральском регионе энергетика в основном угольная, за счет экономии электроэнергии получено снижение выбросов на 5%. Так что энергосбережение для Урала имеет двойной эффект: экономический и экологический.

Большой потенциал энергосбережения сосредоточен в муниципальных образованиях, жилищно-коммунальной сфере. Примером может служить опыт муниципального образования «г. Краснотурьинск». Начав в 1996 г. с установки систем учета тепловой энергии на пяти центральных тепловых пунктах одного из городских районов, благодаря грамотным и целенаправленным действиям по реализации политики энергосбережения удалось добиться экономии бюджетных средств по муниципальному образованию на сумму более 11 млн р. Установка узлов учета тепловой энергии только в девяти жилых домах города позволила снизить затраты на оплату тепловой энергии на 385 тыс. р. в год. Срок окупаемости затрат на установку приборов составил менее одного года.

В результате этих работ в Краснотурийске, где продолжительность отопительного сезона составляет 240 суток (при расчетной температуре наружного воздуха минус 37 °С), удельные показатели расхода энергии составили:

- 0,09 Гкал/м³ в год (снижение по сравнению с 1996 г. на 35 %);
- 95 л горячей воды в сутки на одного человека (снижение по сравнению с 1996 г. на 50 %).

Отметим, что фактическое удельное потребление горячей воды в Екатеринбурге составляет 400 л в сутки на человека. Удельное потребление тепла на отопление и горячее водоснабжение на 10% ниже общероссийского показателя и составляет 0,2 Гкал/м² в год (т.е. имеет фактическое потребление теплоты на отопление 1 м² общей площади на уровне Швеции). За последние годы благодаря неуклонному снижению энергозатрат в ЖКХ ежегодная экономия городского бюджета составляет в среднем 5–7 млн р.

Из вышесказанного следует, что основными факторами, определяющими недостаточную эффективность работы системы управления энергосбережением, являются:

1) низкая техническая и информационная оснащенность, а также квалификационный уровень низового персонала;

2) отсутствие финансовой поддержки, в том числе за счет средств федерального бюджета, вследствие чего деятельность по повышению энергоэффективности протекает очень вяло. Финансово обеспеченный потенциал энергосбережения существенно зависит от средств, выделяемых из федерального бюджета. Государство должно продемонстрировать, что проблема повышения энергоэффективности действительно

рассматривается как ключевая, а значит, и заслуживает значительной финансовой поддержки государства;

3) *необходимость разработки и запуска механизмов экономического поощрения потребителей за вложение средств в энергосбережение.* Сегодня таких механизмов нет. Более того, дотационным органам местного самоуправления невыгодно экономить бюджетные средства, поскольку это может обернуться снижением уровня дотирования их бюджетов.

Таким образом, мы вплотную подошли к вопросу о конкретных мерах повышения энергоэффективности.

Естественно, первое что должно быть сделано (и это предписано Законом об энергосбережении от 03.04.96 г. № 28-ФЗ) – проведение энергетических обследований предприятий и их паспортизация.

2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Энергетическое обследование (энергоаудит) проводится в целях определения путей быстрого и эффективного снижения издержек на энергоресурсы и избежания неоправданных затрат на проведение мероприятий энергосбережения. «Энергетические обследования проводятся в целях определения соответствия уровня эксплуатации энергообъектов требованиям нормативно-технической документации, оценки показателя энергоэффективности передачи и распределения электроэнергии, определения возможностей его снижения, разработки и реализации эффективных энергосберегающих мероприятий.

Все ПЭС подлежат обязательному энергетическому обследованию согласно вопросам, рассматриваемым аудиторами при проведении энергетического обследования»^{*}.

Энергоаудит может стать основательной базой, трамплином для качественного рывка в конкурентной борьбе на рынке товаров и услуг.

Однако это верно только при *правильной организации* проведения энергетического обследования. В этом важную роль играют руководство и специалисты предприятия.

Главным требованием является правильная постановка целей и задач проведения энергоаудита. От этого зависит, будет ли в дальнейшем взят курс на реформы, или все ограничится оформлением энергопаспорта.

^{*} Типовая программа проведения энергетических обследований подразделений электрических сетей АО-энерго. РД 153-34.3-09.166-00. М.: СПО ОРГРЭС, 2000. С. 4.

Аудит – дело новое, но он уже зарекомендовал себя не с лучшей стороны. Виною тому – недобросовестные энергоаудиторы. Существует устоявшаяся методика проведения этих работ, однако аудиторы часто идут по пути наименьшего сопротивления: делают то, что умеют и как умеют. Несоблюдение технологии является обычной практикой, а от этого снижается качество обследования и увеличиваются общие затраты заказчика. Поэтому важно постоянно контролировать адекватность работы аудитора целям и задачам обследования.

В результате энергоаудита руководство предприятия должно получить:

1) *оценку текущего энергопотребления* с достоверными данными по объемам потребления всех ресурсов и суммам средств, затрачиваемым на них, по предприятию в целом, по отдельным участкам, и их удельные величины на каждый вид продукции;

2) *программу мероприятий по энергосбережению*, содержащую систему мер организационного, правового и технического характера, направленных на постоянное и планомерное снижение издержек, при улучшении производственных, экономических и экологических показателей предприятия, и условий труда его персонала.

Таким образом, энергетическое обследование укажет правильные направления деятельности, а организовать и проводить практическую работу по повышению энергетической эффективности предприятия – задача его руководства и специалистов.

Приведем *основные правила проведения энергоаудита*:

1. Существуют три способа снижения потребления энергии:

- исключить нерациональное использование;
- устранить потери;
- повысить эффективность.

В этих направлениях и в такой последовательности должны работать аудиторы, ибо нелогично вкладывать средства в повышение эффективности бесполезно работающего оборудования.

2. Чем меньшая доля энергоресурса в общих энергозатратах, тем меньше времени (денег заказчика) должно быть затрачено для определения эффективности его использования на предприятии.

3. Часто небольшая экономия у крупного потребителя бывает более значительной и достижимой, чем большая экономия у небольшого потребителя.

К сожалению, эти простые правила часто нарушаются.

Энергоаудит условно можно разделить на *четыре основных этапа*:

1. Ознакомление с предприятием, сбор и анализ необходимой информации, составление программы обследования.

Как правило, по результатам этого этапа становятся понятны объемы, стоимость и сроки выполнения работ.

В начале аудиторы должны получить общее представление о предприятии, разобраться в его структуре, ознакомиться с технологическими процессами и изучить перечень основного оборудования. Необходимо собрать имеющуюся на предприятии информацию о потреблении всех ресурсов и выпуске продукции в натуральном и денежном выражении на протяжении не менее 12 последних месяцев.

Полнота и качество этих данных, определяют объем работы по предстоящему обследованию предприятия.

Исходя из этой информации, аудитор составляет программу, уточняет стоимость и сроки работы.

Аудитору следует проанализировать полученную информацию и вместе с программой *представить заказчику*:

- величины долевого потребления каждого ресурса и затрат на них;
- удельные затраты каждого ресурса на выпуск единицы продукции в натуральном и денежном выражении;
- экспертную оценку перспектив энергосбережения.

Такая информация характеризует профессионализм аудитора и может помочь заказчику составить смету расходов по дальнейшему обследованию его предприятия.

2. Обследование предприятия, в том числе разработка подробных балансов по всем ресурсам, выявление основных потребителей и мест экономии ресурсов.

Обследование проводится с целью определения наиболее значимых потребителей каждого энергоресурса по объемам потребления и затратам, т.е. практически конкретных мест эффективной экономии ресурсов.

Аудитор должен разобраться в технологических процессах и составить упрощенную схему. Для каждого ее элемента определить и нанести потоки всех ресурсов и потерь. Составить перечень основных потребителей энергоресурсов с указанием объемов потребления.

Аудитору необходимо добиться понимания и взаимопомощи от персонала предприятия, только при беседах с людьми можно получить большую часть нужной информации.

Если для оценки энергетических потоков имеющейся на предприятии информации недостаточно, что чаще всего и бывает, *необходимо провести измерения и испытания*, осуществить так называемое инструментальное обследование.

В результате обследования будут получены:

- балансы потребления энергоресурсов предприятия (с одной стороны, мы имеем величину потребления энергоресурсов предприятием, а с другой стороны, список основных потребителей с данными об их потреблении, плюс приемлемый небаланс);
- пути повышения энергоэффективности.

На третьем этапе энергоаудита эти материалы станут основой предлагаемых энергосберегающих проектов.

Инструментальное обследование проводится с целью определения величин потребления энергоресурсов отдельными участками, подразделениями или потребителями.

Эта информация является ключевой для энергоаудита, а в условиях повсеместного отсутствия учета энергоресурсов на предприятии ее нет. Рассчитать энергопотребление бывает сложно, да и не всегда расчетным данным можно доверять.

Наиболее эффективный путь получения этих данных заключается в записи показаний общего расхода энергоресурса по предприятию (участку, подразделению и т.п.) существующим или специализированным прибором. Тогда необходимые замеры в узлах проводятся с привязкой (обычно по времени) каждого замера к показаниям регистратора.

Этот метод позволяет просто и дешево получить необходимые данные с оценкой и приемлемой погрешностью.

3. Разработка энергосберегающих проектов и их объединение в единую программу повышения эффективности.

Данный этап предусматривает разработку перечня предлагаемых проектов с определением всех возможных последствий от их внедрения.

Уже на первом этапе энергоаудита *должны быть идеи* по внедрению энергосберегающих проектов на предприятии.

На всех стадиях энергоаудита важно обсуждать все возможные проекты с персоналом предприятия.

Все предлагаемые проекты должны учитывать реалии предприятия (наличие финансовых и производственных ресурсов, планы по расширению или изменению технологии и т.п.), мнение его специалистов и все возможные факторы прочих выгод и рисков, а также аспекты взаимного влияния проектов.

Определение стоимости и окупаемости необходимо проводить по данным конкретных (а по крупным проектам желательно нескольких) производителей или поставщиков оборудования и услуг.

Обязательна *экспертиза проектов*. Энергоаудитор обязан доказать специалистам предприятия и (иногда) приглашенным ими экспертам осуществимость, приемлемость, техническое и экономическое совершенство, а также безопасность предлагаемых проектов на данный момент и перспективу.

Наиболее качественный продукт энергоаудита – это система мероприятий, учитывающая сроки и последовательность внедрения, оптимизированная для частичного самофинансирования программы (т.е. в программе предусмотрено осуществление ряда проектов за счет средств высвобождаемых при эффекте внедренных).

Результатом третьего этапа должна стать согласованная *программа энергосбережения*.

4. Отчет и презентация результатов работы.

По результатам работы аудитор представляет заказчику *отчет о энергоаудите*, при необходимости *энергетический паспорт* предприятия, а

иногда проводит *презентацию* результатов руководству и специалистам предприятия.

Отчет является материальным продуктом энергоаудита, он должен быть написан ясно, четко и содержать:

- данные по энергопотреблению в натуральном и денежном выражении;
- краткое описание энергосистем предприятия;
- информацию об энергопотреблении и потерях;
- перечень предлагаемых энергосберегающих проектов с указанием ожидаемой экономии в натуральном и денежном выражении;
- вывод о влиянии внедрения проектов на суммарное потребление энергоресурсов предприятием и на величину их оплаты.

Качественный отчет включает в себя три части:

1) краткое изложение результатов энергоаудита, предназначенное для старших руководителей и нетехнических специалистов. Это самостоятельный документ небольшого объема, содержащий основные результаты обследования;

2) основную часть, которая содержит описание выполненной работы и предлагаемых проектов;

3) приложения, где дается детальная информация, которая может быть востребована специалистами: подробные расчеты, описание методик, использованные справочные данные и т.п.

Паспорт оформляется в соответствии со стандартом и регистрируется в территориальном органе Госэнергонадзора.

Презентация материалов энергоаудита необязательное, но важное мероприятие. От его результатов во многом может зависеть судьба разработанных проектов.

Результаты, получаемые в ходе энергетического обследования, впечатляют. Так, например, при проведении авторами энергоаудита ОП «Тюменские электрические сети» ОАО «Тюменьэнерго» в 2002 г. было выявлено следующее.

1. Для ряда подстанций сетевого предприятия, имеющих перегрузку, необходимо произвести замену трансформаторов на более мощные для обеспечения увеличивающегося платежеспособного спроса на электроэнергию.

2. Парк установленного электротехнического оборудования преимущественно состоит из продукции, снятой в настоящее время с производства, что затрудняет поддержание оборудования в рабочем состоянии. В сетях имеется три подстанции, срок эксплуатации которых превысил предельно-нормативный (30 лет).

3. Анализ и расчеты технических потерь электроэнергии за 1999, 2000, 2001 гг. выявили устойчивую тенденцию к снижению технических потерь, которая объясняется снижением транзита электроэнергии через сети и уменьшением технических потерь в воздушных линиях 500 кВ. При этом произошло увеличение коммерческих потерь. В 1999–2001 гг. коммерческие потери превышали по абсолютной величине допустимый небаланс. В 2001 г. доля коммерческих потерь в общей структуре потерь электроэнергии составила 60 %. В денежном выражении коммерческие потери за 2001 г. оцениваются на уровне 300 млн р. Такое состояние является характерным для сетевых предприятий, имеющих распределенную нагрузку на уровне 0,4–10 кВ.

4. Основной причиной коммерческих потерь электроэнергии являются систематические погрешности учета электроэнергии и слабый контроль за полезным отпуском.

5. Для снижения потерь электроэнергии выдвинуты предложения о реорганизации энергосбытовой деятельности, имеющие наименьшие сроки окупаемости, и совершенствовании систем учета электроэнергии. Мероприятия, связанные с совершенствованием технической базы систем учета электроэнергии, имеют большие сроки окупаемости, но обладают долгосрочным положительным эффектом.

6. Для большинства распределительных подстанций 110–220 кВ необходимо дополнительно установить приборы учета электроэнергии для обеспечения полного охвата присоединений и возможности достоверного контроля полезного отпуска электроэнергии.

7. Анализ используемой методики (методика Объединенного диспетчерского управления Урала) определения технических потерь электроэнергии показал, что положенный в ее основу отчетно-статистический метод имеет ряд существенных недостатков и не позволяет раскрыть в соответствии с требованиями структуру потерь электроэнергии. В перспективе следует использовать схемно-технический метод расчета и нормирования потерь электроэнергии. При решении вопроса о борьбе с коммерческими потерями следует переходить от нормирования отчетных потерь для всего предприятия (одна цифра) к расчету фактических и допустимых небалансов электроэнергии в соответствии с иерархией сетевого предприятия (секции шин, шины, подстанции, районы электрических сетей).

При расчете потерь в ОП «Тюменские электрические сети» использовался разработанный на кафедре автоматизированных электрических систем Уральского государственного технического университета программный

комплекс «Баланс». В основу алгоритма определения потерь в электрических сетях, который используется в данном программном комплексе, положены методы расчета установившихся режимов и оценивания состояния энергосистемы. Согласно проведенным исследованиям наиболее приемлемым и универсальным с точки зрения сложности и точности вычислений является так называемый балансовый метод, в котором используется расчетная модель на основе первого закона Кирхгофа.

3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Ситуация в электроэнергетике, обусловленная общим экономическим положением и экономической политикой в государстве, предъявляет обновленные и повышенные требования к ведению взаимных расчетов за основной продукт производства – электрическую энергию. Существующая сегодня организационная и техническая структура учета количества потребления и производства электрической энергии не позволяет в полном объеме решать данную задачу. По этой причине в отрасли ведутся интенсивные работы по созданию систем, с помощью которых станет возможным решение задачи взаимных расчетов, в том числе и автоматизированных. Основным техническим компонентом этой структуры являются автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии и мощности (АСКУЭ).

АСКУЭ позволят обеспечить автоматизированные измерения потоков электроэнергии и мощности с целью коммерческого и технического учета, а также диспетчерского управления. Точные системы измерений потоков электроэнергии позволят снизить потери электроэнергии, что весьма актуально на текущий момент. Кроме того, АСКУЭ являются технической базой, обеспечивающей полноценное функционирование Федерального оптового рынка электроэнергии и мощности (ФОРЭМ), механизм работы которого в перспективе предусматривает ведение расчетов между субъектами в реальном времени. Структуры, подобные ФОРЭМ, разработаны и функционируют в энергосистемах развитых зарубежных странах.

Без правильно организованного учета трудно эффективно бороться с потерями энергии. Рассмотрим существующий учет электроэнергии.

Основным параметром учета, безусловно, является точность, зависящая не только от счетчиков, но и от измерительных трансформаторов тока (ТТ) и напряжения (ТН), а также от величины потерь в проводах, соединяющих ТТ и ТН со счетчиками.

С появлением рабочих счетчиков класса 0,2 наступил предел целесообразности дальнейшего повышения их точности, особенно в условиях России, где не выпускаются ТТ и ТН выше класса 0,5. Поэтому сегодня основные резервы повышения точности учета лежат в области совершенствования конструкций, условий эксплуатации и более жестких требований к государственным поверкам ТТ и ТН в цепях расчетного учета. А резервы здесь огромные.

В сентябре 1996 г. экономический комитет по программам развития Уральского региона представил в Министерство топлива и энергетики РФ результаты многолетних исследований, проводимых на реальных энергетических объектах Урала, фактической точности учета, а также расчеты по возможной экономической эффективности от наведения порядка на линиях электропередач (ЛЭП) 500 кВ на границах Уральского региона, где везде установлены счетчики класса 0,5. Авторы данного исследования утверждают, что фактическая точность учета составляет 4–6 %, а экономические потери энергопроизводителей от сверхнормативных отрицательных потерь исчисляются в 2 трлн р.

Основной причиной таких потерь являются «нерегистрированное подключение на вторичные цепи ТН различных дополнительных нагрузок и старение материала сердечников ТТ».

Если состояние учета на ЛЭП 500 кВ со счетчиками класса 0,5 такое неудовлетворительное, то на более низких ступенях напряжения, где стоят счетчики класса 1,0 и 2,0, дела обстоят еще хуже.

Развитие автоматизированных систем контроля и учета потребляемых энергоресурсов в нашей стране приобретает все большую актуальность. Связано это со стремлением к эффективному управлению производством, которое невозможно без влияния на такие составляющие затрат предприятия, как плата за потребленную электрическую, тепловую энергию. Обеспечить такое влияние возможно только путем постоянного мониторинга существующих энергетических нагрузок предприятия.

Одним из эффективных направлений в энергосбережении является энергосбережение в области потребления электрической энергии. Рост интереса к системам учета энергоресурсов обусловлен следующими основными факторами:

- возрастанием энергоемкости продукции;
- усилением конкуренции на внутреннем и внешнем рынках;
- организацией оптового рынка электрической энергии и мощности;
- вступлением в действие новых тарифов на электрическую энергию.

В этих условиях предприятия всех отраслей промышленности не могут игнорировать такую составляющую себестоимости производимой продукции, как плата за потребленную электрическую энергию и мощность.

Сегодня РАО «ЕЭС России» в лице генерирующих и электросетевых компаний, решая задачи оптимизации собственного производства, предоставляют предприятиям достаточные возможности для значительного снижения платы за пользование продукцией электроэнергетики. Однако для реализации этих возможностей необходим

специальный инструмент – автоматизированная система учета и контроля электрической энергии и мощности – АСКУЭ.

3.1. Задачи, решаемые с помощью АСКУЭ

Современные системы АСКУЭ предназначены для решения следующих задач:

- осуществления коммерческих отношений между энергоснабжающими и энергопотребляющими предприятиями и организациями;
- организации контроля предприятиями и его отдельными структурами установленных лимитов и норм расхода энергии;
- оперативного управления производством с целью распределения и использования энергии;
- составления энергодансы предприятия, цехов, участков и потребляющих установок;
- определения фактического уровня полезного использования энергии и выявления путей его повышения;
- определения реального потребления энергии и других энергоносителей на единицу товарной продукции и принятия мер по установлению технически обоснованных удельных норм расхода энергоносителей;
- принятия оперативных решений, касающихся оптимизации режима энергопотребления в реальном масштабе времени.

3.2. Эффект от внедрения АСКУЭ

Внедрение АСКУЭ позволит сократить затраты на оплату электрической энергии и мощности за счет следующих составляющих:

- *договорной* – даст возможность исключить договорную составляющую при расчетах за электроэнергию;
- *тарифной* – позволит получить более выгодные тарифы (в том числе на ФОРЭМ);
- *режимно-тарифной* – обеспечит минимизацию платежей в рамках одного и того же тарифа (зоны);
- *технологической* – даст возможность исключить неэффективное использование оборудования (АСКУЭ на уровне цехов и хозрасчета между ними);
- *личностной* – позволит пресечь использование персоналом оборудования в личных целях;
- *бесхозной* – исключение энергопотерь (при введении внутреннего хозрасчета и стимулировании за экономию).

3.3. Основные технические функции

На сегодняшний день на рынке АСКУЭ представлено достаточно технических средств, которые в полной мере отвечают задачам коммерческого и технического учета потребления электрической энергии и мощности. Однако если с помощью установки АСКУЭ предприятие намерено не просто констатировать факт потребления того или иного количества энергии, а решить задачу эффективного и оперативного управления процессом потребления энергии, то технические средства должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Интервал времени получения и хранения информации должен находиться в пределах 10–20 с, что связано с необходимостью принятия оперативных решений внутри стандартных 30-минутных интервалов, которыми оперируют при расчетах энергоснабжающие организации.

2. Должна быть обеспечена передача телесигналов о состоянии и режимах работы электрооборудования.
3. Должна быть обеспечена оперативная передача телеизмерений.
4. Должна быть обеспечена возможность телеуправления для оперативного воздействия на оборудование энергохозяйства.
5. Должна быть обеспечена возможность учета незлектрических энергоносителей, что позволит создать автоматизированную систему учета всех видов энергоносителей на единой технической и программной платформе.

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОЕКТОВ

4.1. Критерии эффективности инвестиций

Вполне очевидно, что энергосбережение, повышение энергоэффективности требуют вложения финансовых средств, т.е. являются инвестиционной деятельностью, которая связана с принятием решений. Принятие решений об инвестиционных проектах осложняют различные факторы: вид инвестиций, стоимость инвестиционного проекта, множественность доступных проектов, ограниченность финансовых ресурсов, доступных для инвестирования, риск, связанный с принятием того или иного решения.

Нередко решения должны приниматься в условиях, когда имеется ряд альтернативных или взаимно независимых проектов. В этом случае необходимо сделать выбор одного или нескольких проектов, основываясь на определенных критериях. Очевидно, что критериев может быть несколько, а вероятность того, что один проект будет предпочтительнее других по всем критериям, как правило, значительно меньше единицы. Весьма существенен фактор риска. Инвестиционная деятельность всегда осуществляется в условиях неопределенности, степень которой может существенно варьировать.

Принятие решений инвестиционного характера, как и любой другой вид управленческой деятельности, основывается на использовании различных формализованных и неформализованных методов и критериев. Степень их сочетания определяется разными обстоятельствами, в том

числе и тем, насколько менеджер знаком с имеющимся математическим аппаратом, применимым в том или ином конкретном случае. В отечественной и зарубежной практике известен целый ряд формализованных методов, с помощью которых расчеты могут служить основой для принятия решений в области инвестиционной политики. Какого-то универсального метода, пригодного для всех случаев, не существует. Вероятно, управление все же в большей степени является искусством, чем наукой. Тем не менее, имея некоторые оценки, полученные формализованными методами, пусть даже в известной степени условные, легче принимать окончательные решения.

Критерии принятия инвестиционных решений можно разделить на две категории:

1) *качественные критерии*, позволяющие оценить реальность проекта. Сюда входят:

- нормативные критерии (правовые), т.е. нормы национального, международного права, требования стандартов, конвенций, патентоспособности и др.;

- ресурсные критерии, которые, в свою очередь, подразделяются:

- на научно-технические;
- технологические;
- производственные;
- объем и источники финансовых ресурсов;

2) *количественные критерии (финансово-экономические)*, позволяющие выбрать из тех проектов, реализация которых целесообразна (критерии приемлемости). К ним относятся:

- стоимость проекта;
- чистая текущая стоимость;
- прибыль;

- рентабельность;
- внутренняя норма прибыли;
- период окупаемости;
- чувствительность прибыли к горизонту (сроку) планирования, к изменениям в деловой среде, к ошибке в оценке данных.

В целом принятие инвестиционного решения требует совместной работы многих людей с разной квалификацией и различными взглядами на инвестиции. Тем не менее, необходимо придерживаться некоторых правил:

1. Инвестировать денежные средства в производство или ценные бумаги имеет смысл только в том случае, если можно получить чистую прибыль выше, чем от хранения денег в банке.

2. Инвестировать средства можно только тогда, когда рентабельность инвестиций превышает темпы роста инфляции.

3. Инвестировать следует только в наиболее рентабельные с учетом дисконтирования проекты.

Таким образом, решение об инвестировании в проект принимается, если он удовлетворяет следующим критериям:

- дешевизна проекта;
- минимизация риска инфляционных потерь;
- краткость срока окупаемости;
- ~~стабильность или концентрация поступлений;~~
- высокая рентабельность как таковая и после дисконтирования;
- отсутствие более выгодных альтернатив.

На практике выбираются проекты не столько наиболее прибыльные и наименее рискованные, сколько лучше всего вписывающиеся в стратегию предприятия в области энергосбережения.

Далее речь будет идти о количественных критериях оценки эффективности инвестиций, которые позволяют с некоторой долей

вероятности оценить финансовые перспективы проекта, а главное дают возможность сравнения нескольких альтернативных проектов.

Прежде чем перейти к рассмотрению отдельных критериев, необходимо особо подчеркнуть, что применение методов оценки и анализа проектов предполагает множественность используемых прогнозных оценок и расчетов. Множественность определяется как возможностью применения ряда критериев, так и безусловной целесообразностью варьирования основными параметрами. Это достигается использованием имитационных моделей в среде электронных таблиц.

Критерии, используемые в анализе инвестиционной деятельности, в зависимости от того, учитывается или нет временной параметр, можно разделить на две группы:

1) критерии, основанные на дисконтированных оценках (динамические методы):

- чистая приведенная стоимость – *NPV* (Net Present Value);
- индекс рентабельности инвестиций – *PI* (Profitability Index);
- внутренняя норма прибыли – *IRR* (Internal Rate of Return);
- модифицированная внутренняя норма прибыли – *MIRR* (Modified Internal Rate of Return);
- дисконтированный срок окупаемости инвестиций – *DPP* (Discounted Payback Period);

2) критерии, основанные на учетных оценках (статические методы):

- срок окупаемости инвестиций – *PP* (Payback Period);
- коэффициент эффективности инвестиций – *ARR* (Accounted Rate of Return).

До настоящего времени расчет эффективности капиталовложений производился преимущественно с «производственной» точки зрения и мало отвечал требованиям, предъявляемым финансовыми инвесторами. Во-первых, использовались статические методы расчета эффективности

вложений, не учитывающие фактор времени, имеющий принципиальное значение для финансового инвестора. Во-вторых, использовавшиеся показатели были ориентированы на выявление производственного эффекта инвестиций, т.е. на повышение производительности труда, снижение себестоимости в результате инвестиций, при этом их финансовая эффективность отходила на второй план.

Поэтому для оценки финансовой эффективности проекта целесообразно применять так называемые динамические методы, основанные преимущественно на дисконтировании образующихся в ходе реализации проекта денежных потоков. Применение дисконтирования позволяет отразить базовый принцип «завтрашние деньги дешевле сегодняшних» и учесть тем самым возможность альтернативных вложений по ставке дисконта. Общая схема всех динамических методов оценки эффективности в принципе одинакова и основывается на прогнозировании положительных и отрицательных денежных потоков (расходов и доходов, связанных с реализацией проекта) на плановый период и сопоставлении полученного сальдо денежных потоков, дисконтированного по соответствующей ставке, с инвестиционными затратами.

Из всего многообразия динамических методов расчета эффективности инвестиций наиболее известны и часто применяются на практике метод оценки внутренней нормы рентабельности проекта и метод оценки чистого приведенного дохода от реализации проекта.

Учет фактора времени производится путем дисконтирования, т.е. приведения разновременных денежных поступлений (выплат) к одному моменту времени. Обычно выбирается «нулевой» момент времени, соответствующий началу отсчета.

Формула дисконтирования:

$$L_0 = L_{0j} \cdot \frac{(1+I)^j}{(1+R)^j},$$

или

$$L_0 = L_{0j} \cdot \frac{1}{(1+R_r)^j},$$

где $R_r = \frac{R-I}{1+I}$ – реальная процентная ставка (ставка дисконта); I – коэффициент инфляции, доли от единицы, в исчислении периода j (т.е. в годовом или месячном); R — стоимость капитала, доли единицы, в исчислении периода j , а также в соответствующей валюте (т.е., при использовании рублевых поступлений и выплат и, соответственно, рублевой инфляции, стоимость капитала также используется в рублевом исчислении (обычно на уровне ставки Центрального банка РФ)); L_{0j} – величина будущих поступлений (выплат) в ценах настоящего, «нулевого» момента времени.

4.2. Метод чистой дисконтированной стоимости

Этот метод основан на сопоставлении величины инвестиции (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений, генерируемых ею в течение прогнозируемого срока. Поскольку приток денежных средств распределен во времени, он дисконтируется с помощью коэффициента дисконтирования k_d .

Допустим, делается прогноз, что инвестиция (IC) будет генерировать в течение n лет, годовые доходы в размере P_1, P_2, \dots, P_n . Общая накопленная величина дисконтированных доходов (PV) и чистый приведенный эффект (NPV) соответственно рассчитываются по формулам:

$$PV = \sum_{j=1}^n P_{j0} \cdot k_{dj};$$

$$NPV = \sum_{j=1}^n (P_{j0} - IC_{j0}) \cdot k_{dj},$$

где P_{j0} – денежный поток от инвестиций в ценах «нулевого» момента времени, полученный в j -й год (месяц); IC_{j0} – величина капиталовложений в j -м году (месяце), в ценах «нулевого» момента времени; k_{dj} – коэффициент дисконтирования, равный

$$k_{dj} = \left\{ \frac{1+I}{1+R} \right\}^j, \text{ если } k = \left\{ \frac{1+I}{1+R} \right\} = const,$$

$$k_{dj} = \prod_{m=1}^j \left\{ \frac{1+I_m}{1+R_m} \right\}, \text{ если } k = \left\{ \frac{1+I_m}{1+R_m} \right\} \neq const.$$

Очевидно, что:

- если $NPV > 0$, то проект следует принять;
- если $NPV < 0$, то проект следует отвергнуть;
- если $NPV = 0$, то проект ни прибыльный, ни убыточный.

При прогнозировании доходов по годам необходимо по возможности учитывать все виды поступлений как производственного, так и непроизводственного характера, которые могут быть ассоциированы с данным проектом. Так, если по окончании периода реализации проекта планируется поступление средств в виде ликвидационной стоимости оборудования или высвобождения части оборотных средств, они должны быть учтены как доходы соответствующих периодов.

Необходимо отметить, что показатель NPV отражает прогнозную оценку изменения экономического потенциала предприятия в случае принятия рассматриваемого проекта. Этот показатель аддитивен во временном аспекте, т. е. NPV различных проектов можно суммировать. Это очень важное свойство, выделяющее этот критерий из всех остальных

и позволяющее использовать его в качестве основного при анализе оптимальности инвестиционного портфеля.

4.3. Дисконтированный срок окупаемости инвестиций (DPP)

Общая формула расчета показателя DPP имеет вид:

$$\sum_{j=1}^{DPP} (P_{j0} - K_{j0}) \cdot k_{dj} = 0,$$

где DPP – дисконтированный срок окупаемости проекта.

Критерий эффективности энергосберегающего проекта: $DPP < T$ (обычно задается определенной приемлемой величиной).

4.4. Внутренняя норма прибыли инвестиций (IRR)

Вторым стандартным методом оценки эффективности инвестиционных проектов является метод определения внутренней нормы рентабельности проекта, т.е. такой ставки дисконта, при которой значение чистого приведенного дохода равно нулю.

$$\sum_{j=1}^{PP} (P_{j0} - IC_{j0}) \cdot \left[\frac{1}{1 + IRR} \right]^j = 0,$$

где IRR – внутренняя норма прибыли, показывающая максимально возможную величину реальной процентной ставки финансирования данного проекта: $IRR = R_{\max}$ или $R_{\max} = IRR + I + IRR \cdot I$ (доли от единицы).

На практике любое предприятие финансирует свою деятельность, в том числе и инвестиционную, из различных источников. В качестве платы за пользование авансированными в деятельность предприятия финансовыми ресурсами оно уплачивает проценты, дивиденды, вознаграждения и т.п., т.е. несет некоторые обоснованные расходы на поддержание своего экономического потенциала. Показатель, характеризующий относительный уровень этих расходов, можно назвать

«ценой» авансированного капитала (CC). Этот показатель отражает сложившийся на предприятии минимум возврата на вложенный в его деятельность капитал, его рентабельность и рассчитывается по формуле средней арифметической взвешенной.

Экономический смысл этого показателя заключается в следующем: предприятие может принимать любые решения инвестиционного характера, уровень рентабельности которых не ниже текущего значения показателя CC (или цены источника средств для данного проекта, если он имеет целевой источник). Именно с ним сравнивается показатель IRR , рассчитанный для конкретного проекта.

Критерий принятия решения таков:

- если $IRR > CC$, то проект следует принять;
- если $IRR < CC$, то проект следует отвергнуть;
- если $IRR = CC$, то проект ни прибыльный, ни убыточный.

В целом по сравнению с методом NPV использование показателя внутренней нормы рентабельности связано с большими ограничениями.

Во-первых, для метода IRR действительны все ограничения метода NPV , т.е. необходимость изолированного рассмотрения инвестиционного проекта, прогнозирования денежных потоков на весь период реализации проекта и т.д.

Во-вторых, сфера применения метода IRR ограничена только областью чистых инвестиций.

4.5. Индекс рентабельности инвестиций (PI)

Этот метод является, по сути, следствием метода чистой текущей стоимости. Индекс рентабельности рассчитывается по формуле

$$PI = \sum_{j=1}^n P_{j0} \cdot k_{dj} / IC .$$

Очевидно, что:

- если $PI > 1$, то проект следует принять;
- если $PI < 1$, то проект следует отвергнуть;
- если $PI = 1$, то проект ни прибыльный, ни убыточный.

Логика критерия PI такова: он характеризует доход на единицу затрат, именно этот критерий наиболее предпочтителен, когда необходимо упорядочить независимые проекты для создания оптимального портфеля в случае ограниченности сверху общего объема инвестиций.

В отличие от чистого приведенного эффекта индекс рентабельности является относительным показателем. Благодаря этому он очень удобен при выборе одного проекта из ряда альтернативных, имеющих примерно одинаковые значения NPV , либо при комплектовании портфеля инвестиций с максимальным суммарным значением NPV .

4.6. Срок окупаемости инвестиций (PP)

Этот метод – один из самых простых. Он широко распространен в мировой практике, не предполагает временной упорядоченности денежных поступлений. Алгоритм расчета срока окупаемости (PP) зависит от равномерности распределения прогнозируемых доходов от инвестиции. Если доход распределен по годам равномерно, то срок окупаемости рассчитывается делением единовременных затрат на величину годового дохода, обусловленного ими. При получении дробного числа оно округляется в сторону увеличения до ближайшего целого. Если прибыль распределена неравномерно, то срок окупаемости рассчитывается прямым подсчетом числа лет, в течение которых инвестиция будет погашена кумулятивным доходом (P_k). Общая формула расчета показателя PP имеет вид:

$PP = n$, при котором $P_k > IC$.

Показатель срока окупаемости инвестиций очень прост в расчетах, вместе с тем он имеет ряд недостатков, которые необходимо учитывать при анализе.

Во-первых, он не учитывает влияние доходов последних периодов. Во-вторых, поскольку этот метод основан на недисконтированных оценках, он не делает различия между проектами с одинаковой суммой кумулятивных доходов, но различным распределением их по годам.

Существует ряд ситуаций, при которых применение метода, основанного на расчете срока окупаемости затрат, может быть целесообразным. В частности, это ситуация, когда руководство предприятия в большей степени озабочено решением проблемы ликвидности, а не прибыльности проекта – главное, чтобы инвестиции окупились как можно скорее. Метод также хорош в ситуации, когда инвестиции сопряжены с высокой степенью риска, поэтому, чем короче срок окупаемости, тем менее рискованным является проект. Такая ситуация характерна для отраслей или видов деятельности, которым присуща большая вероятность достаточно быстрых технологических изменений.

4.7. Коэффициент эффективности инвестиций (ARR)

Этот метод имеет две характерные черты: он не предполагает дисконтирования показателей дохода; доход определяется показателем чистой прибыли PN (балансовая прибыль за вычетом отчислений в бюджет). Алгоритм расчета исключительно прост, что и предопределяет широкое использование этого показателя на практике: коэффициент эффективности инвестиции (ARR) рассчитывается делением среднегодовой

прибыли PN на среднюю величину инвестиции (коэффициент берется в процентах):

$$ARR = \frac{PN}{1/2(IC - RV)}$$

Средняя величина инвестиции определяется делением исходной суммы капитальных вложений на два, если предполагается, что по истечении срока реализации анализируемого проекта все капитальные затраты будут списаны; если допускается наличие остаточной стоимости (RV), то ее оценка должна быть исключена.

4.8. Эффект от инвестиций в энергосбережение

Данный показатель сравнивается с коэффициентом рентабельности авансированного капитала, рассчитываемого делением общей чистой прибыли предприятия на общую сумму средств, авансированных в его деятельность (итог среднего баланса нетто).

Эффект от инвестиций в энергосбережение определяется согласно «Методике расчета экономии бюджетных средств, определяющих эффективность мероприятий при внедрении энергосберегающих технологий в сфере производства и оказания жилищно-коммунальных услуг» (утверждена приказом Госстроя России от 30.04.98 г. № 17-106).

Денежный поток предлагается рассчитывать по упрощенной схеме, возможно два варианта:

- 1) для предприятий, ориентированных на получение прибыли *денежный поток* равен сумме *чистой прибыли* от проекта (после налогообложения и выплаты процентов по ссудам) и *амортизации*, начисленной на оборудование, устанавливаемое при реализации проекта;
- 2) для предприятий, не получающих прибыли, когда проект ориентирован только на экономию бюджетных средств *денежный поток* равен *экономии* текущих затрат на энергообеспечение.

Также при расчете эффекта от энергосбережения следует учитывать особенности налогообложения инвестиционной деятельности, которые приведены в табл. 3.

Таблица 3

Особенности налогообложения инвестиционной деятельности

Пункт сравнения	Кредит под ввод основных средств	Приобретение основных средств по лизингу
1	2	3
Возможность отнесения средств к затратам	Выплаты процентов по кредиту и сумм кредита не относятся к затратам, а производятся из чистой прибыли	Лизинговые платежи в полном объеме относятся к затратам лизингополучателя, проценты по кредиту на покупку оборудования относятся к затратам лизингодателя (в пределах ставки Центрального банка + 3% по рублевым кредитам и 15% годовых по валютным кредитам)
Льготы по налогу на прибыль	Суммы, направленные на финансирование капиталовложений производственного назначения и на погашение кредитов банков, включая проценты по кредитам, уменьшают налогооблагаемую прибыль в пределах 50%	Сторона, учитывающая лизинговое оборудование на своем балансе, может воспользоваться льготой по капиталовложениям

1	2	3
Налог на добавленную стоимость (НДС)	НДС по оборудованию принимается к возмещению, НДС по основным средствам, введенным в результате завершенного строительства, увеличивает балансовую стоимость основных средств	Лизинговые платежи и стоимость оборудования в полном объеме облагаются НДС
Начисление амортизации	Согласно положениям по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» (ПБУ 6/97)	Согласно положениям по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» (ПБУ 6/97) с коэффициентом 3

В реальной ситуации проблема анализа капитальных вложений может быть весьма непростой. Не случайно подавляющее большинство компаний, во-первых, рассчитывает несколько критериев и, во-вторых, использует полученные количественные оценки не как руководство к действию, а как информацию к размышлению.

Потому следует отметить, что применение любых, даже самых изощренных, методов не обеспечит полной предсказуемости конечного результата, поэтому основной целью использования предложенной выше схемы является не получение абсолютно точных результатов эффективности реализации проекта и его рискованности, а сопоставление предложенных к рассмотрению инвестиционных проектов на основе унифицированного подхода с использованием по возможности объективных и перепроверяемых критериев.

Заключение

Уровень материального благополучия любого общества определяется во многом умением населения рационально использовать энергию. К сожалению, большинство жителей России не обладает в достаточной мере этими навыками, кроме того, отсутствует законодательно-нормативная основа мотивации населения к энергосбережению. Поэтому необходимо формирование в нашем обществе цивилизованных условий, в которых каждый будет экономно пользоваться энергией независимо от своих возможностей. И одно из обязательных условий здесь – организация и проведение образовательных программ среди населения.

Список рекомендуемой литературы

Батищев В.Е. и др. Энергосбережение: Справ. пособие. Екатеринбург: Экс-Пресс, 2000. 340 с.

Башмаков И.А. Энергоэффективность: от риторики к действию. М.: Энергоиздат, 1999. 384 с.

Варнавский Б.П., Колесников А.И., Федоров М.Н. Энергоаудит объектов коммунального хозяйства и промышленных предприятий: Учеб. пособие. М.: МИКСиС, 1998. 136 с.

Вопросы экономической эффективности энергосбережения: Учеб.-метод. материалы / Под общ. ред. Н.И. Данилова. Екатеринбург: УГТУ, 2000. 37 с.

ГОСТ Р 51379–99. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. М.: Изд-во стандартов, 1999. 45 с.

ГОСТ Р 51380–99. Методы подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности энергопотребляющей продукции их нормативным значениям. М.: Изд-во стандартов, 1999. 74 с.

ГОСТ Р 51387–99. Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. М.: Изд-во стандартов, 1999. 52 с.

ГОСТ Р 51388–99. Информирование потребителей об энергоэффективности изделий бытового и коммунального назначения. М.: Изд-во стандартов, 1999. 32 с.

ГОСТ Р 51541–99. Энергетическая эффективность. Состав показателей. М.: Изд-во стандартов, 1999. 47 с.

Данилов Н.И. и др. Энергосбережение: введение в проблему: Учеб. пособие для учащихся общеобразоват. и сред. проф. учреждений. Екатеринбург: Издат. дом «Сократ», 2001. 208 с.

Данилов Н.И. Энергосбережение – важная составляющая стратегии развития Свердловской области // Энергетика региона. 2003. №4–5. С.6–7.

Данилов Н.И. Энергосбережение – от слов к делу. 2-е изд., испр. и доп. Екатеринбург: РИА «Энерго-Пресс», 2000. 232 с.

Жучков А.С. Автоматизированная система контроля и учета электрической энергии и мощности как средство повышения энергоэффективности производства // Энергетика региона. 2003. №4–5. С.38–39.

Кораблев В.П. Экономия электроэнергии в быту. М.: Энергоиздат, 1987. 97 с.

Куда утекают деньги и здоровье россиян, или Как долго в России будут «носить воду решетом»? // Трубопроводы и экология. 2001. №1. С. 2–4.

Материалы семинара «Теплый дом. Тенденции нового времени» по теме «Системы водоснабжения и водоотведения в зданиях с эффективным использованием энергии». <http://www.buildinform.ru>.

Пособие для организации совместной учебы персонала западных электрических сетей АО «Свердловэнерго» и сотрудников организаций бюджетной и жилищно-коммунальной сфер по эффективному использованию энергии/ Под общ. ред. А.С. Бердина. Екатеринбург: Б.и., 2002. 52 с.

Правила проведения энергетических обследований: [Утв. Минтопэнерго России 25.03.98]. М.: СПО ОРГРЭС, 1998. 57 с.

Правила устройства электроустановок. 6-е изд. М.: Главгосэнергонадзор РФ, 1998. 432 с.

Семенухин С.И., Никитина С.В. Поквартирный учет тепла: Достижения и перспективы // Энергосбережение. 2001. №1. С.58–59.

Типовая инструкция по учету электрической энергии при ее производстве, передаче и распределении. РД 34,09.101–94. М.: СПО ОРГРЭС, 1995. 61 с.

Фролов С. Дизайн – радиаторы. Выбор полотенцесушителя: Проблемы и решения // Строительство и бизнес. 2001. №6. С.8.

Щелоков Я.М. Оптимизация систем отопления // Энергетика региона. 2001. №2. С.25–26.

Щелоков Я.М., Костюнин В.В. О показателях работы бытовых котлов // Пром. энергетика. 2001. №8. С. 23–25.

Содержание

Введение	3
1. ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В РОССИИ.....	8
2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	17
3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ	27
3.1. Задачи, решаемые с помощью АСКУЭ	30
3.2. Эффект от внедрения АСКУЭ.....	30
3.3. Основные технические функции	31
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОЕКТОВ	33
4.1. Критерии эффективности инвестиций.....	33
4.2. Метод чистой дисконтированной стоимости	38
4.3. Дисконтированный срок окупаемости инвестиций (DPP)	40
4.4. Внутренняя норма прибыли инвестиций (IRR).....	40
4.5. Индекс рентабельности инвестиций (PI).....	41
4.6. Срок окупаемости инвестиций (PP).....	42
4.7. Коэффициент эффективности инвестиций (ARR).....	43
4.8. Эффект от инвестиций в энергосбережение.....	44
Заключение	47
Список рекомендуемой литературы	48

Плесняев Евгений Анатольевич
Федорова Светлана Владимировна
Шевелев Максим Михайлович

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Учебное пособие

Редактор Л.И. Кузнецова

Подписано в печать 19.07.04. Формат 60×84/16. Бумага для множ. аппаратов.
Печать плоская. Усл. печ. л. 2,5. Уч. -изд. л. 2,6. Тираж 100 экз. Заказ № 219
Издательство Российского государственного профессионально-педагогического университета. Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11.

Ризограф РГПШУ. Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11.