

**На правах рукописи**

**Ибраева Рушана Маратовна**

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОЕКТОВ**

Специальность  
**08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством  
(промышленность)**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Уфа – 2002



Работа выполнена на кафедре «Экономика и управление производством»  
Уфимского государственного авиационного технического университета

Научный руководитель: доктор экономических наук,  
профессор Гайнанов Д.А.

Официальные оппоненты: доктор экономических наук,  
профессор Карпов В.Г.

кандидат экономических наук, доцент  
Колмаков Л.Г.

Ведущая организация: ОАО «Башкирэнерго»

Защита состоится 17 мая 2002 г. в 14.30 часов на заседании  
регионального диссертационного совета Д 002.198.01 в Уфимском научном  
центре РАН по адресу: 450054, г. Уфа, Проспект Октября, 71.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Уфимского научного  
центра РАН.

Автореферат разослан « 13 » апреля 2002г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор экономических наук



Н.И. Климова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) – ключевой сектор экономики нашей страны. ТЭК обеспечивает надежность и бесперебойность поставок энергоресурсов потребителям и на экспорт, гарантирует России энергетическую независимость и безопасность. Предприятия ТЭК вносят существенный вклад в формирование основных финансово-экономических показателей Российской Федерации. Энергетический сектор обеспечивает до 30% доходов консолидированного бюджета, дает почти 45% валютных поступлений и около 30% объема промышленного производства страны. Не менее значимо и косвенное влияние ТЭК на экономику, проявляющееся через стимулирование развития сопряженных с ним отраслей национального хозяйства.

В то же время, в ТЭК в целом, как и в одной из его важнейших отраслей – в электроэнергетике – существуют серьезные проблемы: выбытие мощностей (по энергосистеме Республики Башкортостан износ основных фондов составляет более 60%), отрицательное воздействие на экологическую обстановку в регионе, снижение рентабельности и рост себестоимости продукции ТЭК, рост энергоемкости производства (энергоемкость ВВП России выше уровня развитых стран в 2,5-3 раза). Все это обуславливает необходимость проведения энергосберегающей политики в регионе. Потенциал энергосбережения как в России, так и в Республике Башкортостан, велик – до половины от сегодняшнего расхода энергии, причем основная часть его сосредоточена в ТЭК и в промышленности.

Использование потенциала энергосбережения зависит от сценария развития экономики: темпы внедрения энергосберегающих мероприятий тем выше, чем быстрее российская экономика волеется в мировое экономическое пространство и произойдет либеризация внутренних цен на энергоносители. При благоприятном варианте развития экономики повышение эффективности использования энергии компенсирует значительную часть возрастающего спроса на продукцию ТЭК.

Одними из наиболее перспективных и осуществимых энергосберегающих мероприятий в электроэнергетике являются реконструкция и модернизация существующих мощностей. Затраты на модернизацию и реконструкцию устаревших электростанций существенно ниже, чем на строительство новых энергообъектов, а часть оборудования может быть эффективно использована в течение достаточно длительного времени, что снижает капитальные затраты при реконструкции и модернизации.

Для тепловых электростанций на газе в качестве высокоэффективных технологий выступают парогазовые установки (ПГУ) и газотурбинные установки (ГТУ).

Кроме перечисленных вариантов реконструкции предприятий электроэнергетики в диссертации предлагается такое перспективное направление, как нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Для Республики Башкортостан, вследствие наличия большого природного потенциала, особенно актуальным и эффективным является использование в

качестве источников энергии малых рек и ветра.

Выбор тех или иных энергосберегающих мероприятий зависит во многом от наличия инвестиционных средств. В условиях недостаточности собственных средств предприятий ТЭК и отсутствия государственного финансирования самым эффективным является путь привлечения коммерческих инвесторов. Быстрая отдача и высокая эффективность энергосберегающих проектов обуславливают инвестиционную привлекательность данной области. Возможность привлечения негосударственных инвесторов для финансирования энергосберегающих проектов в ТЭК Республики Башкортостан подтверждается высокими кредитными рейтингами, присвоенными республике авторитетными международными агентствами.

Чтобы инвестор заинтересовался энергосберегающим проектом, из множества альтернативных вариантов нужно выбрать оптимальный. Оптимальность энергосберегающих мероприятий определяется исходя из следующих рассуждений. Ценность энергосберегающих мер состоит не только в высокой коммерческой и технологической отдаче, но и в сильном положительном влиянии на окружающую среду, социальную обстановку и экономику отрасли и региона в целом. Поэтому при анализе эффективности энергосберегающих мер важно учитывать экологический, организационный, экономический и другие аспекты. Проблема состоит в том, что часто влияние данных аспектов сложно оценить количественно. Для выбора оптимальных энергосберегающих мероприятий из множества альтернативных вариантов необходимо определить комплексную эффективность проекта на основе показателей, выраженных в количественной и качественной форме и имеющих неравнозначное значение для конечной эффективности.

Различные аспекты рассматриваемой проблемы отразили в своих трудах следующие специалисты:

– в области экономической оценки проектов и бизнес-планирования: Лившиц В.Н., Шахназаров А.Г., Идрисов А.Б., Игошин Н.В., Коссов В.В., Шеремет А.Д., Золотогоров В.Г., Смоляк С.А., Фаттахов Р.В., Карпов В.Г., и др.;

– в области многокритериальных оценок и в области оценки эффективности: Ройзман И.А., Соловьев Ю.П., Самков Л.М., Серебряков С.В., Гранберг А., Горелик В.А., Азгальдов Г.Г., Колмаков Л.Г. и др.

Диссертационная работа является дальнейшим развитием существующих подходов и посвящена решению актуальной проблемы оценки эффективности и выбора энергосберегающих мероприятий путем подведения количественных и качественных показателей под единую оценочную базу в соответствии с иерархией их структуры и постановкой задачи исследования.

**Цель диссертационного исследования:** разработка методики комплексной оценки эффективности энергосберегающих мероприятий и прогнозирование энергопотребления и тарифов на электроэнергию для бизнес-планирования в электроэнергетике.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Анализ состояния и перспектив развития электроэнергетики

Республики Башкортостан.

2. Разработка системы частных, обобщенных и комплексного показателей для оценки эффективности энергосберегающих мероприятий в электроэнергетике.

3. Разработка методики оценки комплексной эффективности для выбора оптимального варианта энергосберегающего мероприятия и разработки бизнес-плана реализации этого мероприятия на предприятиях электроэнергетики.

4. Определение прогнозных темпов роста тарифов на электроэнергию в Республике Башкортостан и характера и тенденций спроса на электроэнергию на предприятиях – основных потребителях электроэнергии.

5. Разработка экономико-математической модели выбора оптимальной схемы финансирования энергосберегающего мероприятия.

6. Практическая апробация результатов работы на основе выбора оптимального варианта энергосберегающего мероприятия в электроэнергетике и разработки бизнес-плана.

**Предмет исследования:** эффективность энергосберегающих мероприятий на предприятиях электроэнергетики.

**Объект исследования:** предприятия электроэнергетики Республики Башкортостан.

**Теоретической и методологической основой** исследования послужили материалы и публикации отечественных и зарубежных ученых в области прогнозирования экономических показателей, оценки эффективности энергосбережения, проблем многокритериальной оценки качества и эффективности.

Информационной базой исследования явились материалы аналитических обзоров энергетических рынков, данные Госкомстата РБ и РФ, а также данные о деятельности РАО ЕЭС «России» и ОАО «Башкирэнерго», ставшего полигоном практической апробации полученных в исследовании теоретических и методических положений.

В качестве методической базы исследования использованы методы системного подхода, математико-статистические, расчетно-аналитические методы, теории прогнозирования и др.

**Научную новизну** диссертационной работы составляют следующие результаты, полученные лично соискателем:

1. Разработана методика оценки комплексной эффективности энергосберегающих проектов в электроэнергетике. В основу методики положена иерархическая система частных, обобщенных, комплексного показателей, характеризующих проект по технико-технологической, коммерческой, социальной, экологической, организационной сторонам. В каждом из частных показателей реализуется принцип сопоставления фактических показателей проекта – потенциально возможным аналогичными проектами в данной области, что позволяет определить резервы повышения эффективности. Синтез частных показателей в обобщенные и обобщенных в комплексный происходит на основе минимизации удельных квадратичных отклонений определяемого показателя от показателей нижнего

уровня. Такая оценка, учитывающая не только веса, но и значения показателей, позволяет выбрать наилучший по совокупности показателей вариант энергосберегающего проекта.

2. Построены прогнозные модели для определения уровня энергопотребления и тарифов на электроэнергию. Модель прогнозирования энергопотребления представляет собой гармоническую функцию, учитывающую тренды сезонности и тенденций энергопотребления, влияющие на режимы загрузки оборудования и на эффективность энергосбережения на предприятиях, и отличается настройкой параметров на статистические данные энергопотребления в Республике Башкортостан. Модель прогнозирования тарифов основана на определении коэффициентов прямой регрессионной зависимости тарифов от тенденций мировых цен на энергоносители и отличается возможностью осуществления долгосрочного прогноза.

3. Предложена экономико-математическая модель оптимального планирования потока кредита и выплат по кредиту при реализации энергосберегающего мероприятия, представляющая собой двухкритериальную задачу, максимизирующую одновременно чистый дисконтированный доход предприятия и доход кредитора, решаемую методом последовательных уступок с учетом формальных и неформальных ограничений.

**Практическая ценность** работы заключается в том, что разработанные методики оценки комплексной эффективности энергосберегающих мероприятий и прогнозирования основных показателей электроэнергетики позволяют более точно оценить, сопоставить альтернативные мероприятия и выбрать наиболее эффективные с учетом интересов всех участников.

**Апробация результатов работы.** Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научно-технической конференции «Энергосбережение в сельском хозяйстве» в Москве (2000г.), на республиканских научно-практических конференциях «Ресурсо- и энергосбережение в Республике Башкортостан» (1997г., 1999г.), на Всероссийской научно-практической конференции «Стратегия социально-экономического развития регионов» (2001г.).

Разработанные методики используются в практике бизнес-планирования на предприятиях энергосистемы Республики Башкортостан, а также кафедрой «Экономика и управление производством» УГАТУ в учебном процессе в лабораторных работах по курсам «Разработка управленческих решений», «Оптимизационные задачи в экономике» для специальностей «Государственное и муниципальное управление» и «Менеджмент».

Основные результаты диссертации приняты к внедрению на ТЭЦ-3 г.Уфы и используются при бизнес-планировании на ОАО «Башкирэнерго».

**Публикации.** Основные положения по теме диссертации изложены в 20 опубликованных работах (8 статей, 10 тезисов докладов, 1 методическое пособие, 1 проект бизнес-плана) общим объемом 7,5 п.л.

**Структура и содержание работы.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 161 странице, содержит 28 таблиц, 19 рисунков и 2

приложения. Список литературы включает 166 наименований.

В первой главе «Анализ состояния ТЭК России и Республики Башкортостан и развитие энергосберегающих процессов» раскрыта роль ТЭК в экономике, проанализированы прогнозы развития ТЭК и электроэнергетики как его составной части. Особое внимание уделено проблемам энергосистемы Республики Башкортостан и состоянию ее производственных мощностей. Раскрывается роль и значимость энергосбережения для развития экономики государства, выявляются перспективные направления энергосбережения и потенциал энергосбережения. В качестве перспективного направления энергосбережения рассмотрена возможность развития альтернативной энергетики.

Во второй главе «Методические основы комплексной оценки энергосберегающих проектов» предложена методика оценки комплексной эффективности энергосберегающих проектов на основе всестороннего учета всех аспектов влияния проекта с помощью количественных и качественных показателей и приведения этих показателей к показателю комплексной эффективности.

В третьей главе «Прогнозирование основных показателей энергосберегающих проектов и моделирование схемы их финансирования» предложены методики определения характера и тенденций спроса и цены на электроэнергию в долгосрочной перспективе. Здесь же предложена и обоснована двухкритериальная модель формирования оптимальной схемы получения заемных средств с учетом интересов предприятия-заемщика и кредитора.

В заключении сформулированы основные выводы и рекомендации.

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАБОТЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

### **1. Методика оценки комплексной эффективности энергосберегающих проектов,**

Такие энергосберегающие мероприятия, как наращивание мощностей и техническое перевооружение предприятий ТЭК требуют значительных инвестиций. Для того чтобы они были максимально эффективными, из множества альтернативных взаимоисключающих проектов следует выбрать оптимальный для всех участников: предприятия, инвестора, общества и государства. Исходя из необходимости соответствия критерию эффективности, оценка целесообразности реализации проекта должна основываться на его ценности, полезности, с точки зрения долгосрочных перспектив развития предприятия, отрасли и региона. Поэтому следует использовать не только традиционные показатели эффективности (чистый дисконтированный доход, индекс доходности, внутренняя норма доходности, срок окупаемости), а более широкие показатели, определяющие комплексную оценку эффективности. Более того, расчет традиционных показателей эффективности трудоемок и требует большого объема информации. Поэтому на этапе предварительного отбора оптимального из множества альтернативных вариантов проектов, для

которого затем будет разработан бизнес-план, целесообразно применять сравнительный анализ проектов на базе комплексного показателя эффективности.

Под комплексным результатом понимается совокупность экономических, социальных, технических и других результатов осуществления проектов реконструкции предприятий энергетики, представляющих собой интегрированную оценку достижения количественных и качественных целей проекта.

Технико-технологическая оценка дает ответы на вопросы, насколько проект соответствует современным технологическим требованиям, принятым в индустриально развитых странах, а также требованиям по мощности и техническим параметрам, обусловленными производственной необходимостью. Коммерческие оценки проекта представляют собой систему показателей, отражающих соотношение затрат и результатов его реализации. Социальные оценки характеризуют вклад проекта в улучшение социальной среды, определяются доходами населения, занятостью и др. Экологические оценки отражают уменьшение в результате реализации проекта выбросов и отходов в окружающую среду, выполнение и превышение существующих стандартов в сфере экологии. Организационные оценки отражают возможность реализации проекта в современных организационно-правовых, юридических, политических и общественных условиях.

Оценка эффективности энергосберегающих проектов, предлагаемая в работе, основана на концепции, базирующейся не на отношении эффект/затраты, а на отношении фактического эффекта к потенциально возможному, достигаемому аналогичными проектами в данной области. Т.е., в каждом из показателей оценки эффективности реализуется принцип сопоставления фактического и максимального достигнутого в мире по данному показателю значений. Перспективность такого сравнения подтверждается тем, что в последнее время в теории и практике ведения бизнеса находит широкое применение такое понятие, как «бенчмаркинг», представляющий собой систематическую деятельность, направленную на поиск, оценку и учебу на лучших примерах, независимо от их размера, сферы бизнеса и географического положения.

Формализация решения задачи комплексной оценки эффективности энергосберегающего проекта включает следующие этапы.

1. Построение иерархической структуры для раскрытия понятия эффективности. Структуризация понятий начинается с фокуса-цели «комплексный показатель эффективности проекта» и продолжается по порядку уровней иерархии (рис. 1). Промежуточными уровнями являются обобщенные показатели, по которым группируются частные показатели выгод и затрат и оценивается проект. Объединение частных показателей в группы производится по тем или иным признакам с учетом их взаимосвязи и взаимодействия. Это могут быть показатели, характеризующие отдельные стороны системы в виде функционального, экономического, социального, организационного и других результатов. Частные показатели выгод (затрат) определяются расчетным



путем или экспертно на моделях предметной области.

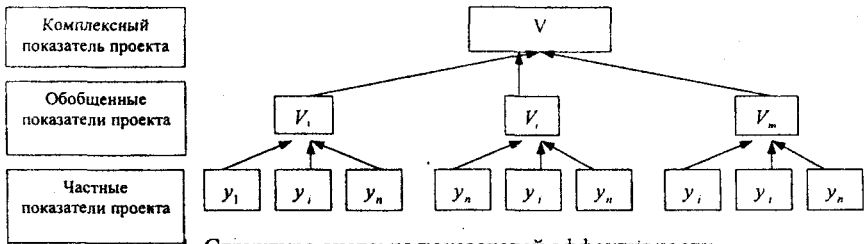


Рис. 1. Структура системы показателей эффективности

2. Оценка частных показателей эффективности проекта. Частный показатель  $y_{ij}$  определяется сравнительной оценкой степени соответствия фактических показателей  $x_{ij}$  базовым  $g_{ij}$ :  $y_{ij} = x_{ij} / g_{ij}$ ,  $i = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, n_i}$  (для показателей выгод) или инверсно:  $y_{ij} = g_{ij} / x_{ij}$ ,  $i = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, n_i}$  для показателей затрат.

3. Синтез локальных оценок и свертывание их в обобщенный вектор приоритетов. Исходными данными являются частные показатели  $y_{ij}$ , их значения связывают в одно целое обобщенные показатели  $V_i$ . При равной значимости показателей в группе в диссертации обосновывается применение обобщенного показателя

$$V_i = n_i / \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^{-1}, \quad i = \overline{1, m}, \quad (1)$$

определяемого из целевой функции

$$F = \min \sum_{j=1}^{n_i} \frac{(y_{ij} - V_i)^2}{y_{ij}}. \quad (2)$$

Полученная оценка обладает высокой чувствительностью к отклонениям значений фактических показателей от базовых, т.е. меньшее значение  $y_{ij}$  оказывает наибольшее влияние на результирующее значение  $V_i$ , тем самым стимулируется улучшение  $y_{ij}$ .

4. Комплексный показатель эффективности проекта  $V$  строится аналогичным образом на основе обобщенных показателей  $V_i$ .

Обобщенные показатели могут иметь неравную значимость для конечной эффективности проекта в целом. Для оценки весов  $\omega_i$  обобщенных показателей могут быть применены экспертные методы или различные процедуры дифференциации. При неравной значимости обобщенных показателей проекта формула (1) может усиливаться весами критериев  $\omega_i$ :

$$V = 1 / \sum_{i=1}^n \frac{\omega_i}{V_i} \quad (3)$$

Определив комплексный показатель эффективности проекта, можно сформировать окончательное решение, руководствуясь критерием  $V \rightarrow \max$ .

В диссертации определены состав и структура комплексного показателя эффективности энергосберегающих мероприятий в энергетике, включающего пять групп показателей выгод и затрат (табл. 1).

Таблица 1

Комплексный показатель эффективности	Обобщенные показатели	Частные показатели
	Технико-технологические показатели	Штатный коэффициент
		Удельный расход топлива
		Сроки строительства и монтажа
		Коэффициент использования площади
		Доступность топлива и необходимых материалов
		Совместимость технологий предприятия и проекта
		Зависимость проекта от климатических условий
		Сложность обслуживания
		Установленная мощность
		КПД оборудования
	Коммерческие показатели	Удельные капиталовложения
		Доля заемного капитала
		Срок окупаемости
		Чистый дисконтированный доход
		Внутренняя норма доходности
		Себестоимость продукции
		Индекс доходности
	Экологические показатели	Удельные выбросы NO <sub>x</sub>
		Удельные выбросы CO
		Удельные сбросы сточных вод
		Затраты на восстановление окружающей среды
		Удельная площадь загрязняемой земли
		Удельные сбросы твердых отходов
	Социальные показатели	Увеличение доходов работников
		Отношение коллектива предприятия к проекту
		Улучшение уровня здоровья работников и населения
		Наличие общественных организаций – противников проекта
		Экономия бюджетных средств на выплату пособий по безработице
		Повышение надежности снабжения электроэнергией
		Улучшение условий труда работников
	Бюджетная эффективность	
Организационные показатели	Наличие административных барьеров	
	Возможность получения налоговых льгот	
	Улучшение инвестиционной привлекательности отрасли	
	Затраты по лоббированию проекта	

Значения частных показателей эффективности альтернатив могут быть известны из технического паспорта проекта, рассчитаны специалистами, или выставлены экспертно.

Методика выбора оптимального проекта на основе комплексной оценки эффективности и структура показателей эффективности апробированы при выборе оптимального из альтернативных проектов реконструкции ТЭЦ-3 г. Уфы: 1) на базе ГТУ НК-37-1 Самарского производства, 2) на базе парогазового модуля V64.3A производства фирмы «Сименс», 3) на базе газотурбинной установки ГТЭ-110 НПО «Машпроект». Были рассчитаны показатели коммерческой эффективности проектов, определены технико-технологические показатели установок на основе тепловых схем, рассчитаны объемы основных выбросов в атмосферу, определены социальные параметры и бюджетная эффективность.

В работе получены значения показателей комплексной эффективности альтернативных проектов реконструкции ТЭЦ и сделан вывод о преимуществе проекта на базе ГТУ НК-37-1. Для данного проекта разработан бизнес-план.

Предложенная методика оценки комплексной эффективности была использована также при выборе типа ветроэнергетической станции для установки в Республике Башкортостан. В современных российских условиях ветроустановка не может конкурировать по прибыльности с традиционными источниками энергии по причине высоких капиталовложений, неразвитости рынка, существенной зависимости от внешней среды. В то же время, ветроустановки имеют высокие конкурентные преимущества по издержкам на производство энергии и обслуживание, по экологическим и социальным показателям.

В работе были рассмотрены три типа установок: зарубежного производства Vestas V-29 и Wind Word W-2920 и российского производства ВЭУ-100. В качестве базового варианта выбрана «идеальная» ветроустановка, представление о которой создано на основе показателей лучших отечественных и зарубежных аналогов: с максимально возможным коэффициентом использования установленной мощности и диапазоном скоростей, с минимальной расчетной скоростью ветра, индексом зависимости от внешней среды, коэффициентом требуемой площади.

Предварительная оценка капиталовложений в ВЭУ может производиться с помощью формулы, в основе которой лежит принцип сопоставления фактических параметров установки с базовыми:

$$K = \left(0,63 \left(\frac{D}{D_b}\right)^2 + 0,11 \left(\frac{N}{N_b}\right)^{0,6} + 0,09 \left(\frac{H}{H_b}\right)^2 + 0,17 \frac{H D}{H_b D_b}\right) * c_b + \Delta K, \quad (4)$$

где  $K$  - капиталовложения в станцию,  $D, N, H$  - диаметр ветроколеса, номинальная мощность, высота башни рассчитываемого агрегата соответственно,  $D_b, N_b, H_b$  - диаметр ветроколеса, номинальная мощность, высота башни базового агрегата соответственно,  $c_b$  - цена базового агрегата,  $\Delta K$  - стоимость строительно-монтажных работ.

В процессе анализа трех альтернативных вариантов установок выявлено, что наиболее оптимальным для энергоснабжения в сложных климатических условиях Республики Башкортостан является оборудование ВЭУ-100. Преимущество методики комплексной оценки также проявляется в том, что в процессе сравнения с «идеальной» установкой формируется информация для отечественных разработчиков ВЭУ о направлениях, в которых следует продолжать исследования.

## **2. Прогнозирование энергопотребления и тарифов на электроэнергию.**

При оценке эффективности энергосбережения необходимо решать задачи прогнозирования основополагающих показателей электроэнергетики – энергопотребления и тарифов.

При изучении характера и тенденций энергопотребления в Республике Башкортостан можно исходить из следующих предпосылок. Основными потребителями электроэнергии являются промышленные предприятия республики, поэтому темпы дальнейшего роста (падения) отпуска электроэнергии напрямую зависят от потребности в электроэнергии на этих предприятиях, что обуславливается планируемым объемом производства. В последние годы удельный расход электроэнергии на предприятиях промышленности республики повышался, что свидетельствует о низкой эффективности использования энергии.

Рассматривая дальнейшую динамику объемов отпуска продукции энергоснабжающими организациями, следует учитывать такой фактор, как активизация энергосберегающей политики в регионе. В диссертационной работе приводятся результаты исследований тенденций энергопотребления в Республике Башкортостан с учетом условий развития экономики и энергосберегающих процессов в регионе. Выявлен потенциал, позволяющий компенсировать темпы роста энергопотребления активизацией энергосберегающих процессов.

Объем энергопотребления на основных промышленных предприятиях – потребителях электроэнергии в Республике Башкортостан с учетом и без учета энергосбережения будет выглядеть следующим образом (рис.2). Потенциал организационно-технологических мер экономии энергоресурсов в промышленности оценивается на уровне 31-33%. Коэффициент, характеризующий потенциал энергосбережения, равен 0,868 млрд.кВт\*ч /год.

Особенностью функционирования региональных предприятий электроэнергетики является неравномерность отпуска электроэнергии, связанная с сезонным характером энергопотребления, и влияющая на режим загрузки производственных мощностей, а следовательно – на динамику показателей деятельности предприятия.

Характер производства и отпуска электроэнергии энергоснабжающими организациями предлагается представить в виде модели:

$$y(t) = a + bt + (a_1 + b_1t)\psi(t) \quad (5)$$

где  $y(t)$  – объем отпускаемой электроэнергии в месяц  $t$ ;  $a$  – среднемесячное энергопотребление в начале исследуемого периода;  $b$  – коэффициент, характеризующий темпы роста (падения) энергопотребления;  $a_1$  – начальное значение амплитуды сезонных колебаний;  $b_1$  – коэффициент, характеризующий тренд;  $t$  – номер месяца,  $1 \leq t \leq N$ ;  $N$  – количество месяцев исследуемого периода;  $\psi(t)$  – периодическая функция, удовлетворяющая условию  $-1 \leq \psi(t) \leq 1$ .



Рис.2. Тенденции энергопотребления в РБ

Значения коэффициентов и функций в формуле (5) вычисляются на основе статистических данных. В качестве периодической функции может быть использована синусоидальная функция  $\psi(t)$  вида

$$\psi(t) = \sin\left(\pi \frac{t-A}{6}\right), \quad (6)$$

где  $A$  – параметр, определяющий фазу колебаний.

Исследование динамики производства и отпуска электроэнергии основным промышленным потребителям Республики Башкортостан проводилось на основе статистических данных подразделения ОАО «Башкирэнерго» ТЭЦ № 3 г. Уфы (рис. 3). Получена следующая формула отпуска электроэнергии для ТЭЦ-3:

$$y(t) = 895t + 23250 * \sin\left(\pi \frac{t-A}{6}\right) + 28742 \quad (7)$$

Параметр  $b$ , характеризующий темпы роста энергопотребления, равен 0,895 млрд.кВт\*ч/год. Можно принять, что он практически полностью компенсируется потенциалом энергосбережения, равным 0,868 млрд.кВт\*ч/год.

Средняя ошибка аппроксимации функции равна 14,9 %. Таким образом, можно говорить о приемлемости данной функции и возможности применения ее для определения уровня энергопотребления, влияющего на эффективность проекта в целом, в любой момент времени.

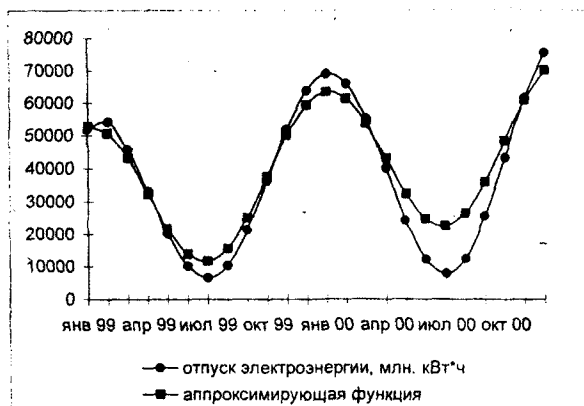


Рис. 3. Отпуск электроэнергии на ТЭС-3 в 1999-2000 г.г.

При прогнозировании тарифов на электроэнергию сложность заключается в том, чтобы оценить поведение тарифов в долгосрочной перспективе. В условиях политической и экономической нестабильности России давать какие-либо долгосрочные прогнозы крайне затруднительно. Однако существуют объективные закономерности, по которым меняется цена на таком неконкурентном рынке, как электроэнергетика.

Говоря о тарифах, следует рассматривать это понятие комплексно. С одной стороны, тариф является источником возврата инвестиционных средств и основным инструментом привлечения инвестиций в энергетику. С другой стороны, уровень тарифов определяет возможные сценарии энергопотребления и воздействует на спрос на энергоресурсы, что, в свою очередь, определяет необходимость наращивания производственных мощностей энергетики, т.е. – потребность в инвестициях. В то же время, на сам тариф воздействуют мировые цены на энергоносители и политика государственного регулирования.

В работе предложена следующая методика прогнозирования тарифов на длительный срок. На основе выявленной корреляционной зависимости индексов цен на топливо и тарифов на электроэнергию по прошлым годам составляется уравнение парной регрессии для соответствующих кривых. Используя прогнозные значения цен на энергоносители, предоставленные авторитетными экспертами (Институт энергетических исследований (г. Москва), Организация экономического сотрудничества и развития), с помощью уравнения регрессии вычисляется тренд для тарифов на электроэнергию на будущие периоды.

С помощью предложенной методики получены следующие результаты. На основании данных 1992-2000 годов по ценам на энергоносители и на электроэнергию в Республике Башкортостан (рис. 4) найдено уравнение парной регрессии темпов изменения цен на продукцию электроэнергетики ( $y$ ) и темпов изменения цен энергоносителей ( $x$ ). Уравнение имеет следующий вид:

$$y = 0,094 * x + 1,013 \quad (8)$$

Средняя ошибка аппроксимации равна 6,087%, что свидетельствует о приемлемости уравнения регрессии.

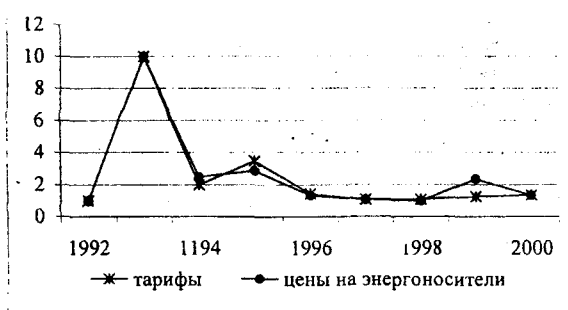


Рис. 4. Динамика изменения цен на энергоносители и тарифов до 2000 г.

Рассчитав тренд для тарифов на электроэнергию (совокупность у) (рис.5), можно найти абсолютные значения тарифа для энергосистемы РБ. Как можно видеть, после 2000 г. рост тарифов сохранится, что связано с либеризацией рынка. Затем прогнозируется замедление роста тарифов и постепенная их стабилизация к 2015 г., когда они выйдут на мировой уровень. На основании этого тренда строится график прогнозных значений тарифов на электроэнергию на будущие годы.

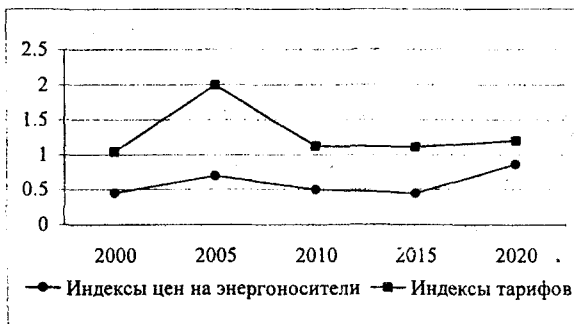


Рис. 5. Динамика изменения цен на энергоносители и тарифов после 2000 г.

В расчетах предполагалось, что начальный уровень среднего тарифа соответствует уровню энергосистемы Башкортостана 2000 г. и равен 0,015 дол./кВт\*ч. Согласно прогнозу, составленному с помощью предложенной методики, к 2020 г. средний тариф может достигнуть 0,05 дол./кВт\*ч.

### 3. Экономико-математическая модель оптимального планирования потока кредита и выплат по кредиту.

Для реализации энергосберегающих мероприятий необходимо определить источник и схему их финансирования. При нехватке собственных средств основным и реальным источником финансирования является

банковский кредит.

Формирование оптимальной схемы кредитования может осуществляться с позиции каждого из участников системы банк-предприятие моделированием финансовых потоков между ними.

При решении задачи с позиции предприятия в качестве целевой функции предлагается чистый дисконтированный доход от реализации энергосберегающего проекта:

$$ЧДД = \sum_{i=0}^T (P_i - Z_i) * \frac{1}{(1+E)^i} \quad (9)$$

где  $P_i$  – результаты, достигаемые на  $i$ -ом шаге расчета;

$Z_i$  – затраты, осуществляемые на том же шаге;

$E$  – норма дисконта;

$T$  – горизонт расчета.

Однако, при такой схеме кредитования не учитываются интересы банка, заключающиеся в получении максимального дохода от кредита и соблюдении удобных в организационном плане процедур выдачи кредита.

Для решения задачи с точки зрения банка в качестве целевой функции предлагается использовать доход банка от выдаваемого кредита, рассчитываемый как наращенная за период  $j=1..N$  сумма.

$$Q = \sum_{j=1}^N u'_j * [1 + \frac{\eta}{12} (N - j)] \rightarrow \max, \quad (10)$$

где  $j = 1..N$  – срок кредита, в месяцах,  $N \in 1..T$ ;

$\eta$  – годовая ставка процента;

$u'_j$  – поток кредита в  $j$ -ый месяц.

С целью согласования интересов банка и предприятия необходимо рассматривать задачу как двухкритериальную:

$$\begin{cases} ЧДД \rightarrow \max \\ Q \rightarrow \max \end{cases}$$

Ограничением при решении данной задачи выступает система из трех взаимосвязанных уравнений, определяющих выручку предприятия (а), суммарный поток кредита и выплат (б), доход банка (в).

$$w_{i+1} = w_i - \lambda w_i + \mu u_i; \quad (а)$$

$$G_{i+1} = G_i + y_i; \quad (б)$$

$$Q_{i+1} = Q_i + \eta G_i - y_i. \quad (в)$$

где  $w_i$  – выручка предприятия в год  $i$ ,  $\mu$  – доля увеличения выручки предприятия в год  $i$  благодаря инвестициям,  $\lambda$  – доля снижения выручка предприятия в год  $i$  из-за выбытия основных средств,  $u_i$  – поток инвестиций в год  $i$ ,  $y_i = u'_i - h_i$  – поток кредита и выплат по кредиту в год  $i$ .

Задача решается относительно переменных  $u'_i$  – поток кредита и  $h_i$  – поток выплат при ограничениях на минимально допустимый доход банка  $Q_{\min}: Q \geq Q_{\min}$ .



Таким образом, моделируя возможности изменения ставки банковского процента, графиков возврата кредитов и выплаты процентов и других видов взаимодействия предприятия и банка, еще на ранней стадии получения кредита можно выявить ориентировочную картину изменения дохода предприятия при том или ином варианте энергосберегающего мероприятия. Процесс моделирования осуществляется с учетом ограничений на начальные и граничные значения переменных.

Предложенная модель апробирована при выборе оптимальной схемы получения кредита для реализации проекта реконструкции ТЭЦ. В работе рассмотрены три ситуации, связанные с получением кредита: с точки зрения предприятия, банка и компромиссный вариант.

При решении задачи с точки зрения предприятия-заемщика (вариант 1) в качестве наиболее эффективной выбрана схема, при которой кредитные средства выплачиваются кредитором по мере возникновения необходимости в них у заемщика, а выплаты основного долга и процентов кредитору происходят равномерно. Т.е. заемщик получает средства в тот период, когда в них нуждается и по мере покрытия дефицита своих оборотных средств тут же возвращает кредит банку. ЧДД предприятия при этом максимальный.

При решении задачи с точки зрения банка (вариант 2) была определена схема кредитования, при которой вся сумма кредита выбирается заемщиком в самом начале кредитного срока, а выплата основного долга осуществляется в конце срока. Проценты выплачиваются раз в шесть месяцев с момента получения кредита. Доход банка при этом максимальный. Такая схема кредита обуславливает низкую эффективность проекта для заемщика и нулевой кэш-фло в момент выплаты основного долга по кредиту.

В качестве оптимальной выбрана такая схема кредитования (вариант 3), при которой проект является достаточно эффективным для заемщика, доход банка выше минимально допустимого, и банк получает удобства при распределении кредитных средств, выдавая их равномерно сопоставимыми частями.

Выбранная схема кредитования была применена в расчете бизнес-плана реконструкции ТЭЦ на базе установки ГТУ НК-37-1. Результаты расчета финансовой части бизнес-плана при различных схемах получения заемных средств показаны в таб. 2 и на рис. 6. Как можно видеть, проект является высоко эффективным и реализуемым.

Таблица 2

Показатели	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Чистый дисконтированный доход, тыс. дол.	10615	9335	10133
Внутренняя норма доходности, %	23,34	21,4	22,43
Индекс доходности	2,06	1,94	1,95
Срок окупаемости, лет	5,25	6,5	6
Доход банка, тыс. дол.	1402	5703	3357

С целью определения степени влияния варьируемых факторов на финансовый результат проекта проведен анализ чувствительности. В качестве

изменяемых факторов рассматривались тарифы на электроэнергию и варианты получения кредитных средств (рис.6).

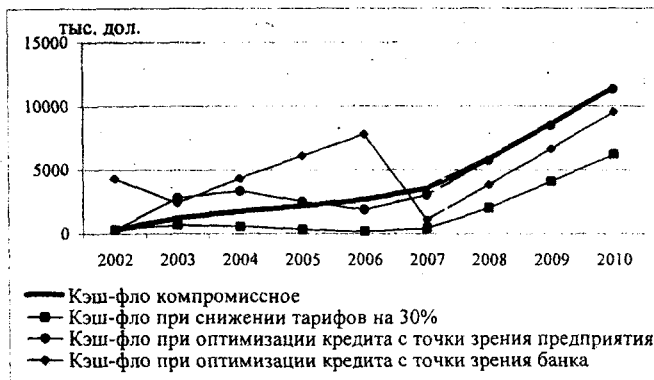


Рис. 6. Кэш-фло проекта и анализ устойчивости

Анализ чувствительности показал, что проект становится неэффективным при снижении тарифов на 30%, что является нереальным условием, поскольку снижение тарифов в свете предстоящей либерализации рынка не прогнозируется. Т.е., в диапазоне изменений прогнозных значений тарифа до -30% проект остается достаточно эффективным.

Также высокая степень устойчивости проекта продемонстрирована на примере графиков получения и возврата кредитных средств. Показатели эффективности проекта остаются приемлемыми при любых вариантах получения кредита.

Практическая апробация результатов исследований показывает жизнеспособность предлагаемых в работе методик.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Проведенные исследования проблем топливно-энергетического комплекса и электроэнергетики в Республике Башкортостан, а также проблем оценки эффективности энергосберегающих мероприятий в электроэнергетике позволили сделать следующие выводы.

1. Предложена методика оценки комплексной эффективности энергосберегающих проектов, основанная на измерении степени соответствия фактических показателей проекта потенциально возможным показателям. В качестве потенциально возможных принимаются максимальные показатели, достигаемые в данной области аналогичными проектами, при этом рассматриваются технико-технологическая, экономическая, социальная, экологическая, организационная стороны влияния проекта. Такой подход позволяет учитывать влияние разнородных факторов на эффективность проекта в целом, выявить резервы повышения эффективности проекта и выбрать для реализации энергосберегающее мероприятие, не ограничиваясь рамками

неоптимальных показателей, как это происходит при сравнении проектов между собой или с одним из лучших проектов.

В рамках методики обоснован и дополнен количественный и качественный состав и предложена структура показателя комплексной эффективности энергосберегающего проекта в электроэнергетике. Предлагается рассматривать показатель комплексной эффективности как иерархическую структуру, на первом уровне которой находятся частные показатели выгод и затрат, выраженные через отношения фактических показателей проекта к системе базовых показателей, выявляющих потенциальные возможности системы. На следующем уровне - обобщенные показатели, сформированные по степени однородности в группы согласно критериям оценки проекта. Синтез частных показателей в обобщенные и обобщенных в комплексный происходит на основе минимизации удельных квадратичных отклонений определяемого показателя от показателей нижнего уровня. Такая оценка является более чувствительной к диспропорциям и ставит показатели с высокими и низкими значениями в неравное положение при комплексной оценке эффективности, стимулирует улучшение показателей с низкими значениями. Показатель комплексной эффективности представляет собой вершину иерархии. При неравной значимости показателей их свертка производится с учетом их весов.

2. Выявлены особенности и тенденции энергопотребления в Республике Башкортостан, заключающиеся в возможности компенсации темпов прироста энергопотребления повышением эффективности использования энергии, и оценен потенциал энергосбережения в промышленности региона, при условии ее развития по вероятному сценарию, составляющий порядка 30% от энергопотребления. На основе проведенных исследований, а также сезонности характера энергопотребления предложена модель, позволяющая прогнозировать уровень энергопотребления предприятиями – основными потребителями ТЭЦ Республики Башкортостан, влияющий на режимы загрузки оборудования ТЭЦ и на эффективность энергосбережения в электроэнергетике.

Определены коэффициенты прямой корреляционной зависимости между темпами роста цен на энергоносители и тарифами на электроэнергию в Республике Башкортостан. Осуществлен долгосрочный прогноз темпов роста тарифов в республике на основе прогнозных данных о тенденциях мировых цен на энергоносители.

3. Предложена экономико-математическая модель оптимального планирования потока кредита и выплат по кредиту при реализации энергосберегающих мероприятий, представляющая собой двухкритериальную задачу, максимизирующую одновременно чистый дисконтированный доход предприятия, на котором реализуются мероприятия, и доход кредитора от начисленных за кредит процентов. Путем взаимных уступок банка и предприятия определен такой график получения и возврата кредитных средств, при котором выполняются следующие условия: предприятие получает достаточный доход от внедрения энергосберегающих мер, доход банка выше минимально допустимого, соблюдены удобные в организационном плане

процедуры выдачи кредита.

4. На основе разработанных методик определен оптимальный проект реконструкции ТЭЦ и разработан бизнес-план реализации этого проекта, в том числе оптимизирована схема получения и возврата кредита в банке. Также проведен выбор и расчет оптимального варианта ветроэнергетической установки для использования в отдаленных районах Республики Башкортостан и предложены мероприятия по продвижению данного проекта.

**По результатам исследований были опубликованы следующие материалы:**

1. Ибраева Р.М. Методологические основы управления преобразованиями в энергетической отрасли на уровне региона / Стратегия социально-экономического развития регионов. Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции - Уфа: Гилем, 2001, с.93-94

2. Гайнанов Д.А., Ибраева Р.М. Модель управления кредитом // Проблемы экономики, финансов и управление производством: Сборник научных трудов вузов России. Выпуск 7.– Иваново: Ивановский государственный химико-технологический институт, 2001. – с. 36-39.

3. Ибраева Р.М., Гайнанова Л.Д., Ибрагимов Е.С. Методика прогнозирования энергопотребления в рамках оценки эффективности инвестиций в энергетике // Проблемы экономики, финансов и управление производством: Сборник научных трудов вузов России. Выпуск 7.– Иваново: Ивановский государственный химико-технологический институт, 2001. – с. 39-42.

4. Ибраева Р.М. Применение метода анализа иерархий для оценки эффективности сложных инвестиционных проектов // Системный анализ в проектировании и управлении: Труды международной научно-практической конференции – СПб.: Издательство СПбГТУ, 2001. – с. 251-252.

5. Ибраева Р.М. Оценка инвестиций в инновационные проекты в условиях ценовой неопределенности // XXVII Гагаринские чтения: Тезисы докладов Международной молодежной научной конференции. -М.: Изд-во «Латмэс», 2001. – Т. 1-с. 142-143.

6. Гайнанов Д.А., Ибраева Р.М. Технологии аналитического моделирования в решении экономических задач.–Уфа: УГАТУ,2001.-75 с.

7. Бизнес-план реконструкции Уфимской ТЭЦ-3 на базе ГТУ НК-37-1. Номер государственной регистрации 01200119949, Инвентарный № 2200109236. – М.: ВНИИЦ, 2001.

8. Ибраева Р.М. Стратифицированная модель управления потенциалом энергосбережения в регионе / Актуальные вопросы управления экономическими системами. Межвузовский научный сборник. – Уфа: УГАТУ, 2000. – с. 24-29.

9. Гайнанов Д.А., Валеев Д.М., Ибраева Р.М. Управление энергосбережением на региональном уровне // Проблемы экономики, финансов и управление производством. Сборник научных трудов вузов России. Выпуск 4. Ивановский государственный химико-технологический институт, 2000.- с. 147-

10. Гайнанов Д.А., Ибраева Р.М. Рисковое управление в ходе реализации энергосберегающей политики на предприятии // Проблемы экономики, финансов и управление производством: Сборник научных трудов вузов России. Выпуск 4. Ивановский государственный химико-технологический институт, 2000.- с. 290-293.

11. Ибраева Р.М. Энергосбережение как один из факторов подъема производства // Сборник научных трудов (межвузовский). Экономика, организация, управление. (под ред. Н.П. Носова, В.В. Груздова).- М.: Московск. гос. индустр. ун-т, 2000. – Т. 2-с. 19-20.

12. Ибраева Р.М. Внедрение энергосберегающих мер на производстве с целью повышения конкурентоспособности российских товаров промышленного назначения // XXVI Гагаринские чтения: Тезисы докладов Международной молодежной научной конференции. -М.: Изд-во «Латмэс», 2000. – Т. 1.-с. 99-100.

13. Ибраева Р.М. Венчурные инвестиции в энергетические инновации // Материалы XXXVIII Международной научно-студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс».- Новосибирск: Новосиб. ун-т, 2000.- с.59-61.

14. Гайнанов Д.А., Ибраева Р.М. Финансовые аспекты внедрения установок малой энергетики в народном хозяйстве // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Тез. докл. Шестой Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов.– М.: Изд-во Московск. энергетич. ин-та, 2000. - Т. 3-с. 61

15. Ибраева Р.М. Использование энергии ветра в энергоснабжении отдаленных хозяйственных объектов // Энергосбережение в сельском хозяйстве: Труды 2-й Международной научно-технической конференции. –М.: ВИЭСХ, 2000.- Ч. 2-с.443-448.

16. Ибраева Р.М. Реализация политики энергосбережения как один из факторов повышения конкурентоспособности товаропроизводителей региона // Международная научно-практическая конференция «Организационные и экономические проблемы становления конкурентоспособности производства»: Материалы конференции. - Воронеж, 1999г. – Т. 2-с. 74-75.

17. Еникеев Г.Г., Ибраева Р.М., Сариев Р.Р. Экономическая целесообразность использования ветроэнергетических ресурсов в Республике Башкортостан. // Энергосбережение в Республике Башкортостан: Материалы второй научно-практической республиканской конференции. Ч. 1.-Уфа: УГАТУ, 1999. – с. 67-70.

18. Гайнанов Д.А. Ибраева Р.М. Энергосберегающая политика и финансовые механизмы ее реализации. // Проблемы стабилизации экономики: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза, 1999.- с. 98-100.

19. Ибраева Р.М. Стратегия продвижения ветродизельных электростанций. // Материалы XXXVI Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс» Ч. 1.-Новосибирск:

Новосиб. ун-т, 1998.- с. 49-51.

20. Еникеев Г.Г., Ибраева Р.М. О роли возобновляемых источников энергии в развитии стран Европейского союза. // Ресурсо- и энергосбережение в Республике Башкортостан: проблемы и задачи: Труды первой научно-практической республиканской конференции. Ч. 1. – Уфа: Изд-во Башкирск. гос. ун-та, 1997. – с. 126-129.