

*На правах рукописи*

**Гатауллина Ляйсянь Фейзрахмановна**

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НА  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Специальность 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством  
(Экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами:  
промышленность)

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Нижний Новгород

2009

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»

Научный руководитель: кандидат экономических наук, профессор  
**Лебедев Юрий Александрович**

Официальные оппоненты: заслуженный деятель науки РФ,  
доктор технических наук, профессор  
**Юрлов Феликс Федорович**

кандидат экономических наук  
**Вазьянский Альберт Мерзадзянович**

Ведущая организация: ГОУ ВПО «Волжский государственный  
инженерно-педагогический университет»

Защита состоится 26 ноября 2009 года в 12 часов на заседании  
диссертационного совета Д 212.166.03 при ГОУ ВПО «Нижегородский  
государственный университет им. Н.И. Лобачевского» по адресу: 603000, г.  
Нижний Новгород, ул. Большая Покровская, д.60, ауд. 512

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО  
«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского».

Электронная версия автореферата размещена на сайте <http://www.unn.ru>

Автореферат разослан \_\_ октября 2009 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Ю.А. Лебедев

## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Энергоемкость российской экономики существенно выше соответствующих показателей многих зарубежных стран. Высокая энергоемкость экономики оказывает негативное воздействие на развитие хозяйствующих субъектов России. Кроме того, она снижет конкурентоспособность товаропроизводителей; требует дополнительных финансовых затрат (включая инвестиционные) на энергообеспечение страны; обуславливает наличие значительного объема выбросов вредных веществ в окружающую природную среду; увеличивает расходование невозобновляемых природных топливных ресурсов, особенно углеводородов.

В настоящее время в экономике Нижегородской области также отмечается высокая энергоемкость производства, которая превышает среднюю по России в 1,6 раза. Это определяется, прежде всего, преобладанием в области энергоемких производств (металлургическая промышленность, химическая промышленность, машиностроение, промышленность строительных материалов), но также неудовлетворительной системой функционирования обеспечения и использования в промышленности топливно-энергетических ресурсов. Энергетические затраты в себестоимости продукции в среднем по промышленности области составляют 11,3%. Даже незначительная экономия топливно-энергетических ресурсов приводит к существенному увеличению эффективности производства.

Все вышесказанное предопределило цели и задачи диссертационного исследования, его логику и структуру.

**Степень разработанности проблемы.** Проблемам энергосбережения посвящено немало работ отечественных и зарубежных экономистов. Среди основных из них можно выделить работы В.В. Башмакова, П.П. Безруких, В.В. Бушуева, В.С. Дубовика, П.Ш. Карачунского, Е.В. Мных, В.В. Неженцева, В.Б. Низимова, Б.В. Папкина, В.М. Проскурякова, Р.И. Самуйлявичюса, А.М. Фалькова, Е.Д. Хмельницкого, М.Х. Чоджоя и других, а также диссертационные работы российских исследователей.

Вопросам, связанным с изучением показателя энергоемкости продукции, посвятили свои работы многие отечественные экономисты: Д.Т. Аксенов, И.И. Грачев, А.Я. Дзевенецкий, А.Н. Захаров, Г.Я. Киперман, В. Павлов, И. Пашко, В.И. Печников, А.М. Поляк, В.И. Рушук, А.Х. Сальников, А. Спектор, О.В. Стрельников, В.С. Тихомиров, Д.Н. Шишлов.

Исследования экономистов внесли значительный вклад в изменение подходов к постановке проблемы энергосбережения, изучению проблем формирования и использования

потенциала энергосбережения, анализу эффективности использования топливно-энергетических ресурсов. В тоже время имеется существенный пробел в исследовании показателя энергоемкости, его измерения, факторного анализа. В данной диссертации рассмотрены эти вопросы.

Целью диссертационной работы является разработка научно обоснованных подходов и рекомендаций, направленных на снижение энергоемкости в литейном производстве машиностроительных заводов.

Для реализации поставленной цели предполагается решить следующие задачи:

- выявить тенденции использования топливно-энергетических ресурсов промышленных предприятий;
- определить сущность и содержание организационно-экономического обеспечения снижения энергоемкости производства на машиностроительных предприятиях;
- уточнить методику определения энергоемкости производства;
- выявить значимость различных факторов, влияющих на энергоемкость литейного производства.

**Предметом исследования** является совокупность теоретических, методических и практических положений, определяющих формирование организационно-экономического обеспечения снижения энергоемкости производства на машиностроительных предприятиях.

**Объектом проводимого исследования** являются литейные производства ОАО «ГАЗ» и ОАО «Завод «Красное Сормово».

**Теоретической и методологической основой** исследования послужили нормативно-правовые документы Российской Федерации, теоретические разработки отечественных и зарубежных ученых по теории управления энергосбережением, энергопотреблением; статистические материалы Госкомстата РФ, Комитета статистики Нижегородской области, Министерства развития промышленности по Нижегородской области и материалы по отдельным промышленным предприятиям Нижегородской области.

В основу исследования положены общенаучные методы и приемы: экономико-математические методы, методы количественного и качественного анализа, статистического анализа, графические методы обработки данных.

Диссертация выполнена в соответствии с пунктом 15.20. Паспорта специальности «Состояние и перспективы развития отраслей топливно-энергетического, машиностроительного, металлургического комплексов» (специальность 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (Экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами: промышленность)).

**Научная новизна** диссертационной работы состоит в следующем:

- выявлены сущность и содержание организационно-экономического обеспечения снижения энергоемкости производства на промышленных предприятиях. Организационно-экономическое обеспечение снижения энергоемкости производства представляет собой совокупность основных элементов: совершенствование организационной структуры энергетического хозяйства машиностроительного предприятия, лимитирование, нормирование, планирование, учет, энергоаудит, стимулирование и обучение персонала;
- уточнена методика определения энергоемкости производства, позволяющая учитывать все виды затрат топливно-энергетических ресурсов, включая затраты топливно-энергетических ресурсов на непроизводственные нужды. В качестве базы расчета данного показателя принимается валовая продукция, так как учитывает все затраты на производство продукции, включая незавершенное производство и полуфабрикаты;
- предложена методика определения влияния технико-экономических факторов на снижение энергоемкости производства;
- построена регрессионная модель зависимости энергоемкости литейного производства от объема выпуска продукции. Данная модель показала, что при достижении определенных объемов производства энергоемкость имеет разную тенденцию в сторону повышения или понижения;
- выявлена математическая зависимость энергоемкости производства от постоянной и переменной составляющих затрат топливно-энергетических ресурсов. Увеличение выпуска продукции приводит к уменьшению доли постоянных затрат, приходящихся на единицу продукции, и, следовательно, ведет к снижению энергоемкости производства. При этом, чем выше доля постоянных расходов, тем более резко снижается энергоемкость с ростом масштабов производства.

**Теоретическая значимость** работы определяется актуальностью темы, своевременностью постановки проблем и задач, реализуемых в данной работе.

**Практическая значимость** диссертационного исследования. Рекомендации и методические положения, разработанные автором, прошли апробацию в литейных производствах ОАО «ГАЗ», ОАО «Завод «Красное Сормово».

Научные рекомендации и положения по организационно-экономическому обеспечению снижения энергоемкости производства способствуют эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов в процессе производства.

Основные результаты и положения работы могут быть использованы предприятиями машиностроения в качестве практического руководства.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения работы докладывались на международных и региональных научно-практических конференциях: «Социально-экономическое развитие России: проблемы и перспективы» (Н.Новгород 2009), «Государственное регулирование экономики. Региональный аспект» (Н.Новгород 2009).

**Публикации.** Результаты исследования отражены в 11 научных публикациях, общим объемом 2,8 п.л. (авторский вклад 2,5 п.л.), в том числе в ведущих рецензируемых изданиях («Вестник АКСОР», «Экономический анализ: теория и практика»).

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка из 151 наименования, содержит 175 страниц машинописного текста, 25 таблиц, 21 рисунок и приложения.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации, определены цель и задачи исследования, сформулирована научная новизна, отражена его практическая значимость.

В **первой главе** «Проблемы современной энергетики и обрабатывающих производств России» определено место топливно-энергетических ресурсов в системе производительных сил промышленного предприятия. Существует несколько точек зрения о месте топливно-энергетических ресурсов в системе производительных сил. Одни ученые рассматривают их как средства труда, другие как промежуточную группу между предметами труда и средствами труда, третьи – как предметы труда. Топливо-энергетические ресурсы являются составной частью материальных ресурсов, используемых для производства продукции на промышленном предприятии, то есть, наряду с сырьем и основными материалами, вспомогательными материалами, полуфабрикатами они в совокупности составляют материальные ресурсы предприятия. Так как материальные ресурсы в процессе производства выступают в качестве предметов труда, соответственно и топливно-энергетические ресурсы также будут являться предметами труда и должны включаться в состав материальных затрат.

Также в данной главе выявлены причины высокой энергоемкости в отечественной экономике. Основными причинами высокой энергоемкости ВВП в стране являются: преобладание высокоэнергоемких отраслей (около 62% общего производства продукции); недостаток инвестиций в обновление основных фондов промышленности, вследствие этого ускоренный их физический износ и ухудшение энергопотребляющих характеристик; потребление электроэнергии в теневом секторе экономики, продукция которого не включается в ВВП страны. Зачастую проблему высокой энергоемкости в нашей стране принято объяснять климатическими особенностями территории, требующими сверхзатрат на

обогрев и свет. Однако в большинстве "северных экономик" (Канада, Финляндия, Швеция, Норвегия) уровень энергоемкости ниже российского.

Энергоемкость ВВП по прогнозам в 2020 году снизится в среднем на 40% за счет следующих факторов: снижение обуславливают энергосбережением при производстве электроэнергии на (17%); энергосбережением при производстве продукции на (23%); энергосбережением при производстве, передаче и распределении тепловой энергии на (23%) и за счет снижения непроизводительных энергопотерь (37%).

Таким образом, решающее значение для снижения энергоемкости имеют внутрипроизводственные факторы – энергосбережение при производстве продукции и снижение непроизводственных потерь. Эти факторы рассмотрены в дальнейшем.

Во **второй главе** «Исследование энергоемкости литейного производства на машиностроительных предприятиях» автором проведен анализ потребления топливно-энергетических ресурсов в литейных производствах ОАО «ГАЗ» и ОАО «Завод «Красное Сормово», выявлены сущность и содержание показателя энергоемкости, определены технико-экономические факторы, влияющие на энергоемкость производства.

Литейное производство в России является основной заготовительной базой машиностроения. Только методами литья можно получить сложные по конфигурации и геометрии заготовки с внутренними полостями из черных и цветных сплавов с высоким коэффициентом использования металла. На машиностроительных предприятиях имеется около 1000 литейных цехов и производств, которые потребляют от 20 до 40% топливно-энергетических ресурсов предприятий.

В настоящее время существуют различные точки зрения по расчету показателя энергоемкости производства. При этом отсутствует единая методика расчета этого показателя, что приводит к несопоставимости результатов. В диссертации энергоемкость рассчитывается как частное от деления затрат топливно-энергетических ресурсов (включая все виды затрат, в том числе на непроизводственные нужды) к объему выпуска валовой продукции.

Изготовление отливок является энергоемким производством. Анализ показал, что энергетические расходы в структуре себестоимости продукции литейного производства ОАО «ГАЗ» занимают третье место и составляют 12.7% после материалов – 49.8% и заработной платы с отчислениями – 20.5%. Все энергетические процессы в литейном производстве разделяются на силовые, тепловые, электрохимические, электрофизические и освещение. Большинство из них осуществляется с помощью разных энергоносителей, основными из которых являются электроэнергия, теплоэнергия, сжатый воздух, природный газ.

Если рассмотреть общую структуру потребления топливно-энергетических ресурсов за десять месяцев 2008 года в литейном производстве ОАО «ГАЗ» (рис. 1), то можно увидеть, что наибольшую долю занимают затраты на электроэнергию (56%) и теплоэнергию (22%). Более 40% расходов приходится на затраты электроэнергии на технологию и около 13% на производственные нужды. Около 70% электроэнергии расходуется на плавку и около 30% на силовые установки (рис. 2).

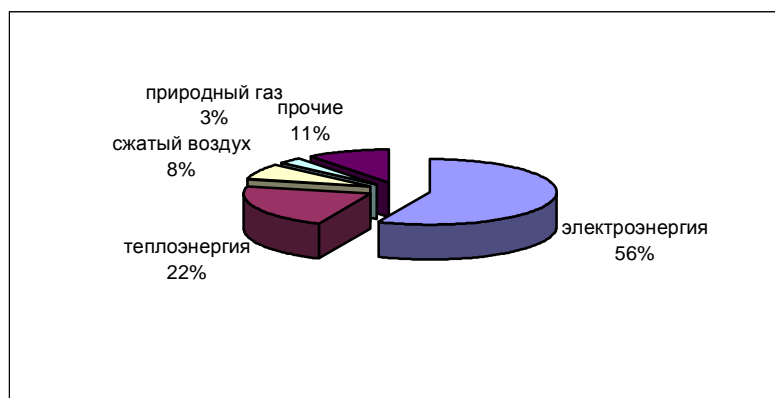


Рис. 1. Структура затрат топливно-энергетических ресурсов в литейном производстве ОАО «ГАЗ»

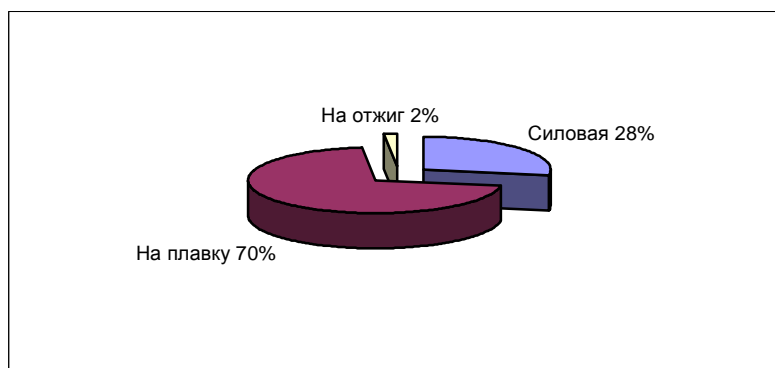


Рис. 2. Структура затрат электроэнергии на технологические цели

Анализ энергоемкости литейного производства выявил основные направления снижения этого показателя. Такими являются:

- изменение технологии плавки и формовки;
- замена материала отливок и оборудования;
- эффект масштаба производства;
- повышение уровня ритмичности.



В энергоемких производствах, таких как литейное производство, очень значимым являются энергозатраты на подготовительно-заключительные работы, такие как:

- нагрев печей;
- расплавление шихты;
- поддержание температуры жидкого металла при отсутствии разливки его по формам.

Если на предприятии осуществляется ритмичное производство, то негативное воздействие данных технологических моментов снижается.

Результаты технологических новшеств отразились на динамике затрат топливно-энергетических ресурсов в литейном производстве ОАО «ГАЗ» (рис. 3, 4, 5, 6).

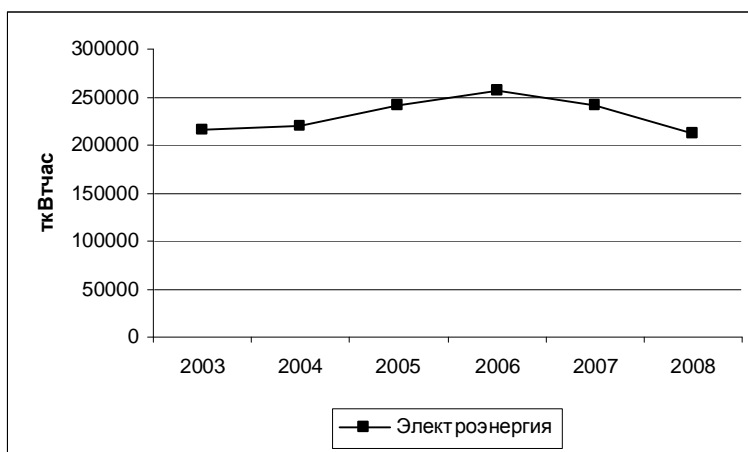


Рис. 3. Затраты на электроэнергию в литейном производстве

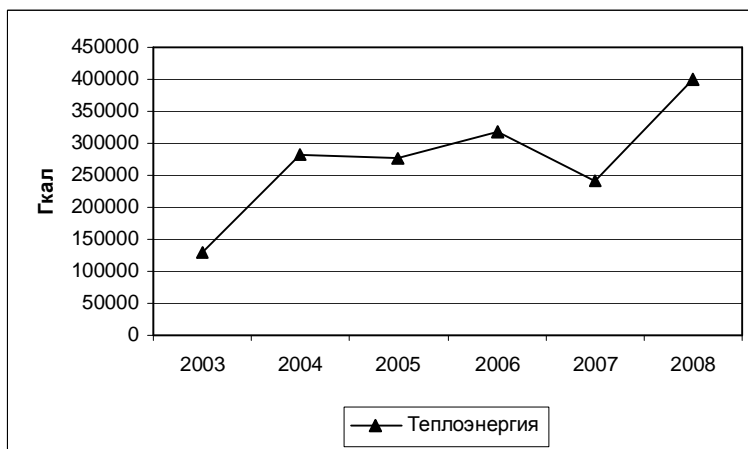


Рис. 4. Затраты на теплоэнергию в литейном производстве



Рис. 5. Затраты на сжатый воздух в литейном производстве

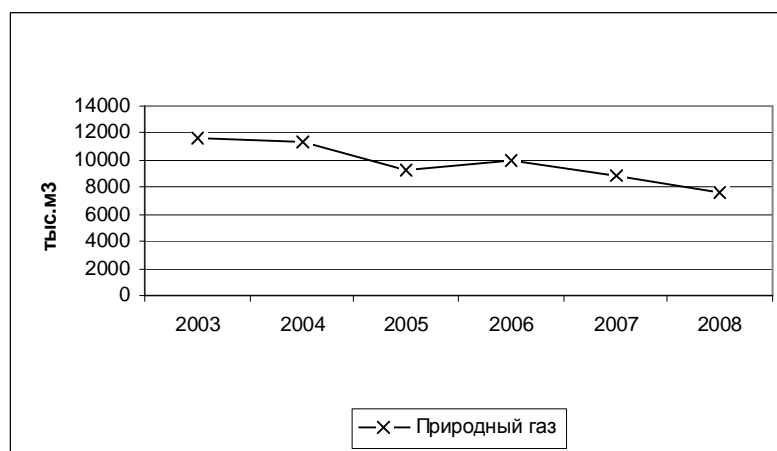


Рис. 6. Затраты на природный газ в литейном производстве

В **третьей главе** «Организационно-экономическое обеспечение снижения энергоемкости производства на машиностроительных предприятиях» автором были выявлены сущность и содержание организационно-экономического обеспечения снижения энергоемкости производства на примере литейного производства ОАО «ГАЗ».

Был разработан процесс принятия решений по обеспечению снижения энергоемкости производства. Была предложена схема оптимизации организационной структуры энергетического хозяйства машиностроительного предприятия. Диссертантом построена регрессионная модель зависимости энергоемкости литейного производства от объемов выпуска продукции. Предложена математическая модель зависимости энергоемкости от постоянной и переменной частей общих затрат топливно-энергетических ресурсов. Разработана система нормативов, которая учитывает потери топливно-энергетических ресурсов.

В **заключении** автором сформулированы выводы, вытекающие из результатов исследования.

## II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ, ИХ КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ

### 1. Выявлены сущность и содержание организационно-экономического обеспечения снижения энергоемкости производства.

Основными составляющими организационно-экономического обеспечения снижения энергоемкости производства являются совершенствование организационной структуры энергетического хозяйства машиностроительного предприятия, лимитирование, нормирование, планирование, учет, энергоаудит, стимулирование, обучение персонала (рис. 7).

Организационно-экономическое обеспечение снижения энергоемкости производства включает в себя процесс принятия решений по обеспечению снижения энергоемкости производства. Данный процесс состоит из следующих мероприятий: выявление потребностей в топливно-энергетических ресурсах, их поиск и приобретение, анализ эффективного использования на основе показателя энергоемкости продукции. Блок-схема процесса принятия решения по обеспечению снижения энергоемкости на машиностроительных предприятиях представлена на рис. 8.

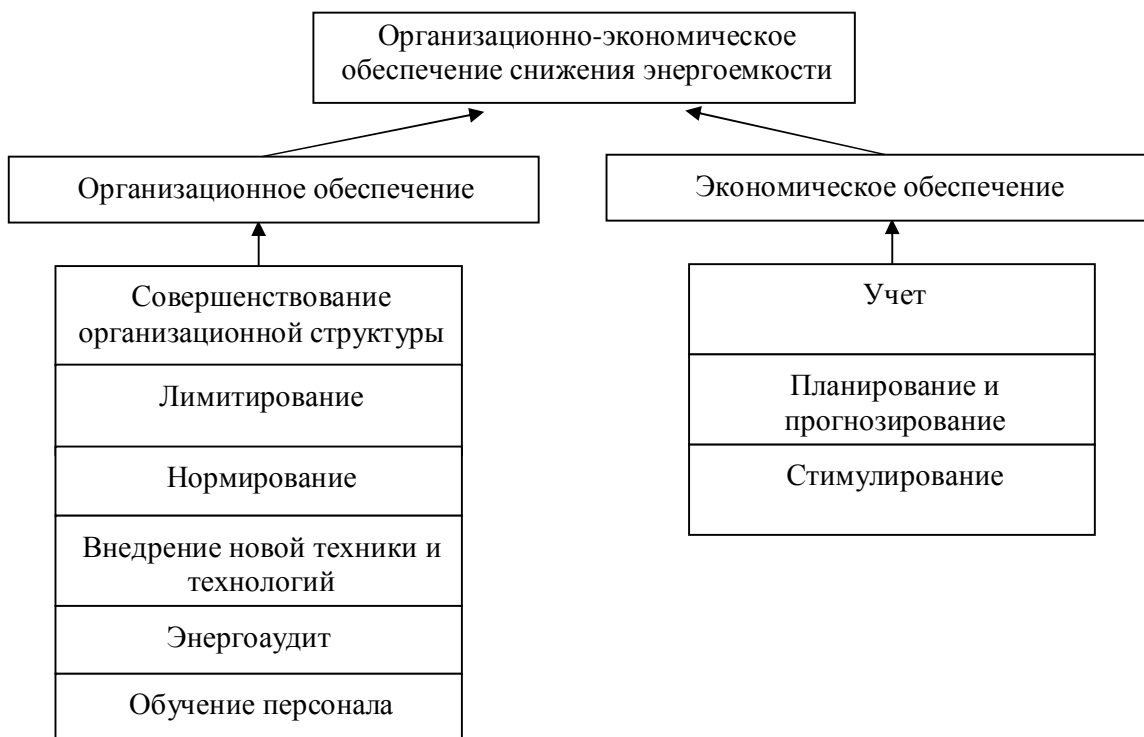
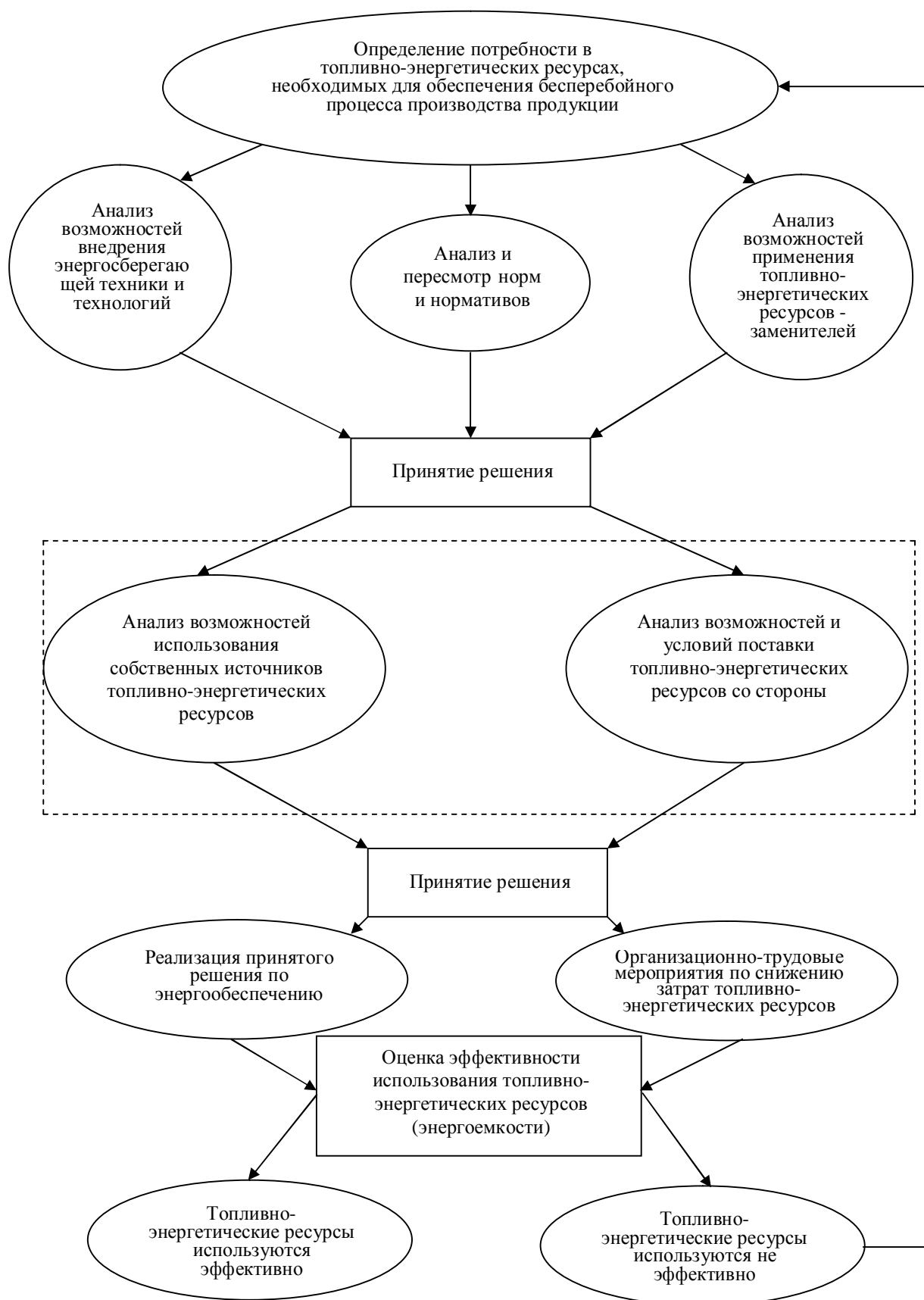


Рис. 7. Основные элементы организационно-экономического обеспечения снижения энергоемкости

Рис. 8. Блок-схема процесса принятия решения по снижению энергоемкости производства



Руководство энергохозяйством машиностроительного предприятия осуществляет отдел главного энергетика. В состав службы главного энергетика входят: бюро энергоиспользования; группа энергооборудования; энергетические лаборатории; персонал энергетических цехов и цеховых энергетических хозяйств.

Для более эффективной работы энергетического хозяйства машиностроительного предприятия предлагается объединить в один отдел бюро энергоиспользования, группу энергооборудования и энергетические лаборатории (рис. 9). Созданный отдел предлагается назвать отделом энергомониторинга.

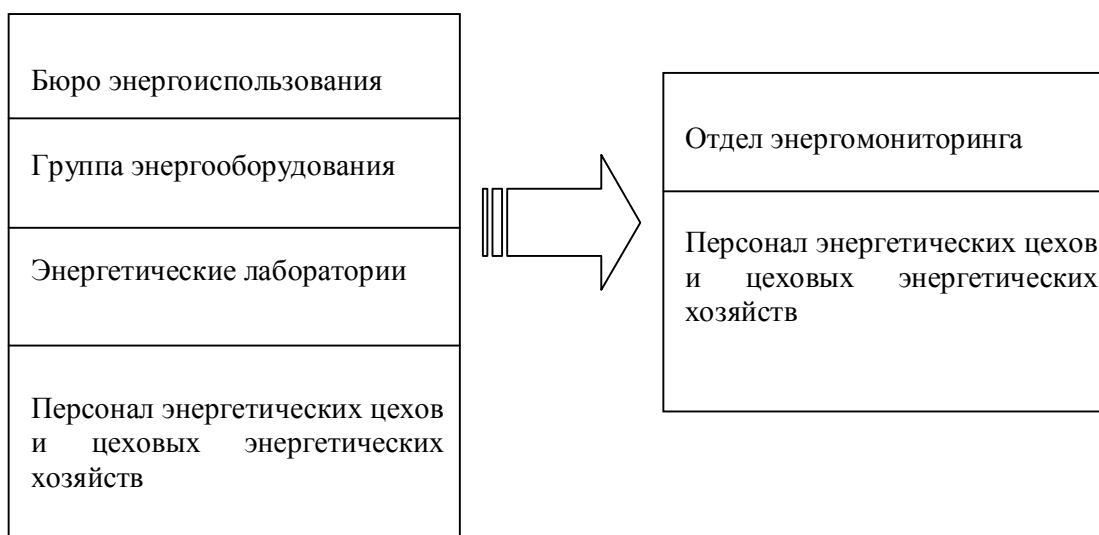


Рис. 9. Модернизация структуры энергетического хозяйства машиностроительного предприятия

Таким образом, энергетическое хозяйство будет включать в себя только отдел энергомониторинга и персонал энергетических цехов и цеховых энергетических хозяйств. Данное совершенствование организационной структуры приведет к оптимизации численности персонала энергетического хозяйства, быстрее будут проходить процессы информатизации и автоматизации, улучшится управление.

В настоящее время на предприятиях машиностроения существует система лимитирования потребления топливно-энергетических ресурсов. Основными мероприятиями при превышении установленных лимитов цехами, отдельными производствами, как правило, являются административные. В условиях рыночной экономики наиболее правильно было бы наказывать подразделения производства финансовыми взысканиями, например, увеличивать стоимость энергии при превышении установленного лимита. Это будет способствовать осознанию необходимости более экономного и бережного использования топливно-энергетических ресурсов и проведению энергосберегающих мероприятий.

Для повышения оперативности обработки информации, обеспечения полного одновременного охвата требуемых данных, следует в энергетических службах применять автоматизированные системы учета энергии (АСУЭ). Данные системы позволяют обеспечить диспетчерское управление энергоснабжением, осуществляют учет и контроль качества энергии, составление и обновление базы данных энергооборудования, планирование сроков ремонта оборудования, расчет энергетических величин.

## **2. Уточнена методика определения энергоемкости производства, позволяющая учитывать все виды затрат топливно-энергетических ресурсов.**

Анализ экономической литературы показал, что нет единого мнения по методике расчета показателя энергоемкости. Существуют различия в определении состава и структуры топливно-энергетических ресурсов и экономического содержания базы расчета показателя. Нужно отметить, что ученые выделяют несколько показателей, характеризующих эффективность использования топливно-энергетических ресурсов – электроемкость и топливоекость. При этом они выделяют их не как структурные элементы показателя энергоемкости, а как самостоятельные показатели. Для определения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов необходимо использовать обобщающий показатель энергоемкости. Отделять топливоекость от энергоемкости считается нецелесообразным, так как топливо, используемое в процессе промышленного производства, является дополнительным источником энергии, например, электрической и тепловой.

В состав затрат топливно-энергетических ресурсов входят затраты на теплоэнергию, электроэнергию, топливо и сжатый воздух. Состав затрат топливно-энергетических ресурсов в зависимости от производств может изменяться. При расчете энергоемкости необходимо учитывать все виды затрат топливно-энергетических ресурсов, включая затраты топливно-энергетических ресурсов на непроизводственные нужды.

В качестве базы расчета необходимо использовать показатель валовой продукции. Валовая продукция предприятия характеризует весь объем произведенной в данном периоде продукции, включая и ту часть, которая еще не приобрела форму законченного изделия или полуфабриката, так называемое незавершенное производство. Для создания незавершенного производства также как и для создания готовой продукции затрачиваются топливно-энергетические ресурсы, поэтому игнорирование незавершенного производства при определении эффективности использования топливно-энергетических ресурсов считается неправильным. Энергоемкость, рассчитанная на основе валовой продукции, является наиболее универсальным показателем, так как позволяет судить о работе предприятия по экономии топливно-энергетических ресурсов в целом. Кроме того, энергоемкость, рассчитанная по валовой продукции, имеет наиболее тесную связь с натуральными

показателями удельных затрат топливно-энергетических ресурсов в расчете на единицу продукции в натуральном выражении, так как валовая продукция по материально-вещественной форме представляет собой массу произведенных благ и услуг.

Таким образом, энергоемкость производства продукции необходимо рассматривать как отношение затрат топливно-энергетических ресурсов определенного периода к объему выпуска валовой продукции, произведенной в данном периоде.

$$\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_{общ}}{B}, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_{общ}$  – суммарный расход топливно-энергетических ресурсов на выпуск валовой продукции в стоимостных измерителях, включая расходы на непроеизводственные нужды;

$B$  – объем выпуска валовой продукции в стоимостных измерителях.

Показатель энергоемкости можно представить в виде суммы его частных показателей: топливеемкости, электроемкости, теплоемкости, воздухоемкости.

Топливеемкость – это отношение затрат топливных ресурсов, произведенных в отчетном периоде к объему выпуска валовой продукции данного периода ( $\mathcal{E}_т$ ).

$$\mathcal{E}_т = \frac{\mathcal{E}_{топл}}{B}, \quad (2)$$

где  $\mathcal{E}_{топл}$  – потребление всех видов топлива (руб.).

Электроемкость - это отношение затрат на электрическую энергию, произведенных в отчетном периоде к объему выпуска валовой продукции данного периода ( $\mathcal{E}_эл$ ).

$$\mathcal{E}_эл = \frac{\mathcal{E}_л}{B}, \quad (3)$$

где  $\mathcal{E}_л$  – потребление электроэнергии (руб.).

Теплоемкость - это отношение затрат на теплоэнергию (пар и горячая вода), произведенных в отчетном периоде к объему выпуска валовой продукции данного периода ( $\mathcal{E}_{тпл}$ ).

$$\mathcal{E}_{тпл} = \frac{\mathcal{E}_{тепл}}{B}, \quad (4)$$

где  $\mathcal{E}_{тепл}$  – потребление тепла (пара и горячей воды) (руб.).

Воздухоемкость - это отношение затрат на сжатый воздух, произведенных в отчетном периоде к объему выпуска валовой продукции данного периода ( $\mathcal{E}_{возд}$ ).

$$\mathcal{E}_{возд} = \frac{\mathcal{E}_в}{B}, \quad (5)$$

где  $\mathcal{E}_в$  – потребление сжатого воздуха (руб.).

Методика расчета показателя энергоемкости и его частных показателей была применена в литейном производстве ОАО «ГАЗ», в результате были получены следующие результаты:

Энергоемкость – 0,065 тыс.руб./тыс.руб.

Электроемкость – 0,042 тыс.руб./тыс.руб.

Теплоемкость – 0,014 тыс.руб./тыс.руб.

Воздухоемкость – 0,007 тыс.руб./тыс.руб.

Топливоемкость – 0,002 тыс.руб./тыс.руб.

Таблица 1

Частные показатели энергоемкости литейного производства ОАО «ГАЗ»,  
исчисленные в натуральных единицах

Показатель	2005 год	2006 год	2007 год	2008 год
Электроемкость, ткВт-час/т	1,65	1,91	1,94	1,47
Теплоемкость, Гкал/т	0,25	0,29	0,31	0,18
Воздухоемкость, Гкал/т	3,33	3,24	2,53	1,97
Газоемкость, тыс.м <sup>3</sup> /т	0,07	0,08	0,05	0,06

### 3. Предложена методика определения влияния технико-экономических факторов на снижение энергоемкости производства.

Влияние каждого фактора на снижение энергоемкости продукции предлагается рассчитывать по следующей формуле:

$$\Delta \mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_i}{O_{\mathcal{E}} - \mathcal{E}_i} * 100\% \quad (6)$$

где  $\Delta \mathcal{E}$  – снижение энергоемкости продукции (%);

$\mathcal{E}_i$  – общая экономия топливно-энергетических ресурсов за счет действия i-го фактора (руб.);

$O_{\mathcal{E}}$  – затраты топливно-энергетических ресурсов (руб.).

Общая экономия топливно-энергетических ресурсов за счет действия i-го фактора ( $\mathcal{E}_i$ ) представляет собой алгебраическую сумму экономии затрат конкретных видов топливно-энергетических ресурсов на производство продукции:

$$\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_{\text{эi}} + \mathcal{E}_{\text{ти}} + \mathcal{E}_{\text{ж.вi}} + \mathcal{E}_{\text{топли}}, \quad (7)$$



где  $\Delta \varepsilon_i$  – экономия электроэнергии (руб.);

$\Delta \varepsilon_{тi}$  – экономия теплоэнергии (руб.);

$\Delta \varepsilon_{сж.вi}$  – экономия сжатого воздуха (руб.);

$\Delta \varepsilon_{топлi}$  – экономия топлива (руб.).

Расчет экономии топливно-энергетических ресурсов за счет действия  $i$ -го фактора рекомендуется определять по следующей формуле:

$$\Delta \varepsilon_i = B_0 * (Z_b - Z_0), \quad (8)$$

где  $B_0$  – стоимость валовой продукции в отчетном периоде (руб.);

$Z_b$  и  $Z_0$  – затраты топливно-энергетических ресурсов на производство единицы продукции соответственно в базисном и отчетном периодах (руб.).

Аналогичным образом можно также определить экономию конкретного вида топливно-энергетических ресурсов: электроэнергии, теплоэнергии, сжатого воздуха, топлива.

Все рассмотренные выше факторы нельзя рассматривать и учитывать на промышленных предприятиях по отдельности, только в совокупности они смогут дать положительный эффект и будут способствовать снижению энергоемкости продукции.

В литейном производстве ОАО «ГАЗ» с 2003 года наблюдается тенденция снижения расходов топливно-энергетических ресурсов. Причем анализ показал, что на 80% это снижение обусловлено заменой материалов отливок и технологического оборудования.

В диссертации выявлены виды топливно-энергетических ресурсов, оказывающие наибольшее влияние на суммарный расход энергозатрат в литейном производстве ОАО «ГАЗ».

Данная зависимость может быть проанализирована с помощью метода множественной регрессии, определяющего влияние основных элементов затрат топливно-энергетических ресурсов ( $x_1$  – затраты на электроэнергию,  $x_2$  – затраты на теплоэнергию,  $x_3$  – затраты на сжатый воздух,  $x_4$  – затраты на топливо,  $x_5$  – прочие затраты) на их общий расход. Данная зависимость может быть выражена уравнением линейной множественной регрессии вида:

$$\tilde{y}_x = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + a_5 x_5 \quad (9)$$

С помощью программы MS Excel, были найдены параметры исследуемого уравнения линейной множественной регрессии:

$$a_0 = 3,51; \quad a_1 = 0,99; \quad a_2 = 0,98; \quad a_3 = 0,64; \quad a_4 = 0,07; \quad a_5 = 0,83$$

Соответственно уравнение множественной регрессии, выражающее зависимость общих затрат топливно-энергетических ресурсов ( $\tilde{y}_x$ ) от затрат на электроэнергию ( $x_1$ ), затрат на теплоэнергию ( $x_2$ ), сжатый воздух ( $x_3$ ), затрат на топливо ( $x_4$ ), прочих затрат ( $x_5$ ) примет вид:

$$\tilde{y}_x = 3,51 + 0,99 x_1 + 0,98 x_2 + 0,64 x_3 + 0,07 x_4 + 0,83 x_5 \quad (10)$$

Проверив статистическую значимость параметров уравнения на основе статистики Стьюдента, было выяснено, что параметр  $a_4$  является статистически незначимым. Это означает, что фактор  $x_4$  не оказывает серьезного влияния на величину зависимой переменной. Таким образом, уравнение множественной регрессии примет следующий вид:

$$\tilde{y}_x = 3,51 + 0,99 x_1 + 0,98 x_2 + 0,64 x_3 + 0,83 x_5 \quad (11)$$

Анализ коэффициентов данного уравнения множественной регрессии позволяет сделать вывод о степени влияния каждого фактора на показатель общих затрат топливно-энергетических ресурсов литейного производства, то есть при увеличении каждого вида затрат на 1 руб. влечет увеличение общих затрат топливно-энергетических ресурсов соответственно на 0,99 руб., 0,98 руб., 0,64 руб., 0,83 руб.

#### **4. Построена регрессионная модель зависимость энергоемкости литейного производства от объема выпуска продукции.**

Данные об энергоемкости литейного производства и выпуска литейной продукции ОАО «Завод «Красное Сормово» были обработаны с помощью специального программного комплекса, позволяющего оценить значимость линейных, квадратичных и кубических эффектов с помощью t-критерия Стьюдента и адекватности модели по критерию Фишера (табл. 2).

В результате обработки данных была получена модель аппроксимации следующего вида:

$$y = 12,5 - 1,12x_1 + 0,034x_1^2 - 0,0003x_1^3, \quad (12)$$

где  $y$  – энергоемкость, тыс.руб./т

$x_1$  – выпуск продукции,  $10^3$  т

Полученная модель адекватно описывает зависимости при доверительной вероятности  $P = 0,95$ . Наибольшую значимость в этой модели имеют линейный и кубический эффекты.

Значимость линейных, квадратичных и кубических эффектов с помощью t-критерия  
Стьюдента

эффекты	t-критерий	Вклад эффекта, %
b1	9,46	7,9
b11	3,89	3,2
b111	13,9	11,6

Графически полученная модель выглядит следующим образом:

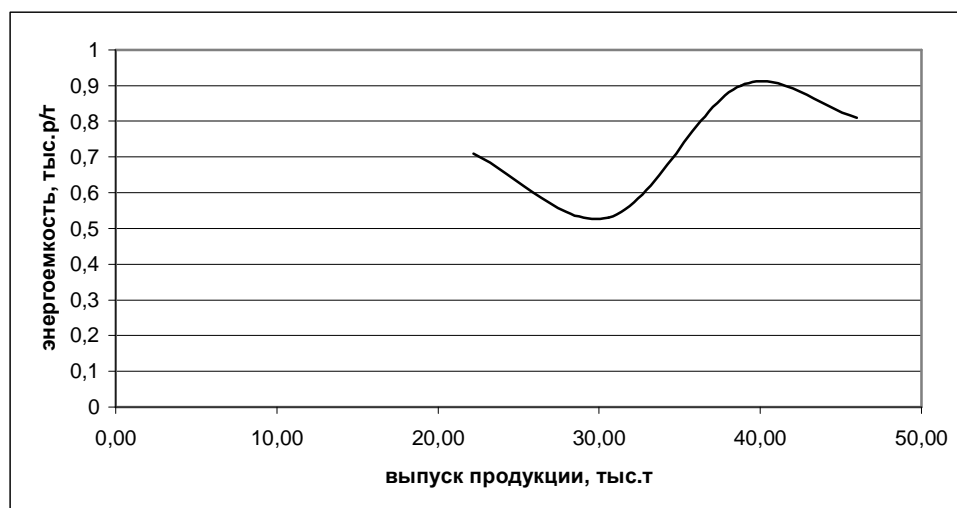


Рис. 10. График зависимости энергоёмкости литейного производства от объема выпуска продукции

Данная зависимость показала, что при достижении определенных объемов производства энергоёмкость имеет разную тенденцию в сторону повышения или понижения. Снижение энергоёмкости объясняется влиянием постоянной части общих затрат топливно-энергетических ресурсов.

##### **5. Выявлена математическая зависимость энергоёмкости производства от постоянной и переменной составляющих затрат топливно-энергетических ресурсов.**

Для целей анализа хозяйственной деятельности суммарный расход топливно-энергетических ресурсов необходимо делить на две части: постоянную и переменную. В постоянную часть включаются расходы всех видов топливно-энергетических ресурсов на выполнение основных технологических операций. В постоянную – расходы на освещение, кондиционирование воздуха, отопление. При этом на одну из них оказывает существенное влияние изменение масштабов производства, другая же при этом остается относительно

постоянной при любых его размерах, если не изменятся техническая база производства. Связь общей суммы затрат и выпуска продукции может быть выражена уравнением:

$$Y = A + Bx, \quad (13)$$

где  $Y$  – общие затраты топливно-энергетических ресурсов на выпуск продукции;

$A$  – постоянная слагаемая затрат;

$Bx$  – переменная слагаемая затрат.

Разделив обе части уравнения (13) на размер выпуска продукции получим:

$$y = \frac{A}{x} + B, \quad (14)$$

где  $y$  – энергоёмкость производства.

Из данного уравнения видно, что увеличение выпуска продукции приводит к уменьшению доли постоянных затрат, приходящихся на единицу продукции, и, следовательно, ведет к снижению энергоёмкости производства. При этом, чем выше доля постоянных расходов ( $A$ ), тем более резко снижается энергоёмкость с ростом масштабов производства.

С математической точки зрения выражение  $y = \frac{A}{x} + B$  представляет собой уравнение равнобочной гиперболы (рис. 11), в которой при неограниченном увеличении величины  $x$  величина  $y$  будет асимптотически приближаться к значению величины  $B$ , а вторая составляющая ( $\frac{A}{x}$ ) будет величиной бесконечно малой.

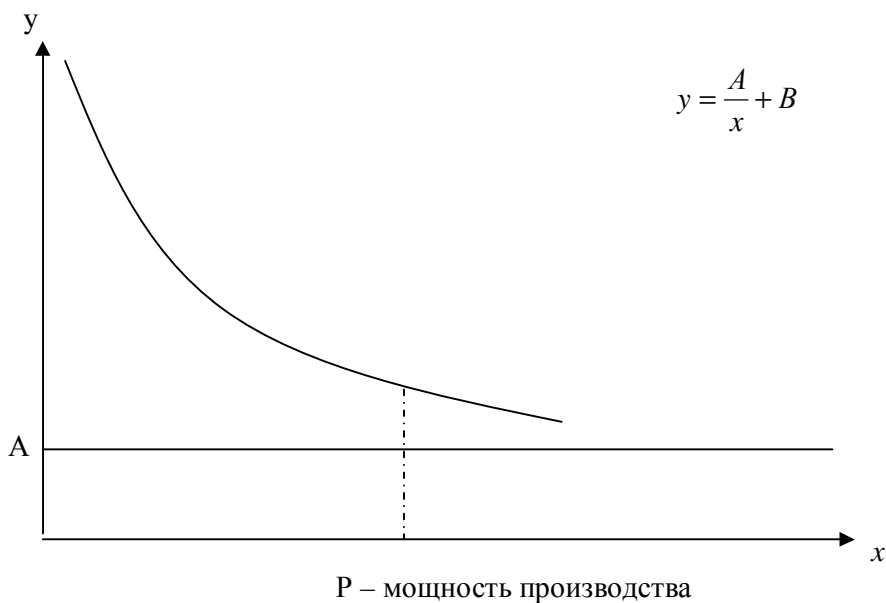


Рис. 11. Связь энергоёмкости и выпуска продукции

На самом деле с ростом объема производства продукции постоянная составляющая затрат возрастает хотя и довольно медленно.

Таким образом постоянство суммы всех постоянных затрат является лишь частным случаем и имеет место только при определенных условиях и в сравнительно узких границах – при определенном уровне техники и организации производства.

Предлагается затраты делить на «возрастающие строго пропорционально выпуску продукции» и «возрастающие более медленно, чем растет объем производства».

В таком случае зависимость энергоемкости от объемов производства будет выражаться уравнением:

$$y = \frac{Ax^{\frac{u-1}{u}}}{x} + B, \quad (15)$$

где  $u$  – положительное число больше единицы.

Эту формулу можно записать следующим образом:

$$y = \frac{A}{\sqrt[u]{x}} + B, \quad (16)$$

Нетрудно заметить, что формула (16) является частным случаем формулы (14) при  $u=1$ . Зависимость общей суммы затрат ( $Y$ ) на выпуск продукции от объема производства тогда будет выражена уравнением:

$$Y = Ax^{\frac{u-1}{u}} + Bx \quad (17)$$

Параметры  $A$  и  $B$  уравнения (16) целесообразно определять на основе большего числа фактических значений  $x$  и  $y$  (при заданном коэффициенте  $u$ ) методом наименьших квадратов. Например, при  $u=1$  решается система нормальных уравнений:

$$A \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} + Bn = \sum_{i=1}^n y_i \quad (18)$$

$$A \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i^2} + B \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{x_i}, \quad (19)$$

где  $n$  – число парных значений  $x$  и  $y$ .

Решая эту систему уравнений относительно параметров  $A$  и  $B$  получим:

$$A = \frac{n \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{x_i} - \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i^2} - \left( \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} \right)^2} \quad (20)$$

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i^2} - \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{x_i} \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}}{n \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i^2} - \left( \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} \right)^2} \quad (21)$$

В этих уравнениях

$$\sum_{i=1}^n \frac{y_i}{x_i}; \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}; \sum_{i=1}^n y_i; \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i^2}$$

определяются на основании фактических значений  $x$  и  $y$ .

Путем увеличения значения показателя степени можно достаточно точно выразить фактическую зависимость энергоемкости от объема производства.

### III. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Проведенный анализ показал важность показателя энергоемкости на промышленных предприятиях, а также механизм его исследования, позволяющий выявить мероприятия по наиболее эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов.

Диссертант определил основные составляющие организационно-экономического обеспечения снижения энергоемкости производства, которые включают в себя совершенствование организационной структуры энергетического хозяйства машиностроительного предприятия, лимитирование, нормирование, планирование, учет, энергоаудит, стимулирование, обучение персонала.

Уточнена методика определения энергоемкости производства, позволяющая учитывать все виды затрат топливно-энергетических ресурсов, включая затраты топливно-энергетических ресурсов на непроизводственные нужды.

Построена эконометрическая модель зависимости общих затрат топливно-энергетических ресурсов от затрат конкретных видов данных ресурсов. Экономическая интерпретация модели показала, что снижение расходов топливно-энергетических ресурсов в большей степени зависит от эффективного использования электроэнергии. Построенную модель можно использовать для планирования затрат топливно-энергетических ресурсов.

Диссертантом была предложена регрессионная модель зависимости энергоемкости литейного производства от объема выпуска продукции, позволяющая определять оптимальные объемы продукции, при которых происходит снижение энергоемкости производства.

Итогом разработки мероприятий по снижению энергоемкости производства продукции может стать формирование информационной, нормативной, правовой базы, регламентирующей мероприятия по экономии топливно-энергетических ресурсов.

## **Список работ, опубликованных по теме диссертации:**

Результаты исследования отражены в 11 научных публикациях, общим объемом 2,8 п.л. (авторский вклад 2,5 п.л.), в том числе:

### ***в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:***

1. Гатауллина (Ганиева) Л.Ф., Летягина Е.Н. Методика исследования энергоемкости литейного производства // Вестник АКСОР. 2009. № 2. – С. 200-202 (авторский вклад – 1,5 стр.).

2. Гатауллина (Ганиева) Л.Ф., Лебедев Ю.А., Анализ внутрипроизводственных факторов снижения расходов топливно–энергетических ресурсов в литейном производстве (на примере ОАО «ГАЗ») // Экономический анализ: теория и практика. 2009. № 29 (158). - С. 50-52 (авторский вклад – 1,5 стр.).

### ***другие публикации, отражающие основные положения диссертации:***

1. Гатауллина (Ганиева) Л.Ф. Особенности организации вспомогательного производства предприятия // Управление муниципальным хозяйством крупного города. Социально-экономические аспекты». Сборник статей. ННГУ. Н.Новгород. 2007 г. – С. 164 – 166.

2. Гатауллина (Ганиева) Л.Ф. Частные показатели энергоемкости продукции // Управление муниципальным хозяйством крупного города. Социально-экономические аспекты». Сборник статей. ННГУ. Н.Новгород. 2008 г. – С. 183.

3. Гатауллина (Ганиева) Л.Ф. Энергоемкость продукции как показатель использования топливно-энергетических ресурсов // Управление муниципальным хозяйством крупного города. Социально-экономические аспекты». Сборник статей. ННГУ. Н.Новгород. 2008 г. – С. 124 - 130.

4. Гатауллина (Ганиева) Л.Ф. Проблемы развития топливно-энергетического комплекса России // Социально-экономическое развитие России: проблемы и перспективы» Материалы межрегиональной научно-практической конференции (Нижний Новгород, 16 апреля 2008 года). Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2009. – С. 56-60.

5. Гатауллина (Ганиева) Л.Ф. Использование топливно-энергетических ресурсов на промышленном предприятии // Управление муниципальным хозяйством крупного города. Социально-экономические аспекты». Сборник статей. ННГУ. Н.Новгород. 2009 г. – С. 71 - 75.

6. Гатауллина (Ганиева) Л.Ф. Показатели эффективности использования топливно-энергетических ресурсов промышленных предприятий // Управление муниципальным

хозяйством крупного города. Социально-экономические аспекты». Сборник статей. ННГУ. Н.Новгород. 2009 г. – С. 43 - 47.

7. Гатауллина (Ганиева) Л.Ф. Факторы, влияющие на затраты топливно-энергетических ресурсов промышленных предприятий // Управление муниципальным хозяйством крупного города. Социально-экономические аспекты». Сборник статей. ННГУ. Н.Новгород. 2009 г. – С. 127 – 131.

8. Гатауллина (Ганиева) Л.Ф. Энергоемкость ВВП: проблемы и пути снижения // Управление муниципальным хозяйством крупного города. Социально-экономические аспекты». Сборник статей. ННГУ. Н.Новгород. 2009 г. – С. 108 - 110.

9. Гатауллина (Ганиева) Л.Ф. Конкурентоспособность автомобильной продукции в условиях глобализации // Интеграция субъектов экономической деятельности России в систему мирохозяйственных связей: перспективы и угрозы Сборник статей. ННГУ. Н.Новгород 2009 г. – С. 328-333.