

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

---

На правах рукописи

Карпенко Михаил Сергеевич

**ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОГО МЕХАНИЗМА  
УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ  
НА ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Специальность: 05.02.22 – Организация производства  
(горноперерабатывающая промышленность)

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

**Научный руководитель – доктор технических наук,  
профессор В.В.Мельник**

Москва – 2016

## Оглавление

|                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                                                                            | 4   |
| ГЛАВА 1. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ<br>ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ НА ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ...                           | 10  |
| 1.1. Состояние вопроса энергосбережения и повышения энергоэффективности на<br>горнопромышленных предприятиях .....                        | 10  |
| 1.2. Аспекты управления энергосбережением на горнопромышленных<br>предприятиях .....                                                      | 28  |
| 1.3. Анализ научных исследований по вопросам управления энергосбережением на<br>горнопромышленных предприятиях .....                      | 42  |
| 1.4. Обоснование и выбор направлений совершенствования организации<br>энергосбережения на горнопромышленных предприятиях.....             | 52  |
| Выводы по главе .....                                                                                                                     | 55  |
| ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ<br>ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА<br>ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ .....    | 57  |
| 2.1. Методы и модели оптимизации инвестиций при формировании программ<br>энергосбережения.....                                            | 57  |
| 2.2. Методы и модели оптимизации затрат при проведении энергетических<br>обследований .....                                               | 69  |
| 2.3. Разработка механизма формирования программ энергосбережения на<br>горнопромышленных предприятиях .....                               | 84  |
| Выводы по главе .....                                                                                                                     | 87  |
| ГЛАВА 3. ОЦЕНКА МОТИВАЦИИ И РИСКА ПРИ УПРАВЛЕНИИ<br>ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ НА ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ...                                | 88  |
| 3.1. Оценка и повышение мотивации энергосбережения на горнопромышленных<br>предприятиях с позиций управления человеческим капиталом ..... | 88  |
| 3.2. Оценка фактора риска при реализации энергосберегающих проектов на<br>горнопромышленных предприятиях .....                            | 112 |
| Выводы по главе .....                                                                                                                     | 125 |

|                                                                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ГЛАВА 4. ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ НА ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ НА ОСНОВЕ ПРОЕКТНО-ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА ..... | 127 |
| 4.1. Проектно-процессный подход как инструмент эффективного управления энергосбережением .....                                                               | 127 |
| 4.2. Процессы энергосбережения в системе бизнес-процессов горнопромышленного предприятия .....                                                               | 131 |
| 4.3. Разработка методических рекомендаций по формированию организационного механизма управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях .....    | 137 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                                                                                                             | 154 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....                                                                                                                                       | 156 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ .....                                                                                                                                             | 173 |
| Приложение 1. Алгоритм формирования оптимизированного плана энергосберегающих мероприятий .....                                                              | 173 |
| Приложение 2 Формирование программ энергосбережения на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс».....                                                                   | 178 |
| Приложение 3 Справка о внедрении организационного механизма управления энергосбережением на предприятиях АО «СУЭК-Красноярск» .....                          | 192 |
| Приложение 4 Справка об использовании результатов исследований в учебном процессе Московского института энергобезопасности и энергосбережения.....           | 193 |
| Приложение 5 Справка об использовании результатов диссертации при выполнении НИР Минэнерго РФ .....                                                          | 194 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** Стратегической целью государственной политики в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности является максимально рациональное использование топливно-энергетических ресурсов для обеспечения устойчивого развития национальной экономики. В настоящее время на горнодобывающих и обогатительных предприятиях России сохраняется высокая доля затрат на энергоресурсы (до 40 %) в себестоимости продукции, а следовательно, и энергоемкость производства, которая выше в 2,5-5 раз по сравнению с развитыми странами (США, Япония, страны Западной Европы).

В «Программе развития угольной промышленности России на период до 2030 года» (подпрограмма «Обеспечение технологического развития отрасли и укрепление научно-технической базы компаний и научных центров») в качестве основных целевых показателей повышения энергоэффективности предусмотрено относительное снижение энергоемкости угольной отрасли к уровню 2010 г. на 5-9 % в 2015 г., до 30 % к 2020 г. и до 40 % к 2030 г. [39].

По данным мониторинга реализации указанной программы, выполнение Федерального закона №261 «Об энергосбережении» на горнопромышленных предприятиях осуществляется недостаточно эффективно. Среди основных трудностей отмечены: низкая мотивация инвестирования в энергосбережение, большие сроки окупаемости, ограниченность финансирования, завышенная стоимость услуг на энергоаудит и др.

Одним из важных аспектов повышения энергоэффективности является организация энергосбережения. В настоящее время на горнопромышленных предприятиях не существует эффективного организационного механизма управления энергосбережением, не используются в полной мере методы оптимизации затрат на энергосберегающие мероприятия и энергетические обследования, учета фактора неопределенности и риска, оценки и повышения мотивации персонала, проектно-процессного подхода для разработки эффективной системы управления энергосбережением.

В этой связи создание инструментария для формирования организационного механизма управления энергосбережением является актуальной научной и практической задачей, решение которой направлено на повышение эффективности горного производства, снижения себестоимости и повышения конкурентоспособности продукции горнопромышленных предприятий.

**Цель работы** состоит в обосновании и разработке методического обеспечения для формирования организационного механизма управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях.

**Идея работы** заключается в использовании и совершенствовании элементов проектно-процессного подхода с целью повышения эффективности организации энергосбережения на горнопромышленных предприятиях.

**Объектом исследования** являются горнопромышленные предприятия, являющиеся крупными потребителями топливно-энергетических ресурсов.

**Предметом исследования** являются методы и инструменты организации энергосбережения.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие **задачи**:

1. Совершенствование механизма формирования программ энергосбережения на горнопромышленных предприятиях.
2. Разработка экономико-математических моделей и алгоритмов оптимизации инвестиций в энергосбережение.
3. Определение степени влияния факторов человеческого капитала на мотивацию энергосбережения.
4. Уточнение понятия, обоснование методов оценки и определение степени риска при реализации энергосберегающих проектов.
5. Совершенствование методики технико-экономических обоснований энергосберегающих проектов.
6. Разработка методических рекомендаций по формированию организационного механизма управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях на основе проектно-процессного подхода.

**Содержание научного исследования** соответствует положениям Паспорта специальности 05.02.22 – Организация производства (горная промышленность):

2. Разработка методов и средств эффективного привлечения и использования материально-технических ресурсов и инвестиций в организацию производственных процессов. 6. Разработка и реализация принципов производственного менеджмента, включая подготовку кадрового обеспечения и эффективность форм организации труда. 7. Анализ и синтез организационно-технических решений. Стандартизация, унификация и типизация производственных процессов и их элементов. Организация ресурсосберегающих и экологических производственных систем. 9. Разработка методов и средств организации производства в условиях технических и экономических рисков. 11. Разработка методов и средств планирования и управления производственными процессами и их результатами.

**Научные положения, выносимые на защиту:**

1. Одним из ключевых направлений развития энергоэффективного горного производства, снижения себестоимости и повышения конкурентоспособности продукции является совершенствование системы организации энергосбережения, включая разработку программ энергосбережения с использованием комплексного методического обеспечения, базирующегося на системном подходе и моделировании задач оптимизации затрат на проведение энергетических обследований и реализацию энергосберегающих проектов (пп. 2, 11 Паспорта специальности 05.02.22).

2. Совершенствование кадрового планирования на горнопромышленных предприятиях должно осуществляться с учетом результатов экспертных исследований степени влияния факторов человеческого капитала для различных категорий персонала на мотивацию энергосбережения (п. 6 Паспорта специальности 05.02.22).

3. Оценка эффективности системы организации энергосбережения на горных предприятиях должна учитывать риски внедрения энергосберегающих проектов, а

также добавленную стоимость человеческого капитала с целью повышения мотивации персонала (пп. 6, 9 Паспорта специальности 05.02.22).

4. Организационный механизм управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях целесообразно разрабатывать на основе проектно-процессного подхода, предложенного перечня процессов энергосбережения и сформулированных к ним требований, моделей и алгоритмов формирования программ энергосбережения и оптимизации затрат, а также методики оценки эффективности проектов с учетом факторов риска и мотивации (пп. 7, 11 Паспорта специальности 05.02.22).

**Научная новизна** исследования состоит:

- в разработке механизма формирования программ энергосбережения, алгоритмов оптимизации затрат на проведение энергетических обследований и реализацию мероприятий;

- в определении степени влияния факторов человеческого капитала на мотивацию энергосбережения;

- в уточнении понятия и определении степени рисков энергосбережения, а также разработке методики технико-экономических обоснований энергосберегающих проектов с учетом факторов риска и мотивации;

- в обосновании и разработке организационного механизма управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях на основе проектно-процессного подхода.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций** подтверждаются представительным объемом статистической информации по энергопотреблению и энергосбережению на предприятиях АО «СУЭК», корректным применением апробированных математических методов оптимизации, факторного анализа, методологии функционального моделирования, а также практическим применением результатов исследований на горнопромышленных предприятиях.

**Научное значение** диссертации заключается в разработке методического обеспечения для формирования организационного механизма управления

энергосбережением на горнопромышленных предприятиях, предусматривающего построение системы управления энергосбережением на основе бизнес-процессов и операционных улучшений, обобщенного алгоритма построения оптимизированного плана энергосберегающих мероприятий, экономико-математических моделей оптимизации инвестиций, оценки факторов мотивации и риска при реализации энергосберегающих проектов на горнопромышленных предприятиях.

**Практическое значение** диссертации состоит в повышении эффективности организации и управления процессом энергосбережения на горнопромышленных предприятиях на основе предложенного организационного механизма.

**Реализация результатов работы.** Результаты исследований рекомендованы к внедрению на предприятиях АО «СУЭК» и ОАО «Русский Уголь», использованы в учебно-методическом процессе Горного института НИТУ «МИСиС» и Московского института энергобезопасности и энергосбережения, а также при выполнении НИР Минэнерго РФ «Оказание консультационных услуг по информационно-аналитическому обеспечению осуществляемых мер по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, оценки их влияния на деятельность предприятий угольной промышленности в кризисных и посткризисных условиях».

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались на семинарах в рамках «Недели горняка» (2014, 2015 гг.), на VIII и IX Всероссийских научно-практических конференциях «Антикризисное управление: производственные и территориальные аспекты» (г. Новокузнецк, 2012, 2014 гг.), на III Международной научно-практической конференции «Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения» (г. Екатеринбург, 2016 г.), на научных семинарах кафедр «Государственного и муниципального управления в промышленных регионах» и «Геотехнологии освоения недр» НИТУ «МИСиС»

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе 8 - в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и пяти приложений, содержит 38 рисунков, 23 таблицы, список литературы из 168 наименований.

# **ГЛАВА 1. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ НА ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

## **1.1. Состояние вопроса энергосбережения и повышения энергоэффективности на горнопромышленных предприятиях**

С ростом мировой экономики масштабы использования природных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) постоянно увеличиваются и составляют от 14-16 млн т у.т. в год. Объемы доказанных мировых запасов ТЭР в XX веке составляют, млрд т у.т.: твердое топливо – 1280, нефть – 138, нетрадиционная нефть – 19, природный газ – 105, уран – 37. При современном уровне потребления запасы составляют: угля – примерно на 400 лет, нефти – на 35 лет, природного газа – на 50 лет [67].

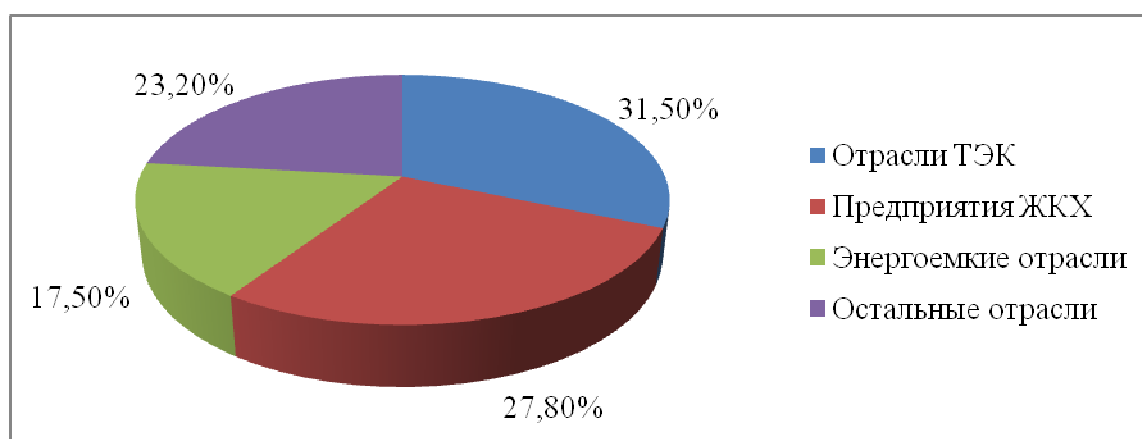
В XXI веке ситуация с невозобновляемыми ТЭР, каковыми являются уголь, нефть и газ, будет все более и более напряженной. Цены на них однозначно будут расти, и соответственно будет возрастать экономическая целесообразность энергосбережения и повышения энергоэффективности, а также увеличения доли использования возобновляемых ТЭР (солнечной энергии, гидроэнергии, энергии приливов и отливов, ветра, геотермальной энергии и т.д.).

Россия является страной с богатыми запасами и вместе с тем с большим потреблением ТЭР в силу своего географического положения, климатических условий и большой продолжительности отопительного сезона. В настоящее время исчерпано порядка 40-60 % запасов многих ранее открытых месторождений энергоресурсов. Возобновление ресурсной базы, поиск и разработка новых месторождений последние 20 лет находятся в неудовлетворительном состоянии.

В настоящее время эффективность использования энергоресурсов в РФ, по оценке, составляет около 30 %, т.е. более 2/3 энергии расходуется неэффективно [67]. На горнодобывающих и обогатительных предприятиях России в настоящее время также сохраняется высокая доля затрат на энергоресурсы в себестоимости продукции (до 40 %), а следовательно, высокая энергоемкость производства.

Энергоемкость валового внутреннего продукта в РФ в 2,5 раза выше, чем в США, в 3-3,5 раза выше, чем в странах Западной Европы, и в 5 раз выше, чем в Японии [77]. В то же время современный уровень развития техники и технологии позволяет повысить коэффициент полезного использования энергоресурсов до уровня 50-60 %. Очевидно, что эффективность использования энергоресурсов может быть повышена в 1,5-2 раза.

Оценочный потенциал энергосбережения в России составляет 350-460 млн т у.т. [129], его структура приведена на рис. 1.1.



**Рис. 1.1. Структура потенциала энергосбережения в РФ**

Задачи более экономичного расходования ресурсов, повышения энергоэффективности производства в нашей стране в настоящее время особенно актуальны. В этой связи в России в 2009 г. был принят Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [141] (в дальнейшем «ФЗ №261»), направленный на регулирование правоотношений, обеспечивающих энергосбережение, энергетическую эффективность процессов и устройств, рациональное использование природных ресурсов и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Распоряжением Правительства РФ от 27.12.2010 г. №2446-р утверждена Государственная программа Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» [33], предусматривающая снижение энергоемкости ВВП РФ на 13,5 % за счет реализации мероприятий программы, что в совокупности с другими факторами

позволит обеспечить решение задачи по снижению энергоемкости ВВП на 40 % за 2007-2020 гг., и обеспечить годовую экономию первичной энергии в объеме не менее 195 млн т у.т. к концу 2020 г. [70].

В Программе также определен потенциал повышения эффективности производства по добыче, переработке и передаче энергетических ресурсов в размере 1,16 млн т у.т., в том числе: уголь – 0,17 млн т у.т., нефтепродукты – 0,1 млн т у.т., электроэнергия – 0,43 млн т у.т., тепловая энергия – 0,46 млн т у.т.

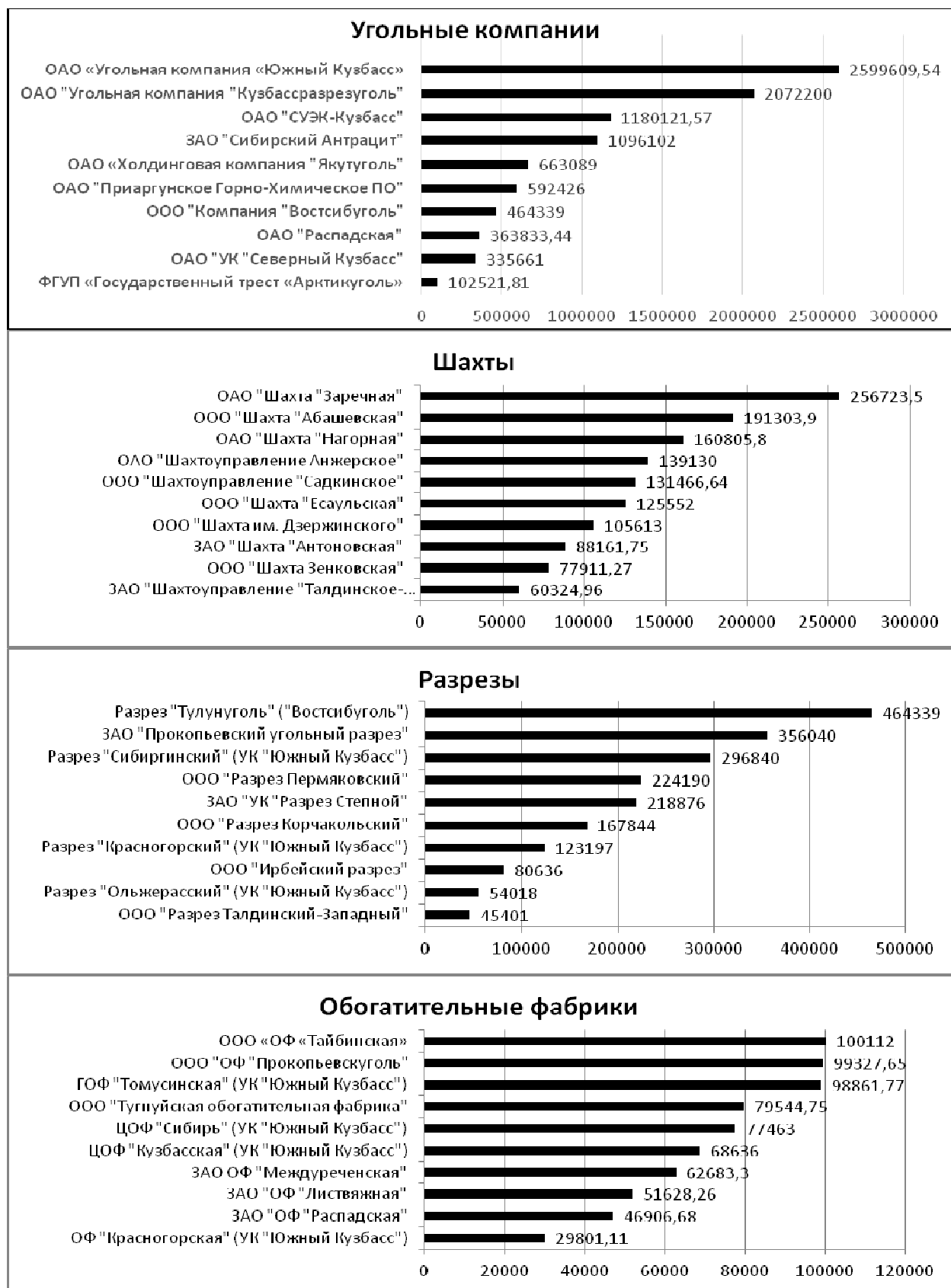
Потребление энергоресурсов на угольных шахтах достигает 150-250 млн руб./год, на угольных разрезах – 370-470 млн руб./год, на обогатительных фабриках – 80-100 млн руб./год, в угольных объединениях – 2,0-2,6 млрд руб./год (рис. 1.2).

Анализ проведенных в 2010-2012 гг. энергетических обследований показал, что предприятия угольной отрасли имеют значительный выявленный потенциал энергосбережения основных видов энергетических ресурсов [82]:

- по электроэнергии – до 16-18 %;
- по тепловой энергии – до 21-27 %;
- по котельно-печному топливу – до 18 %;
- по моторному топливу – до 5 %.

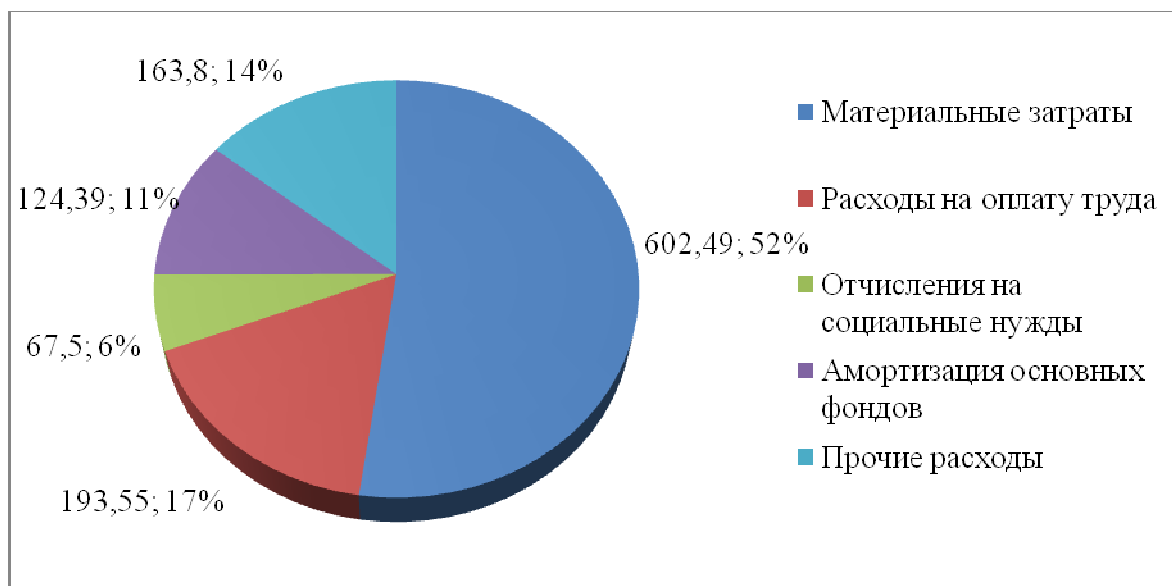
Распоряжением правительства РФ от 24.01.2012 г. была утверждена «Долгосрочная программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года» [39]. В ней, в частности, в Подпрограмме «Обеспечение технологического развития отрасли и укрепление научно-технической базы компаний и научных центров» в качестве основных целевых показателей повышения энергоэффективности предусмотрено относительное снижение энергоемкости угольной отрасли в 2030 г. к уровню 2010 г. с 30-40 % до 3-9 %.

Структура производственной себестоимости 1 т угля (в рублях и процентном отношении) приведена на рис. 1.3 (данные Минэнерго РФ за январь 2015 г.). Наибольшую долю в структуре себестоимости составляет статья «Материальные затраты», куда относятся расходы на энергоресурсы.



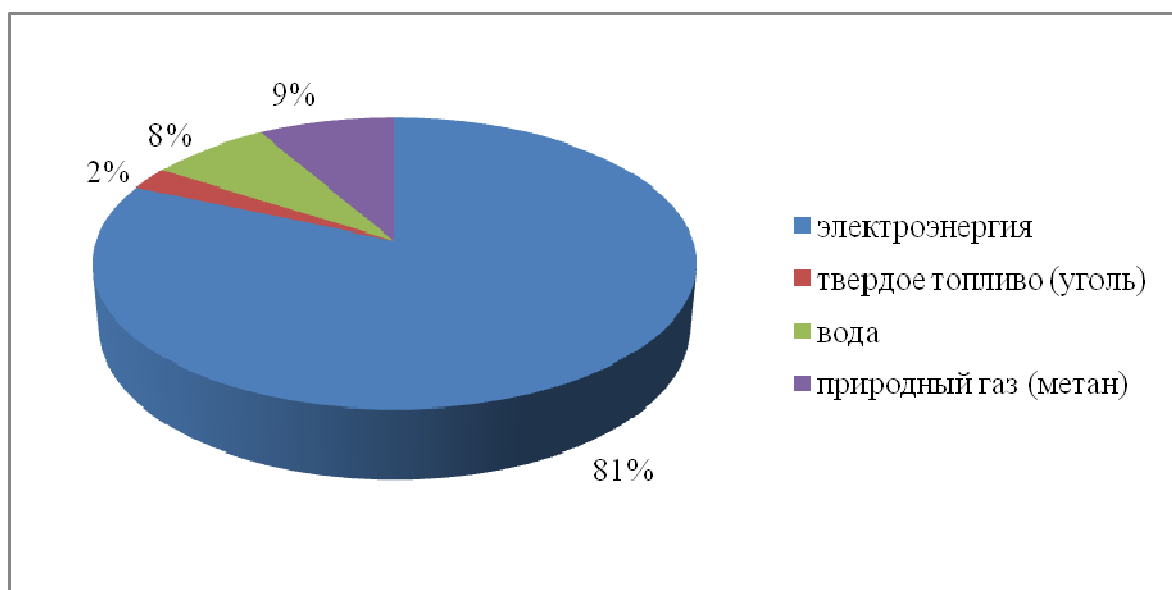
**Рис.1.2. Объемы годового потребления энергоресурсов на углепромышленных предприятиях в денежном выражении (в тыс. руб.)<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> - Данные за год, предшествовавший энергетическому обследованию, проведенному на предприятии в период с 2010 по 2012 гг.



**Рис. 1.3. Структура производственной себестоимости 1 т угля (в рублях и процентном отношении)**

Структура потребления энергоресурсов на шахтах Донбасса [35] представлена на рис. 1.4. Основным видом ТЭР, потребляемых на угольных шахтах, как и на других горнопромышленных предприятиях, является электрическая энергия.

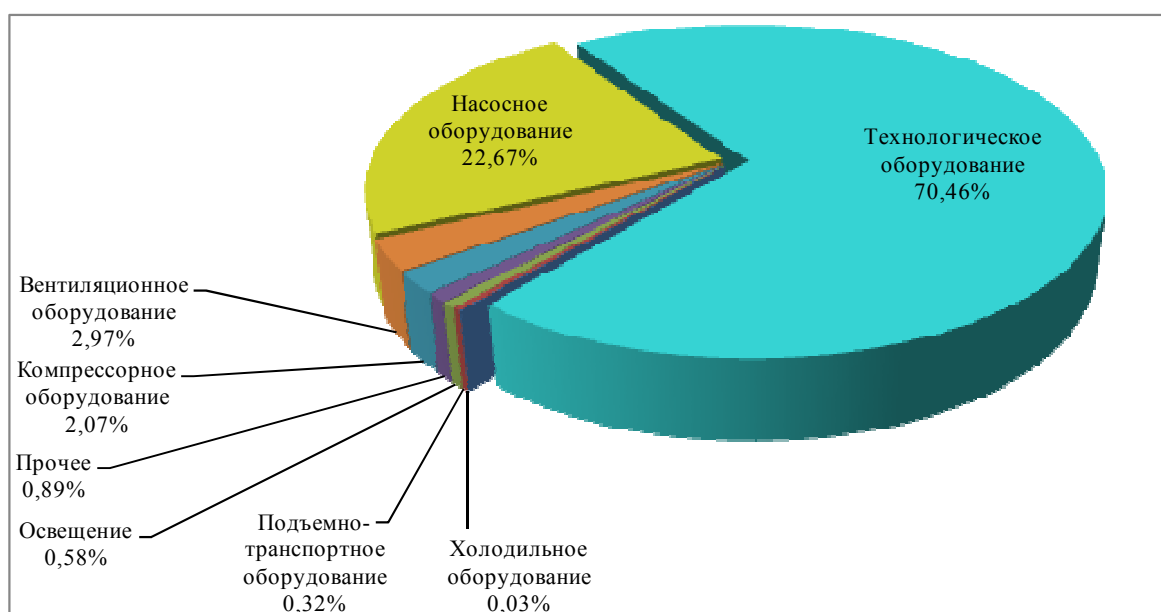


**Рис. 1.4. Структура потребления энергоресурсов на шахтах Донбасса (в процентном соотношении)**

Перечень и структура электропотребителей ОАО «Шахта «Заречная» приведены в табл. 1.1 и на рис. 1.5. Основными потребителями электроэнергии на шахте являются электроприёмники технологического оборудования (добычные и проходческие комбайны и комплексы, конвейеры), насосное и вентиляционное оборудование.

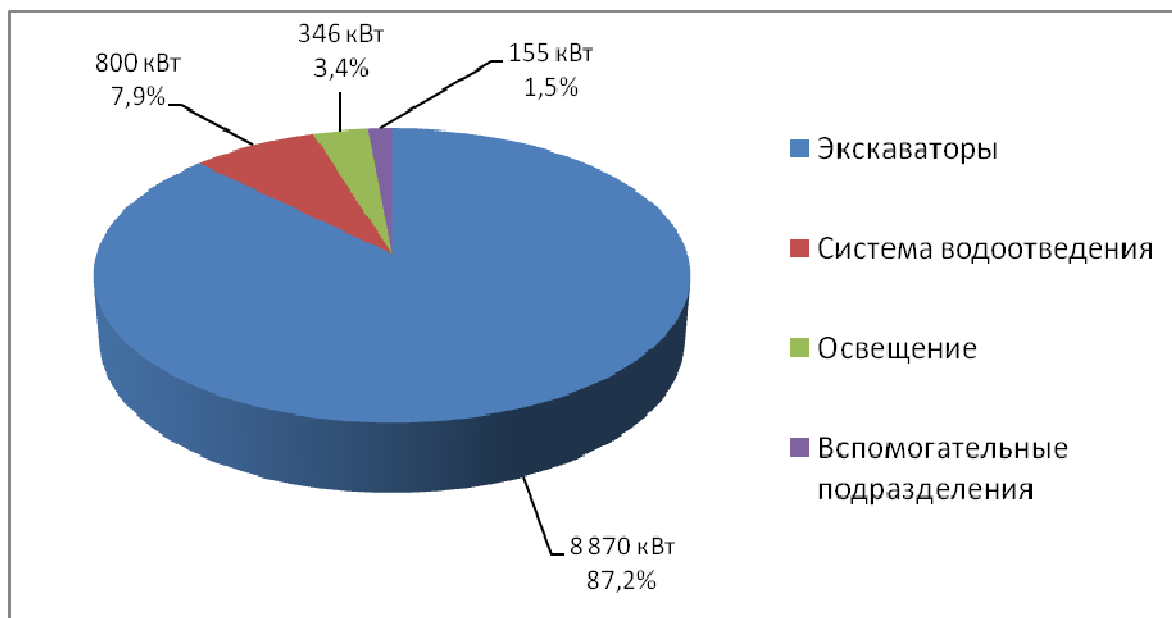
**Таблица 1.1. Сводный перечень электропотребителей предприятия  
ОАО «Шахта «Заречная»**

| Направление использования электроэнергии | Количество и суммарная мощность электропотребителей<br>(в цехах, участках, производствах и т.п.) |                 |                        |                 |              |                 |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|--------------|-----------------|
|                                          | Шахта                                                                                            |                 | Поверхностный комплекс |                 | Итого        |                 |
|                                          | Кол-во, шт.                                                                                      | Мощность, кВт   | Кол-во, шт.            | Мощность, кВт   | Кол-во, шт.  | Мощность, кВт   |
| 1.Технологическое оборудование, в т. ч.: | 243                                                                                              | 25 902,6        | 149                    | 21 847,5*       | 392          | 47 750,1        |
| -электропривод                           | 215                                                                                              | 24 844,6        | 149                    | 21 847,5*       | 364          | 46 692,1        |
| -термическое                             | -                                                                                                | -               | -                      | -               | 0            | 0,0             |
| -прочее                                  | 28                                                                                               | 1 058,0         | -                      | -               | 28           | 1 058,0         |
| 2.Насосное оборудование                  | 73                                                                                               | 11 087,0        | 42                     | 4 277,0         | 115          | 15 364,0        |
| 3.Компрессорное оборудование             | 15                                                                                               | 765,0           | 4                      | 640,0           | 19           | 1 405,0         |
| 4.Вентиляционное оборудование            | -                                                                                                | -               | 38                     | 2 015,3         | 38           | 2 015,3         |
| 5.Подъемно-транспортное оборудование     | -                                                                                                | -               | 25                     | 214,3           | 25           | 214,3           |
| 6.Холодильное оборудование               | 4                                                                                                | 22,0            | -                      | -               | 4            | 22,0            |
| 7.Освещение                              | 350                                                                                              | 7,0             | 6 167                  | 387,5           | 6 517        | 394,5           |
| 8.Прочее                                 | -                                                                                                | -               | 1                      | 600,0           | 1            | 600,0           |
| <b>Итого</b>                             | <b>685</b>                                                                                       | <b>37 783,6</b> | <b>6 426</b>           | <b>29 981,5</b> | <b>7 111</b> | <b>67 765,1</b> |



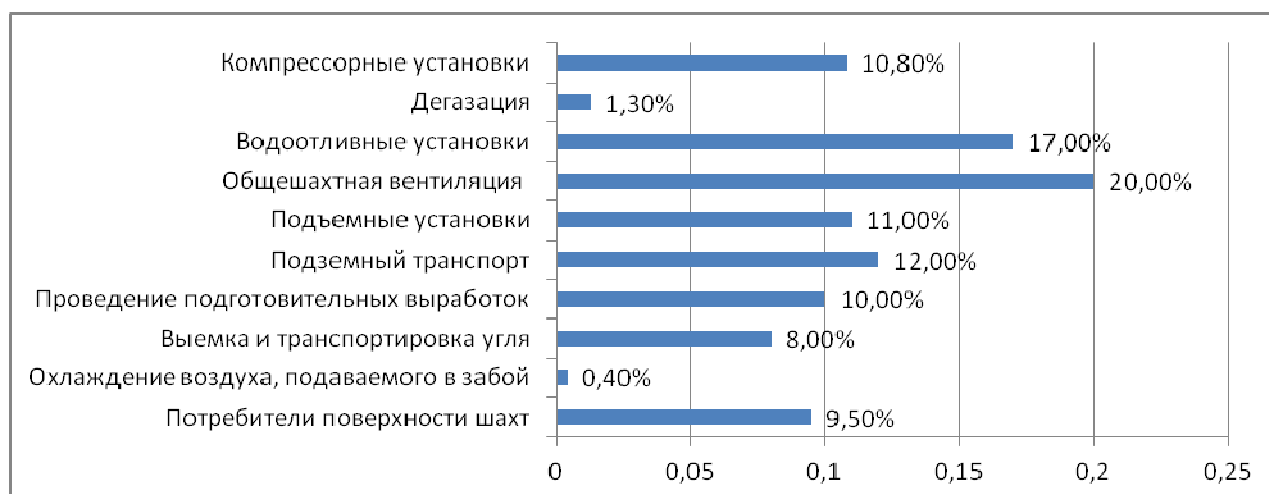
**Рис. 1.5. Долевое распределение установленной мощности электроприёмников  
ОАО «Шахта Заречная» по направлениям использования**

На рис. 1.6 приведена структура установленной мощности электропотребителей угольных разрезов (на примере разреза «Заречный» АО «СУЭК–Кузбасс»). Наибольшую долю в потреблении электроэнергии составляют экскаваторы и водоотливные установки.



**Рис. 1.6. Структура распределения установленной мощности электроприемников разреза «Заречный» АО «СУЭК-Кузбасс»**

Структура электропотребления на шахтах Донбасса основными технологическими процессами и службами в среднем по отрасли представлена на рис. 1.7 [35].

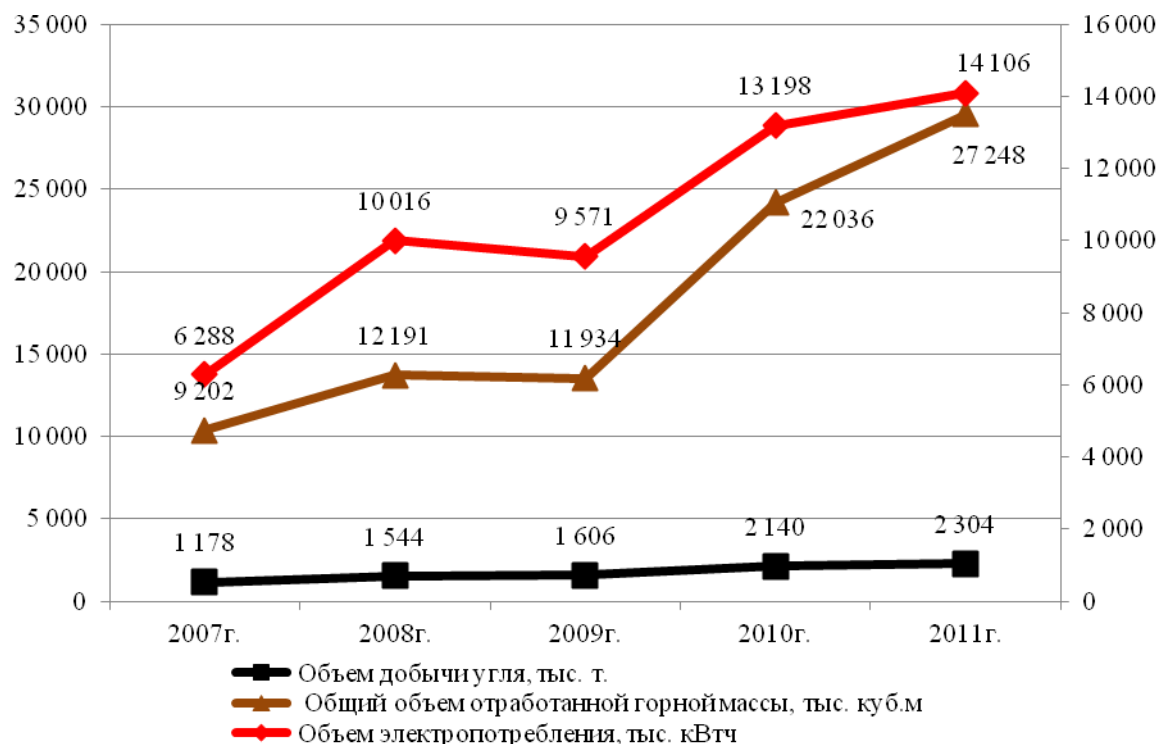


**Рис. 1.7. Структура электропотребления на шахтах Донбасса основными технологическими процессами и службами (в процентах)**

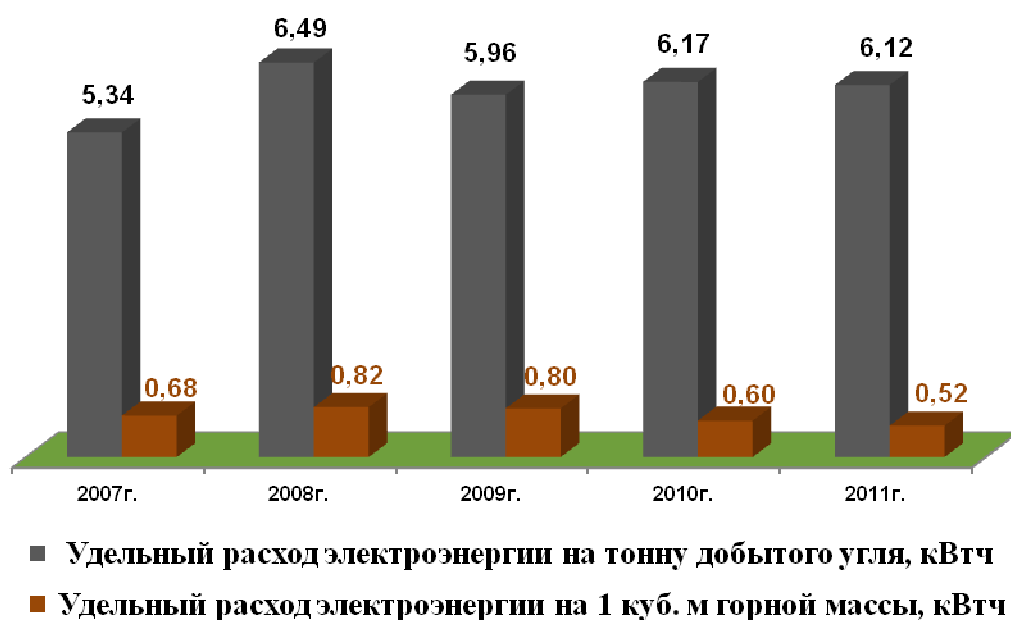
Данные показатели по отдельным шахтам, холдинговым компаниям и производственным объединениям имеют значительные отклонения от средних

показателей по отрасли.

На рис. 1.8 и 1.9 приведены показатели производственной деятельности, объемы электропотребления, а также удельный расход электроэнергии.



**Рис. 1.8. Динамика изменения основных производственных показателей и объема электропотребления разреза «Заречный» в 2007-2011 гг.**



**Рис. 1.9. Динамика удельных показателей электропотребления разреза «Заречный» в 2007-2011 гг.**

На рисунках отражено, что при одинаковой направленности изменения объемов переработки горной массы и электропотребления темпы изменения

данных показателей различны. Вследствие этого, начиная с 2009 г., удельный расход электроэнергии в расчете на 1 м<sup>3</sup> отработанной горной массы снижался и составил по итогам 2011 г. 0,52 кВт\*ч/м<sup>3</sup> (рис. 1.9). Это обстоятельство свидетельствует о снижении энергоемкости производственной деятельности разреза по электроэнергии, а следовательно, о повышении эффективности потребления электроэнергии. Основным фактором снижения удельного расхода электроэнергии стал ввод в эксплуатацию высокопроизводительного экскаватора P&H2300 для выполнения вскрышных работ.

Как правило, величина энергопотребления пропорциональна объемам производства. Вместе с тем специфика энергопотребления и энергосбережения такова, что такая зависимость может наблюдаться не всегда. Причинами роста энергопотребления могут быть непроизводственные расходы энергоресурсов, аварии, применение оборудования для улучшения условий работы (например, для кондиционирования воздуха) и т.п. Снижение роста энергопотребления может быть связано с эффективностью от масштаба.

В настоящее время в мировой экономике формируется новый инновационно-технологический уклад с использованием нано- и биотехнологий, технологий производства новых материалов. Растет число предприятий и организаций, осуществляющих технологические инновации. По данным Федеральной службы государственной статистики, в Российской Федерации в 2012 г. число таких предприятий составило 9,9 % (для сравнения в 2009 г. это значение составляло 9,4 %). В то же время это значительно ниже уровня стран Западной Европы, например, таких как Германия (69,7 %), Бельгия (59,6 %), Ирландия (56,7 %), Эстония (55,1 %), Чехия (36,6 %) [96].

Развитию технологических инноваций препятствуют многие экономические факторы, в том числе:

- недостаток финансовых ресурсов (собственных денежных средств и финансовой поддержки государства);
- высокая стоимость инновационных новшеств;
- высокая степень экономических рисков;

- недостаток квалифицированного персонала;
- недостаток информации о новых разработках.

В рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России» в разделах «Энергетика и энергосбережение», «Индустрия наносистем и материалов», «Информационно-технологические системы» реализуются проекты технологической платформы «Энергосбережение» [126, 138].

Приоритетными направлениями реализации инновационной технологической платформы «Энергосбережение» являются:

- интеллектуальные системы управления энергопотреблением в зданиях и сооружениях;
- системы освещения;
- системы отопления и кондиционирования;
- локальные системы утилизации;
- системы водоснабжения и канализации;
- системы генерации и транспортировки тепла, когенерации и транспортировки электроэнергии.

Экономия энергоресурсов и повышение энергоэффективности производства в масштабах предприятия и национальной экономики в целом дает следующие преимущества:

- сохранение ограниченных невозобновляемых природных ресурсов;
- уменьшение затрат трудовых, материальных и финансовых ресурсов для удовлетворения растущих потребностей страны в топливе и энергии;
- улучшение экологической составляющей окружающей среды;
- увеличение экспортных возможностей;
- получение дополнительных источников финансирования;
- уменьшение затрат на оплату ТЭР;
- повышение конкурентоспособности продукции и получение дополнительной прибыли за счет снижения ее себестоимости;
- устойчивость к возможным повышениям цен на энергоресурсы;

- уменьшение платы за загрязнение окружающей среды.

Законодательной и исполнительной властями Российской Федерации приняты ряд нормативно-законодательных актов, направленных на энергосбережение и повышение энергоэффективности. В числе мероприятий, определенных ФЗ №261, первостепенное значение имеют:

- проведение добровольных и обязательных энергетических обследований предприятий, организаций и учреждений;
- разработка и реализация энергосберегающих проектов;
- разработка и внедрение энергоменеджмента на предприятиях угольной отрасли.

По данным мониторинга «Долгосрочной программы развития угольной промышленности на период до 2030 года» [39], в 2012 г. на софинансирование региональных программ энергосбережения и повышения энергоэффективности было выделено 5,721 млрд руб.

В соответствии с представленной в Минэнерго России субъектами Российской Федерации информации о ходе проведения обязательных энергетических обследований только 30 % организаций провели такое обследование по состоянию на 31 декабря 2012 г.

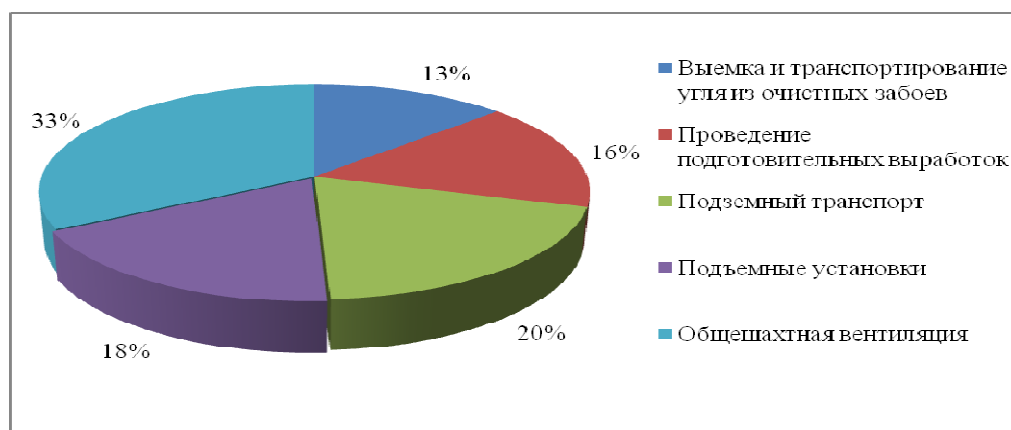
Отмечается, что организации угольной промышленности также неудовлетворительно проводят работу по выполнению нормы ФЗ №261 в части обязательного энергетического обследования.

Причинами сложившейся ситуации являются: отсутствие мотивации к реализации мероприятий, направленных на ресурсо- и энергосбережение; ограниченность свободных средств у организаций; отсутствие принятых на федеральном уровне методических рекомендаций о порядке ценообразования на энергоаудит, вследствие чего нередко завышается стоимость услуг или возрастают риски проведения формального обследования; высокие ставки кредитных организаций по финансированию энергосберегающих проектов; длительные сроки их окупаемости и др.

АО «СУЭК» осуществляет широкомасштабные мероприятия по модернизации систем энергосбережения и снижению удельных расходов электроэнергии с целью снижения затрат на основное производство и повышения конкурентоспособности продукции, среди таких мероприятий внедрение автоматизированных систем коммерческого и технического учета энергопотребления, позволяющих контролировать энергопотребление отдельных единиц оборудования, использование автоматизированных систем частотного регулирования на энергоемких механизмах, внедрение автоматически управляемых установок компенсации реактивной мощности и др.

Статистические данные, представленные АО «СУЭК», показывают, что удельные расходы электроэнергии по переработке горной массы снизились с 3,29 кВт\*ч за тонну в 2009 г. до 2,94 кВт\*ч за тонну в 2012 г., но в результате ухудшения горно-геологических условий удельная энергоемкость при добыче угля стабильно увеличивается (при проведении как подземных, так и работ открытым способом) за счет увеличения объемов переработки пустой породы: 2009 г. – 12,7 кВт\*ч/м<sup>3</sup>, 2010 г. – 13,6 кВт\*ч/м<sup>3</sup>, 2011 г. – 13,8 кВт\*ч/м<sup>3</sup>, 2012 г. – 14,1 кВт\*ч/м<sup>3</sup>. Приведенные данные показывают, что наряду с проводимыми мероприятиями по энергосбережению присутствуют факторы (в частности, ухудшение горно-геологических условий), обуславливающие повышение удельного энергопотребления.

Структура потенциала экономии электроэнергии на шахтах Донбасса [35] приведена на рис. 1.10.



**Рис. 1.10. Структура потенциала экономии электроэнергии (на примере шахт Донбасса)**

Наибольшую долю в резервах экономии электроэнергии занимают системы вентиляции (33 %), подземный транспорт (20 %) и установки шахтного подъема (18 %).

Особое место в реализации политики энергосбережения занимают предприятия – объединения крупного капитала, такие ПАО «Газпром», ОАО «НК «Роснефть», ПАО «ЛУКОЙЛ», СИБУР Холдинг, в их числе такие крупные горнопромышленные предприятия, угольные компании, как ОАО «Угольная компания «Южный Кузбасс», АО «СУЭК – Кузбасс», ОАО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь» и другие отличаются гигантскими объемами потребления энергоресурсов. Так, в СИБУР Холдинг годовое потребление энергоресурсов составляет порядка 50 млрд руб. При этом структура предприятий – объединений крупного капитала такова, что стратегические вопросы экономики и организации энергосбережения решаются на уровне объединения, а вопросы реального управления находятся в компетенции подразделений, предприятий, также зачастую являющихся крупными потребителями энергоресурсов.

Сведения об энергопотреблении и энергосбережении на некоторых горнопромышленных предприятиях приведены в табл. 1.2.

Приведенные в таблице данные по энергопотреблению показывают, что указанные предприятия являются крупными потребителями энергоресурсов, годовое потребление составляет сотни миллионов руб. (в данном случае от 170 до 280 млн руб. в год), и поскольку разброс цифр невелик, можно считать эти предприятия одного уровня энергопотребления. Предприятия привлекают в энергосбережение значительные инвестиции (до 250-350 млн руб. на 3-5 лет реализации), что придает особую значимость организации и управлению подобными капиталоемкими программами энергосбережения.

**Таблица 1.2. Энергопотребление и энергосбережение на крупных промышленных предприятиях**

| <b>Наименование предприятия</b>                                    | <b>Годовое<br/>потребление<br/>энергоресурсов,<br/>млн руб.</b> | <b>Инвестиции в<br/>энергосбережение,<br/>млн руб.</b> | <b>Среднегодовая<br/>экономия<br/>энергоресурсов,<br/>млн руб.</b> | <b>Среднегодовая<br/>экономия<br/>энергоресурсов,<br/>%</b> | <b>Средний срок<br/>окупаемости<br/>инвестиций в<br/>энергосбережение,<br/>лет</b> |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| «Разрез Бородинский им.<br>М.И.Щадова»<br>(АО «СУЭК – Красноярск») | 169,125<br>(2013 г.)                                            | 157,684<br>(на 3 года)                                 | 16,38                                                              | 9,7                                                         | 9,62                                                                               |
| АО «Разрез Березовский»<br>(АО «СУЭК – Красноярск»)                | 204,763<br>(2013 г.)                                            | 272,484<br>(на 3 года)                                 | 28,113                                                             | 13,7                                                        | 9,69                                                                               |
| ОАО «Шахта «Заречная»,<br>г. Полысаево<br>Кемеровская обл.         | 256,723<br>(2010 г.)                                            | 74,640<br>(на 2 года)                                  | 52,229                                                             | 20,3                                                        | 1,4                                                                                |
| ООО «НПП «Нефтехимия», г.<br>Москва, СИБУР Холдинг                 | 282,068<br>(2011 г.)                                            | 347,009<br>(на 5 лет)                                  | 84,451                                                             | 30                                                          | 4,1                                                                                |

Сроки окупаемости и годовая экономия мероприятий во многом зависят от политики энергосбережения и возможностей предприятия. Так, при одинаковой экономии в процентном отношении – у шахты «Заречная» 5 % от величины энергопотребления, срок окупаемости 1,4 года, у разреза «Березовский», у которого инвестиции в 34 раза больше – экономия 4,6 %, срок окупаемости составляет 9,69 лет. На шахте «Заречная» выбор мероприятий производился с позиций максимальной эффективности использования финансовых ресурсов. Целью политики энергосбережения разреза «Березовский» является получение максимальной экономии энергоресурсов в абсолютном выражении, что обуславливает необходимость вложения средств в мероприятия разной степени эффективности, в том числе низкой.

Причинами отличий в объемах инвестиций являются различные по затратам и по величине достигаемой годовой экономии энергосберегающие проекты, выбранные для реализации. Анализ программ энергосбережения, энергетических паспортов угольных предприятий показал, что в связи с высокой капиталоемкостью мероприятий по энергосбережению основной тенденцией реализации программ по повышению энергоэффективности является замена устаревшего оборудования на более современное энергоэффективное, проведение реконструкции предприятия, совершенствование технологии (рис. 1.11).

В программе энергосбережения АО «СУЭК» наиболее капиталоемкими проектами являются проекты по обновлению оборудования – например, по замене парка вентиляционных установок (величина капитальных затрат 600 млн руб.), внедрение новых комплексов типа 1КМ-138-0, КМ-144, «Джой», DBT и др. (величина капитальных затрат 1 555 млн руб.), внедрение глубокого ввода 110 кВ и 35 кВ (величина капитальных затрат – 250 млн руб.). Проводятся также организационные мероприятия по повышению энергоэффективности, т.е. без специальных капитальных вложений, например, упорядочение работы подъемных установок путем сокращения или полной ликвидации работы на холостом ходу, а также мероприятия, направленные исключительно на цели энергосбережения, например, мероприятие «компенсация реактивной мощности» (капитальные

затраты этого проекта составляют 1,5 млн руб., что значительно меньше затрат в приведенных выше проектах обновления парка горно-технологического оборудования).

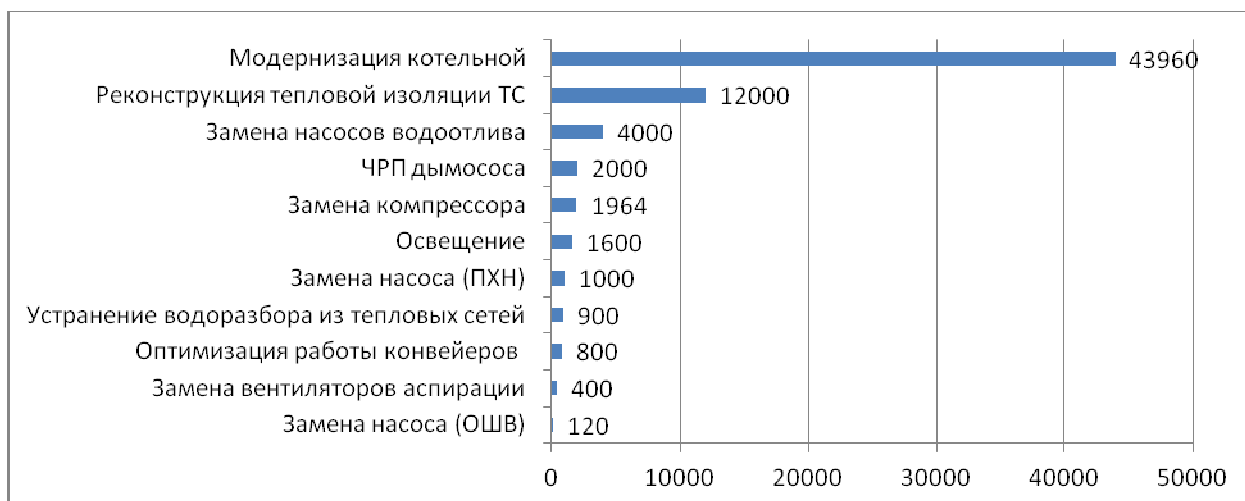


**Рис. 1.11. Основные направления и проекты энергосбережения, осуществляемые в АО «СУЭК»**

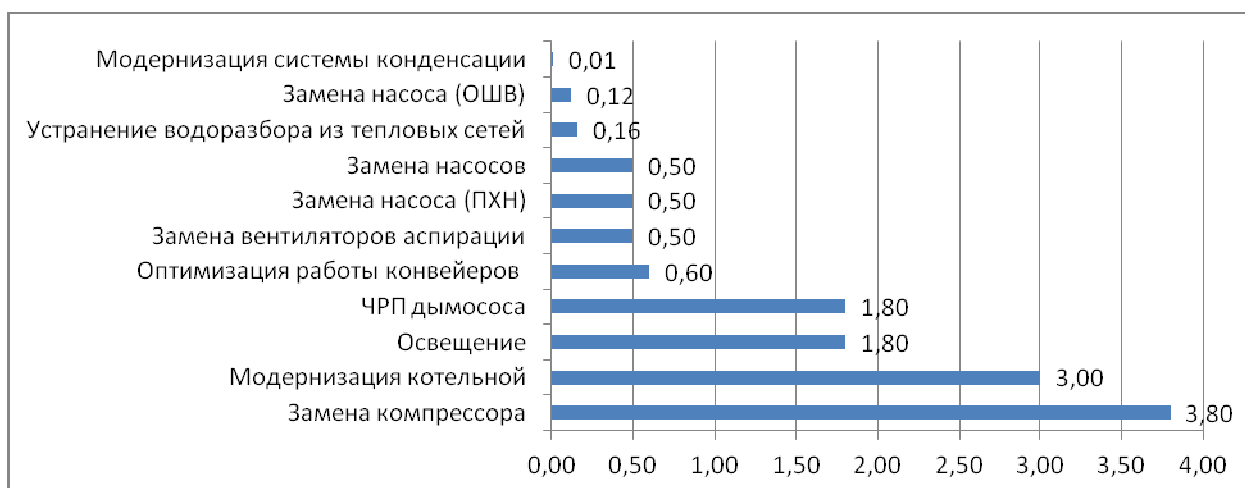
Вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что:

- угольные предприятия не заинтересованы во вложении средств исключительно на энергосбережение;
- применяемые мероприятия по энергосбережению имеют большой срок окупаемости;
- количество малозатратных и быстрокупаемых энергосберегающих проектов, как правило, ограничено.

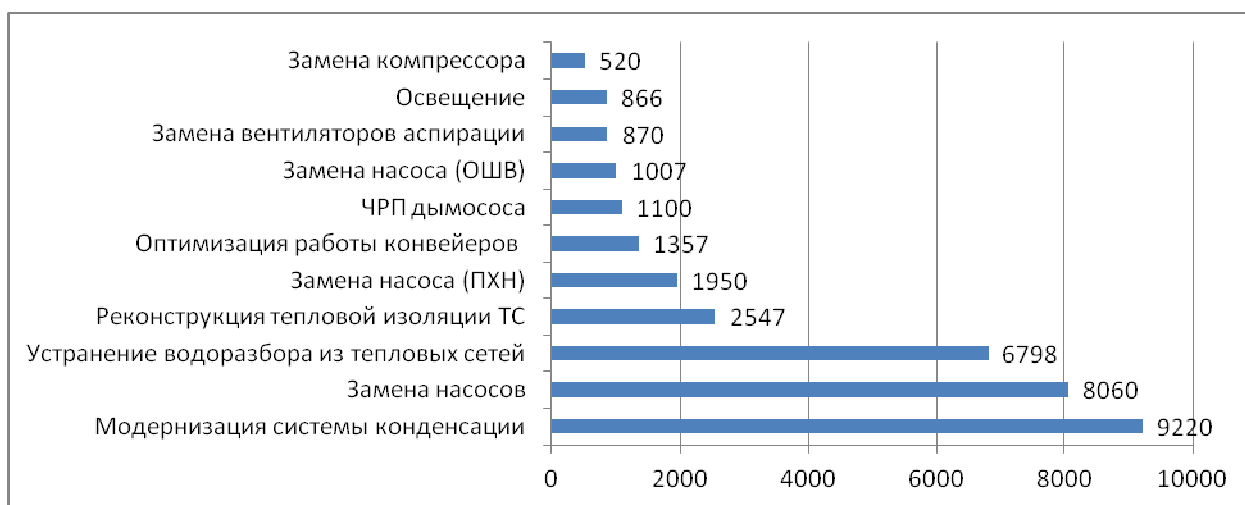
Характеристики мероприятий, предложенных для реализации в программе энергосбережения ОАО «Шахта «Заречная», приведены на рис. 1.12-1.14.



**Рис. 1.12. Инвестиции в энергосбережение на шахте «Заречная» (тыс. руб.)**



**Рис. 1.13. Диаграмма сроков окупаемости (в годах) энергосберегающих мероприятий на шахте «Заречная»**



**Рис. 1.14. Величины годовой экономии энергоресурсов от внедрения энергосберегающих мероприятий на шахте «Заречная» (тыс. руб.)**

Индивидуальные особенности предприятия определяют структуру потребления, перечень энергосберегающих мероприятий и размер затрат на их реализацию. Основными факторами, влияющими на выбор энергосберегающих мероприятий [6, 7, 10, 36, 38, 110, 111, 133], являются:

- специфика предприятия (подземная или открытая технология добычи, обогащение и переработка сырья);
- климатические условия;
- состав и структура потребления энергоресурсов;
- желательная экономия по каждому из ресурсов и срок окупаемости инвестиций;
- финансовые возможности предприятия;
- степень сложности и рисков при реализации энергосберегающих проектов.

В работе в качестве объекта исследования выбраны горнопромышленные предприятия с большим потреблением топливно-энергетических ресурсов.

Деятельность по энергосбережению и повышению энергоэффективности на предприятиях, потребляющих большие объемы ТЭР, к каковым относятся предприятия горнодобывающего, горноперерабатывающего, горно-металлургического, нефтехимического и других профилей, имеет свою специфику и характеризуется следующими особенностями:

- большое разнообразие мероприятий по энергосбережению – организационных, мало-, средне- и крупнозатратных, в том числе мероприятий, специально проводящихся для энергосбережения и мероприятий, проводимых с целью ремонта, замены старого оборудования на новое, энергоэффективное;
- объемные и разнообразные энергообследования (в том числе общие, специальные, экспресс-энергоаудиты);
- большой штат сотрудников и разнообразие видов персонала, участвующего в энергопотреблении;
- в связи с разнообразием проектов по энергосбережению велика доля риска в их реализации, в том числе рисков, характерных для деятельности по энергосбережению.

Более подробно особенности организации энергосбережения на предприятиях – крупных потребителях энергоресурсов будут рассмотрены ниже.

Анализ состояния вопроса энергосбережения и повышения энергоэффективности на горных и промышленных предприятиях показывает, что для снижения энергоемкости производства и повышения конкурентоспособности продукции необходимо создание эффективного организационного механизма управления энергосбережением, под которым в работе понимается система принципов, методов и инструментов, обеспечивающих достижение эффективного управления энергопотреблением на горнопромышленных предприятиях.

## **1.2. Аспекты управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях**

Энергетическими ресурсами, как и другими ресурсами предприятия (материальными, финансовыми, трудовыми), необходимо управлять. Эти задачи решает энергетический менеджмент (энергоменеджмент), представляющий собой научную дисциплину, в которой вопросы управления энергоресурсами, повышения эффективности использования рассматриваются не только в рамках технических, но и с учетом организационных, мотивационных, информационных, маркетинговых и инвестиционных аспектов [42, 66, 73, 101].

В настоящее время многими российскими предприятиями в ходе повседневной производственной деятельности осуществляется работа по управлению энергосбережением, т.е. применяются элементы системы энергоменеджмента. В перечень работ энергоменеджеров или ответственных за энергосбережение входят следующие виды работ:

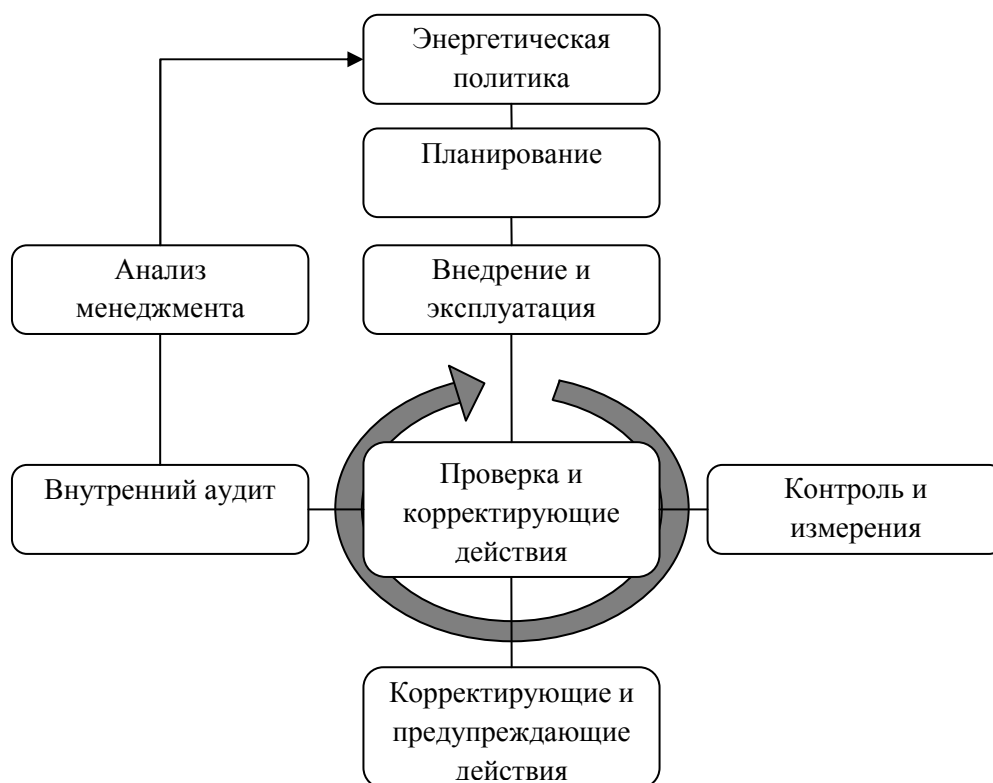
- поиск и разработка новых решений по энергосбережению;
- разработка, реализация и мониторинг программ энергосбережения;
- закупки энергоэффективного оборудования;
- внедрение новых технологий с использованием возобновляемых и нетрадиционных источников энергии;
- организация энергообследований;

- участие в проектных работах (контроль выбора на этапах проектирования энергоэффективных технологий, материалов, оборудования);
- повышение культуры энергопотребления персоналом предприятия и мотивация энергосбережения;
- корректировка удельных норм расходования энергоресурсов;
- разработка технико-экономических обоснований;
- подготовка информации для бизнес-планирования энергосберегающих проектов и т.д.

В течение последних десятилетий в странах с развитой экономикой (США, Южная Корея, страны Евросоюза – Дания, Германия, Швеция и др.) были созданы и нашли широкое применение национальные стандарты энергоменеджмента, а также велась целенаправленная работа по созданию международного стандарта. 15 июня 2011 г. Международная Организация по Стандартизации ISO опубликовала стандарт: 2011 г. «Energy management systems – Requirements with guidance for use» (Системы энергетического менеджмента – Требования и руководство по применению).

Стандарт ISO 50001 – это своеобразный ориентир, к которому следует стремиться и применять наиболее эффективные методы управления энергосбережением и повышением энергоэффективности. Система энергоменеджмента – это набор взаимоувязанных друг с другом и взаимодействующих между собой элементов организации, опирающихся на энергетическую политику и мероприятия, позволяющие эффективно управлять энергоресурсами. Поэтому часть элементов системы энергоменеджмента являются общими с элементами систем менеджмента качества (ISO 9001), экологического менеджмента (ISO 14001), охраны труда (OHSAS 18001) [151, 162, 168].

Структура системы энергоменеджмента в соответствии с международным стандартом приведена на рис. 1.15.



**Рис. 1.15. Система энергетического менеджмента в соответствии с международным стандартом ISO 50001**

Элементы системы энергоменеджмента по международному стандарту ISO 50001 во многом соответствуют их российским аналогам в соответствии с ФЗ №261:

- планирование: программы энергосбережения, целевые показатели;
- внедрение и эксплуатация: мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, энергосервисные контракты;
- контроль и измерения: энергоаудит;
- внутренний аудит: энергетический мониторинг;
- анализ менеджмента: субъективный фактор организации и руководства.

Для внедрения системы энергоменеджмента и сертификации предприятия по международному стандарту ISO 50001 необходимо в комплексе решить многие задачи.

Организационные аспекты предлагается рассматривать в соответствии с принципами процессного подхода, использование которого предусматривает идентификацию бизнес-процессов энергосбережения в системе бизнес-процессов

предприятия [100].

Бизнес-процессы можно разделить на основные, поддерживающие и управляющие.

В ходе выполнения основных бизнес-процессов создается добавочная стоимость продукции, реализуемой на сторону. Это процессы энергообеспечения, передачи энергоресурсов и процессы энергопотребления. В ходе исполнения поддерживающих бизнес-процессов создаются внутренние продукты или услуги или обеспечиваются условия для обеспечения основных бизнес-процессов.

Процессы управления направлены на организацию исполнения основных и поддерживающих бизнес-процессов по отдельности и в целом.

Функциями энергоменеджмента с точки зрения операционных улучшений являются:

1. Организация операционного управления энергообеспечением, энергопотреблением, техническим обслуживанием и ремонтами в целях обеспечения рационального потребления энергии (управление режимами энергообеспечения и энергопотребления);

2. Поиск и реализация организационно-технических мероприятий, обеспечивающих дополнительное повышение энергоэффективности и понижение энергоемкости производства продукции.

Для реализации функций системы энергоменеджмента организации применяют различные управленческие методологии управления процессами. Наиболее актуальной в настоящее время является методология реинжиниринга бизнес-процессов.

Одним из направлений повышения энергоэффективности является использование ресурсо- и энергосберегающих оборудования и технологий. Причем, если само по себе применение такого оборудования и технологий является мероприятием технического характера, то анализ технологического процесса и организации производства позиций ресурсо- и энергосбережения, обоснование принятия решений о применении новых технологий и оборудования и вывода из эксплуатации существующих – управленческая задача, решением которой должны

заниматься энергоменеджеры.

На кафедре «Обогащение полезных ископаемых» в КузГТУ (г. Кемерово) разработана технология применения полимерных флокулянтов в процессах сгущения и обезвоживания шламов угле- и золотообогащения [147]. Эта технология, решающая основную задачу по повышению качества процесса угле и золотообогащения и специальным образом не направленная на энерго- или ресурсосбережение, фактически дает следующие результаты:

- обеспечивается высокое качество производственной оборотной воды и тем самым уменьшается потребность обогатительной фабрики в дополнительном объеме свежей воды;

- если предприятие сбрасывает сточные воды в гидроотвалы (хвостохранилища), осуществляется возврат существенных объемов чистой воды обратно на фабрику;

- благодаря использованию флокулянтов в замкнутом цикле фабрики и закрытию гидроотвалов становится возможным переработка шламов гидроотвалов, которые являются бесплатным сырьем для фабрики и экономят природные ресурсы;

- применение флокулянтов снижает расходы на сушку или дает возможность работать без сушки, что также дает существенную экономию энергетических ресурсов;

- применение полимеров в процессе измельчения приводит к экономии электроэнергии при помоле, т.к. снижается трение между частицами, а измельчение – высокоэнергозатратный процесс.

Внедрение этой технологии осуществлено в объединениях «Русгидромет» ЗИФ (золото-извлекающая фабрика) «Белая гора» (Хабаровский край), «ЮжУралЗолото» ЗИФ «Пласт» (Челябинская обл.) и др. Экономический эффект от экономии ТЭР оценивается до двух миллионов рублей в год. При этом данные мероприятия не включались в программы энергосбережения предприятий.

Таким образом, большое значение в работе энергоменеджеров приобретают обоснование и выбор новых и своего рода анализ и ревизия, с точки зрения

их ресурсо- и энергосбережения, существующих технологий [57].

Внедрение системы энергоменеджмента на предприятиях включают создание новой структуры организации энергосбережения и ее интеграцию в структуру предприятия. Энергетический менеджмент должен осуществляться на всем предприятии, а его структурные подразделения должны взаимодействовать со всеми подразделениями предприятия. Служба энергоменеджмента в структуре предприятия может быть размещена [73]:

- в отделе главного энергетика;
- в техническом отделе, в том случае, если на предприятии осуществляется реконструкция;
- в отделе кадров, если на предприятии проводится обучение персонала вопросам энергосбережения;
- при участии внешних консультантов.

Размещение персонала энергоменеджмента возможно как в одном подразделении, так и по нескольким подразделениям предприятия.

Как показывает практика, совмещение основной структуры и структуры энергоменеджмента может приводить к перераспределению функциональных и должностных обязанностей, а также границ ответственности в подразделениях и службах предприятия. Это, в свою очередь, приводит к спорным ситуациям, когда ответственность сотрудники «перекладывают» друг на друга, что, безусловно, отрицательно сказывается на эффективности управления. Поэтому внедрение систем энергоменеджмента должно происходить с учетом последствий структурных изменений на предприятии.

Одной из задач энергоменеджмента является вовлечение и мотивация персонала предприятия заинтересованно и эффективно участвовать в программе повышения энергоэффективности. Для изучения на предприятии уровня мотивации энергосбережения проводятся экспертные исследования, анкетирование, экспресс-опросы. С помощью экономико-статистических методов производится обработка результатов данных исследований. По их результатам принимаются соответствующие решения по совершенствованию системы мотивации.

В экономическом аспекте для системы энергоменеджмента являются актуальными вопросы финансирования энергосберегающих проектов. Энергосберегающие проекты направлены прежде всего на снижение потребления ТЭР, на повышение энергоэффективности производства. Однако эти проекты не должны достигаться «любой ценой» и, кроме экономии ТЭР, должны быть эффективны с точки зрения вложения средств. Поэтому проекты энергосбережения преимущественно рассматриваются как проекты инвестиционные, представляющие собой вложения инвестиций с целью получения финансовой выгоды в будущем.

В зависимости от направлений вложения средств различают финансовые, реальные и интеллектуальные инвестиции. Разработка энергосберегающих проектов, оборудования и технологий требует вложений в научно-исследовательские и проектно-конструкторские разработки, а также производственные и оборотные фонды предприятий, образуя тем самым интеллектуальную и реальную составляющие инвестиций.

Основные критерии оценки энергосберегающих проектов на горнопромышленных предприятиях приведены на рис. 1.16 [52].

В отличие от других мероприятий по развитию производства, при внедрении энергосберегающих мероприятий не ставится цель существенного изменения технологии производства и характеристик выпускаемой продукции (в то же время может появиться сопутствующая продукция, например, шахтный метан, сопутствующие продукты обогащения). Проекты, направленные в первую очередь на существенное изменение технологии и характеристик продукции, производительности предприятия, количества рабочих и во вторую – на повышение энергоэффективности, являются глубокой модернизацией производства. В связи с этим следует выделять энергосберегающую составляющую для любого проекта по развитию производства на горном предприятии (в качестве отдельного раздела бизнес-плана).



**Рис. 1.16. Основные критерии оценки энергосберегающих проектов**

Особое внимание следует уделить внедрению энергосберегающих мероприятий на действующих горных предприятиях, в частности, на совмещение энергосберегающих проектов с плановым капитальным ремонтом и заменой горношахтного оборудования.

Также при внедрении проектов энергосбережения реализуются опытные (пилотные) проекты для исследования реального потенциала энергосбережения, и, в случае получения успешных результатов, проекты масштабируются в рамках предприятия или группы предприятий холдинга.

На подготовительном этапе инвестиционных проектов составляются бизнес-планы – документы, в которых формулируются цели и задачи проектов, сроки реализации, обеспечение ресурсами и выбор исполнителей. Неотъемлемой частью бизнес-плана является финансовый план, который включает оценку экономической эффективности проекта на основе анализа притока и оттока денежных средств на каждый момент времени на протяжении всего периода его жизненного цикла. Важное значение имеет раздел анализа рисков и чувствительности при внедрении инвестиционного проекта.

Для оценки экономической эффективности проектов используется система показателей, отражающих соотношение затрат и полученных результатов. Экономическую эффективность проекта можно оценить по следующим показателям:

- чистый дисконтируемый доход или интегральный эффект (чистая приведенная стоимость);
- индекс доходности (прибыльности);
- внутренняя норма доходности (прибыли, рентабельности или возврата инвестиций);
- срок окупаемости затрат и др.

Важным аспектом является проблема снижения возможных рисков, возникающих при реализации энергосервисных контрактов (ЭСКО) [124, 155]. К основным рискам ЭСКО следует отнести:

- риск предоставления заказчиком недостоверной и (или) неполной информации как на этапе проведения энергоаудита, так и на этапе эксплуатации;
- риск неквалифицированной эксплуатации заказчиком энергосберегающего оборудования;
- риск неплатежеспособности заказчика.

Для минимизации риска неплатежеспособности заказчика до заключения энергосервисного контракта проводят инвестиционный аудит, основная задача которого заключается в подготовке заключения о финансовой устойчивости предприятия в долгосрочной перспективе. Для этого проводят:

- изучение кредитной истории предприятия;
- анализ ликвидности и эффективности использования основных средств, рентабельности в динамике;
- анализ финансовых показателей предприятия за три предыдущих года;
- анализ динамики дебиторской и кредиторской задолженности, расчетов по налоговым обязательствам за три года, предшествующих аудиту;
- анализ перспектив развития предприятия, его положение на рынке, конкурентоспособности производимых продукции или услуг;

- анализ системы финансового планирования, контроля и учета;
- анализ основных бизнес-процессов.

Реализации энергосервисных контрактов присущи также риски, основанные на измерении реальной экономии энергоресурсов. В качестве способа определения этой экономии в международной практике принята система Измерений и Верификации (M&V), подтверждающая количественное определение сбережений энергоресурсов. Для определения сбережений достаточно вычесть потребление энергии после внедрения энергосберегающих мероприятий из потребления энергии до внедрения (базисного периода), а полученную разницу умножить на договорную цену энергии.

Однако этот процесс сложнее, чем кажется на первый взгляд. Пока измерения базисного потребления и потребления после внедрения производятся при тождественных условиях погоды, занятости, производительности и других переменных, влияющих на потребление энергии, споров между подрядчиками и заказчиками энергосервисных контрактов не должно возникать.

Поскольку условия на предприятии (например, погодные условия на угольном разрезе) редко когда бывают постоянными, требуется корректировка базиса для учета всех значимых изменений, которые произошли после модернизации.

Корректировка базиса, в свою очередь, значительно усложняет расчеты экономии. Кроме того, вопрос, что именно необходимо включать в эту корректировку, так же как и вопрос образования цены энергоресурсов, является неоднозначным и зачастую становится основанием для споров между подрядчиками и заказчиками.

Одним из основных способов снижения рисков можно считать возможность корректировки базиса потребления энергоресурсов на основании опыта внедрения международных протоколов верификации измерений, таких как:

- The International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP, Международный Протокол Измерений и Верификации Выполнимости).
- Federal Energy Management Program (FEMP) M&V Guideline (Руководство по M&V Федеральной Программы Энергоменеджмента).

- ASHRAE 14-P Guidelines on Measuring Energy and Demand Savings (Руководство по измерению сбережений энергии и потребления).

Эти протоколы имеют свои особенности и потому должны быть использованы в тех случаях, когда их применение наиболее эффективно.

Кроме того, для повышения эффективности внедрения энергосберегающих мероприятий и снижения рисков необходимы детальное изучение, обобщение и внедрение международного и отечественного опыта реализации энергосервисных контрактов, а также специальные исследования этих вопросов.

Основные направления энергосбережения соответствуют инновационной деятельности:

- внедрение нового энергетического и технологического оборудования;
- внедрение автоматизированных систем учета энергоресурсов;
- применение возобновляемых источников энергии;
- реконструкция, техническое перевооружение, капитальный ремонт на основе применения энергоэффективного оборудования, технологий, материалов.

В научной литературе приводятся различные определения терминов «инновации» и «инновационный процесс» [38, 58, 126, 128, 139, 140].

В зависимости от целей и задач научных исследований определено несколько основных критериев инноваций и приведенных этим критериям научных школ [126]. Деятельность по энергосбережению можно отнести к инновациям по всем приведенным ниже критериям (табл. 1.3).

Энергосбережению присущи следующие определяющие признаки инновационной деятельности [58]:

- энергосберегающие мероприятия дают экономическую выгоду (экономии энергоресурсов) для пользователя;
- энергосберегающие инновации могут рассматриваться как первое использование новшества (энергосберегающего мероприятия) на предприятии независимо от того, применялось ли оно где-либо ранее;
- управление энергосберегающими инновациями, так же как и любыми инновационными проектами, неразрывно связано с высокими рисками.

**Таблица 1.3. Соответствие энергосберегающих инноваций критериям инновационной деятельности**

| <b>Критерии и направления научных школ по инновациям</b>                                                                   | <b>Энергосберегающие инновации. Соответствие критерию инновационной деятельности</b>                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «Инновации – изменения»                                                                                                    | Цель энергосбережения и повышения энергоэффективности в уменьшении потребления топливно-энергетических ресурсов, внедрении современных технологий, увеличении конкурентоспособности предприятия для его устойчивого развития                                                                                           |
| «Инновации – результаты научного труда»                                                                                    | В деятельности по энергосбережению находят применение современные научные разработки нового энергоэффективного оборудования, технологий, материалов, использование возобновляемых источников энергии, а также результатов исследований в области информационных технологий, методов экономики, управления и маркетинга |
| «Инновации – процесс генерирования и использования идей и результатов»                                                     | Разработка новых направлений и способов энергосбережения, поиск новых технических и технологических решений                                                                                                                                                                                                            |
| «Инновации – движение от низшего к высшему, т.е. прогресс»                                                                 | Совершенствование энергосберегающих технологий, материалов, оборудования означает не что иное, как прогресс                                                                                                                                                                                                            |
| «Инновации – непрерывная деятельность, включающая этапы создания, распространения и практического использования новшества» | Энергосбережение – непрерывная деятельность, включающая этапы поиска, разработки, реализации энергосберегающих проектов, а также другие направления деятельности по энергосбережению                                                                                                                                   |
| «Инновации – изменение, результат, процесс, деятельность, прогресс»                                                        | Все указанные факторы находят место при разработке и реализации энергосберегающих программ                                                                                                                                                                                                                             |

Особенности организационных аспектов энергосбережения для предприятий с различным потреблением энергоресурсов приведены в табл. 1.4. Данные таблицы свидетельствуют, что для предприятий, являющихся крупными потребителями энергоресурсов, характерны не только количественные, но и качественные отличия по различным экономическим и управленческим факторам.

**Таблица 1.4. Особенности организационно-экономических аспектов энергосбережения для предприятий с различным потреблением энергоресурсов**

| <b>Наименование статей</b>                                         | <b>Предприятия – малые и средние потребители энергоресурсов (предприятия ЖКЖ, социальной сферы, небольшие промышленные предприятия, офисные здания)</b> | <b>Предприятия – крупные потребители энергоресурсов (горнопромышленные предприятия)</b>                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Объемы потребления и величина потенциала энергосбережения          | Незначительное потребление и ограниченные величины потенциалов энергосбережения                                                                         | Большое энергопотребление и большие значения потенциала энергосбережения                                                                                                      |
| Виды, количество и сроки окупаемости энергосберегающих мероприятий | В основном типовые энергосберегающие мероприятия, количество и сроки окупаемости типовых мероприятий, как правило, небольшие                            | Энергосберегающие мероприятия в основном индивидуальные, требующие специальной разработки, и в меньшей степени типовые, количество мероприятий и сроки окупаемости большие    |
| Виды и степень рисков                                              | Количество видов рисков и их степень небольшие                                                                                                          | Значительные риски, такие как инвестиционные, организационные, технические и технологические, мотивационные, информационные                                                   |
| Система мотивации                                                  | Система мотивации слабая или отсутствует                                                                                                                | Возрастающая роль мотивации, различная мотивация по видам персонала, сложность в оценке мотивации                                                                             |
| Процессы и подпроцессы, виды деятельности по энергосбережению      | Не все виды деятельности по энергосбережению, процессы и подпроцессы имеют место                                                                        | Разнообразие видов деятельности, процессов и подпроцессов                                                                                                                     |
| Энергетические обследования                                        | Энергообследования в большей степени типовые                                                                                                            | Энергообследования в большей степени индивидуальные, в меньшей степени типовые                                                                                                |
| Система управления энергосбережением (энергоменеджмента)           | Система управления сводится к наличию одного ответственного за энергосбережение, система энергоменеджмента отсутствует                                  | Система управления энергосбережением (энергоменеджмента) сложная, включает технические, организационные, информационные, инвестиционные, мотивационные, маркетинговые аспекты |
| Инвестиции в энергосбережение                                      | Инвестиции незначительные                                                                                                                               | Инвестиции значительные, необходима их оптимизация                                                                                                                            |

По данным Аналитического центра при Правительстве РФ [26], примерно половина промышленных предприятий, реализующих программы энергосбережения, проводят модернизацию технологического оборудования (около 61 % от опрошенных) и энергетического хозяйства (54 %). Наличие программ энергосбережения, как правило, обеспечивает возможность запуска и реализации проектов инновационного характера.

Примерно каждое десятое предприятие осуществляет среднегодовые затраты на энергосбережение более 100 млн руб. Более половины из реализуемых проектов имеют срок окупаемости менее трех лет, а средний срок окупаемости энергосберегающих мероприятий составляет 2,5 года. Около 70 % предприятий в качестве источника финансирования используют собственные средства. Проведенный анализ показал, что для реализации энергосберегающих проектов основными препятствиями являются экономические и финансовые барьеры:

- высокие инвестиционные затраты;
- большие сроки окупаемости для многих затратных проектов;
- недостаточность собственных средств;
- сложность получения доступного внешнего (государственного и коммерческого) финансирования.

Заемные средства на цели энергосбережения используют не более 20 % предприятий. Меры государственной поддержки использовали менее 5 % предприятий, около 75 % предприятий за поддержкой не обращались, а 15 % получили отказ в господдержке по различным причинам.

Наиболее значимыми мероприятиями по экономии энергоресурсов на крупных, в том числе горнопромышленных предприятиях, являются проекты модернизации и технического перевооружения производства, для финансирования которых у предприятий есть достаточно широкий спектр инструментов (в т.ч. банковские кредиты). Такие мероприятия можно отнести к группе «сопутствующих», выполняются с целью замены устаревшего оборудования, повышения надежности, производительности и т.д., одновременно являются и

энергосберегающими мероприятиями, реализация которых позволяет в значительной степени повысить энергоэффективность производства.

Анализ состояния вопроса и программ энергосбережения на горнопромышленных предприятиях показывает, что в настоящее время не существует эффективного организационного механизма управления энергосбережением, а также:

- не используются в полной мере методы оптимизации затрат при планировании энергосберегающих мероприятий и проведении энергетических обследований;

- не учитываются должным образом факторы неопределенности и риска при внедрении энергосберегающих проектов;

- не уделяется достойное внимание оценке и повышению уровня мотивации персонала;

- отсутствуют системы управления энергосбережением на основе использования бизнес-процессов.

### **1.3. Анализ научных исследований по вопросам управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях**

Вопросы управления энергосбережением, в том числе на горных и промышленных предприятиях, рассмотрены в работах [1, 9, 11-13, 22, 34, 41, 43, 68, 71, 77, 85, 89, 86, 95, 97, 98, 129, 139, 142, 143, 155-157]. Проблемам совершенствования организации энергоэффективного горного производства посвящены исследования [2, 19, 24, 25, 69, 72, 99, 103, 105-107, 109, 112-114, 134]. Вместе с тем, несмотря на весомое количество, многогранность и глубину научных исследований в данных областях, их анализ показывает, что вопросам формирования организационных механизмов управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях в современных условиях инновационного развития производства уделено недостаточное внимание.

Вопросам экономического обоснования программ энергосбережения на железорудных горно-обогатительных комбинатах посвящена работа [41]. В ней выбор оптимального варианта программы осуществляется по максимальному значению критерия совокупного дополнительного дохода, который складывается из эффектов, полученных по отдельным энергосберегающим мероприятиям, и синергетического эффекта от их совместной реализации:

$$D = \sum_{i=1}^I (\Delta B_i^{\Pi} + \Delta B_i^C + \Delta B_i^V - Z_i) + \sum_{j=1}^J \Delta D_j^{\Sigma}, \quad (1.1)$$

где  $i \in \overline{1, I}$  – энергосберегающие мероприятия, входящие в рассматриваемый вариант программы;

$j \in \overline{1, J}$  – сочетания энергосберегающих мероприятий, дающие синергетический эффект и встречающиеся в рассматриваемом варианте программы;

$\Delta B_i^{\Pi}$  – изменение выручки от реализации при осуществлении  $i$ -го энергосберегающего мероприятия вследствие роста цен;

$\Delta B_i^C$  – изменение выручки от реализации при осуществлении  $i$ -го энергосберегающего мероприятия вследствие изменения производственных издержек;

$\Delta B_i^V$  – изменение выручки от реализации при осуществлении  $i$ -го энергосберегающего мероприятия вследствие изменения объемов реализации продукции;

$\Delta D_j^{\Sigma}$  – синергетический эффект (дополнительный доход) от совместной реализации  $j$ -го сочетания мероприятий;

$Z_i$  – затраты на реализацию  $i$ -го энергосберегающего мероприятия.

Оценка вариантов программ энергосбережения при сценарном подходе к определению воздействия внешней среды на составляющие критерия осуществляется на основе платежной матрицы

$$D = (D_{m,s}), \quad (1.2)$$

где  $m \left( m = \overline{1, M} \right)$  - вариант программы энергосбережения;  $s \left( s = \overline{1, S} \right)$  - сценарий развития внешней среды, по которой рассчитывается математическое ожидание совокупного дополнительного дохода для  $m$ -го варианта программы энергосбережения:

$$\overline{D_m} = \sum_{s=1}^S P_s D_{m,s}, \quad (1.3)$$

где  $P_s$  - вероятность развития внешней среды по  $s$ -му сценарию,  $D_{m,s}$  - совокупный дополнительный доход для  $m$ -го варианта программы энергосбережения при  $s$ -м сценарии развития внешней среды.

Предлагаемая модель достаточно полно учитывает влияние внешних и внутренних факторов при разработке программ энергосбережения на железорудных горно-обогатительных комбинатах, однако в работе не уделено должного внимания вопросам их реализации.

Вопросам технико-экономического обоснования энергосберегающих мероприятий в строительном комплексе посвящена работа [95]. В ней решена задача экономического обоснования применения современных энергоэффективных материалов для устойчивого инновационного развития предприятия. При этом данные исследования являются узкоспециализированными и посвящены в основном вопросам технико-экономического обоснования программ энергосбережения, не решая при этом проблему комплексного управления энергосбережением на предприятиях.

В работе [41] были исследованы новые показатели, введенные для исследования автором, такие как синергетический эффект от совместного внедрения энергосберегающих мероприятий и критерий совокупного дополнительного дохода. Подобный подход характерен также для работ [68, 142, 157].

При решении задач энергосбережения и повышения энергоэффективности для выбора вариантов принятия решения применяется метод экспертных оценок [15]. Так, в работе [104] метод используется при оценке уровня энергетического менеджмента на предприятии, а в работе [129] применяется для выбора типа

автоматизированной системы учета и контроля потребления энергоресурсов (АСКУЭ), а также оценке внутреннего и внешнего рисков предприятия. Метод экспертных оценок целесообразно применить для оценки степени рисков энергосбережения, степени значимости факторов человеческого капитала, а также для ранжирования степени полезности работ для выявления потенциала энергосбережения при проведении энергообследований.

В работе [68] решается задача обоснования системы энергосбережения региона, представляющей собой комплекс организационно-экономических, технических, структурно-энергетических и технологических подсистем.

Для оценки качества системы энергосбережения исследуется обобщенный комплексный показатель эффективности организации  $Y$ :

$$Y = f(M, C, P) = P \frac{M}{C} \quad (1.4)$$

где  $M$  – среднее число реализуемых в течение года энергосберегающих мероприятий;

$C$  – общий объем инвестиций в систему энергосбережения;

$P$  – минимальная условная вероятность полноты реализации запланированных энергосберегающих мероприятий.

При изучении зависимости результирующего показателя от эффективности автор применил метод цепных подстановок, которые соответствуют различным фактическим результатам, и метод детерминированного факторного анализа для оценки влияния факторов на отклонение комплексного показателя эффективности. Модель обобщенного показателя позволяет оценить итоговую эффективность системы энергосбережения.

Факторный анализ показателя эффективности организации региональной системы энергосбережения, произведенный методом полных подстановок, интегральным методом Эйлера-Лагранжа, а также логарифмическим методом, показал, что для совершенствования системы энергосбережения в современных условиях необходимо добиваться максимальной полноты реализации энергосберегающих мероприятий, а в условиях ограничения инвестиций –

увеличением количества числа запланированных мероприятий, основным свойством которых должны стать массовость и реализуемость.

В работе [157] для оценки энергоэффективности в регионе предложена модифицированная методика определения показателей энергетической емкости и энергетической эффективности региона, основанная на уточнении понятий «валовой внутренний продукт региона» и «расширенное энергопотребление региона (агломерации)», а в работе [142] по уточненной методике определяются резервы энергопотребления первого и второго рода для предприятий промышленности и жилищно-коммунальной сферы.

Метод факторного анализа применяется также и в работе [129], где произведено ранжирование финансово-экономических показателей для определения оптимального режима деятельности предприятия по повышению энергоэффективности.

Задачи оптимизации режимов деятельности предприятий с учетом факторов риска рассмотрены в работах [63, 90, 92, 94, 114, 129, 130, 146, 155]. В этих исследованиях применяется современный инструментарий для решения задач оценки и управления рисками, вместе с тем вопросы учета, идентификации и оценки рисков для проектов энергосбережения на горнопромышленных предприятиях изучены недостаточно.

В работе [67] описан подход к выбору оптимального набора организационно-технических мероприятий (ОТМ) и установлению оптимальной очередности их выполнения, обеспечивающий максимизацию суммарного приведенного эффекта от их реализации и оптимальное использование финансовых ресурсов.

Из заданной совокупности ОТМ отбираются в план мероприятия, максимизирующие приведенный эффект за расчетный период:

$$\overline{\Theta}_T = \sum_{t=0}^T \sum_{i=1}^n \overline{\Theta}_i \alpha^t x_{it}, \quad i = \overline{1, n}, \quad t = \overline{0, T}. \quad (1.5)$$

При ежегодных ограничениях на выделенные ресурсы (капитальные вложения):

$$\sum_{i=1}^n K_{it} \leq K_t ,$$

и целочисленности решений:

$$\sum_{i=1}^n x_{it} = 1 .$$

Здесь  $n$  – число ОТМ на начальном этапе;  $\mathcal{E}_i$  – ожидаемый экономический эффект от реализации  $i$ -го ОТМ;  $K_{it}$  – капитальные вложения, разнесенные по годам внедрения  $i$ -го ОТМ;  $K_t$  – лимит капитальных вложений  $t$ -го года;  $t$  – возможные сроки реализации ОТМ;  $x_{it} = 1$ , если  $i$ -е мероприятие включается в план года  $t$  и  $x_{it} = 0$ , если  $i$ -е мероприятие не включается в план года  $t$ .

Оптимизационная задача решается методом динамического программирования. Целевая функция имеет вид:

$$F_t(\overline{\mathcal{E}_{it}}) = \max [F_{t-1}(\overline{\mathcal{E}_{i,t-1}}, K_{i,t-1}) + f_t(\overline{\mathcal{E}_{i,t}}, K_{i,t})] , \quad (1.6)$$

где  $F_t$  – функция, отражающая суммарный максимальный эффект за расчетный период по всей совокупности мероприятий, включенных в план,  $F_{t-1}$  – функция, отражающая суммарный максимальный приведенный эффект по совокупности мероприятий за период  $(t-1)$ ;  $f_t$  – функция, отражающая максимальный приведенный эффект по мероприятиям, включенным в план года  $t$ ;  $\overline{\mathcal{E}_{i,t}}$ ,  $\overline{\mathcal{E}_{i,t-1}}$  – приведенный эффект по  $i$ -му мероприятию, включенному в план года  $t$  и периода  $(t-1)$ ;  $K_{i,t}$ ,  $K_{i,t-1}$  – капитальные вложения, связанные с выполнением ОТМ в году  $t$  и период  $(t-1)$ .

Данное рекуррентное соотношение предполагает нахождение для каждого года планового периода такого состава мероприятий, при котором достигается максимальный экономический эффект от их внедрения.

Для данной модели авторами построена методика отбора ОТМ в оптимальный план, которая основывается на методе последовательных приближений.

Предлагаемый авторами подход к формированию оптимального плана ОТМ определяется выбранной стратегией отбора мероприятий для включения в план каждого расчетного периода. При этом учитываются: экономический эффект от внедрения ОТМ и их технико-экономические параметры; ограничения на располагаемые ресурсы; последствия, возникающие в результате отбора мероприятий, требующих нескольких лет для выполнения. Решение, принятое на предыдущих стадиях расчета, оказывает существенное влияние на формирование плана последующих лет.

В работах [9, 22, 68, 85-88, 139] рассмотрены вопросы формирования организационного механизма энергосбережения на уровне регионов, проведены исследования региональных программа энергосбережения, показателей, мероприятий и задач, которые, однако, не в полной мере учитывают особенности управления энергосбережением на предприятиях и в организациях, в частности, на крупных промышленных предприятиях.

Вопросам совершенствования инструментария организационных механизмов управления в промышленности посвящены работы [27, 76, 116, 137]. Вопросы формирования и совершенствования организационного механизма энергосбережения на уровне предприятия рассмотрены в работах [1, 89, 123, 143]. В них учитываются специфические особенности отрасли, в которой функционирует предприятие, при этом анализ исследований показывает, что вопросы и проблемы, присущие организации энергосбережения на крупных горных и промышленных предприятиях, изучены в данных работах недостаточно.

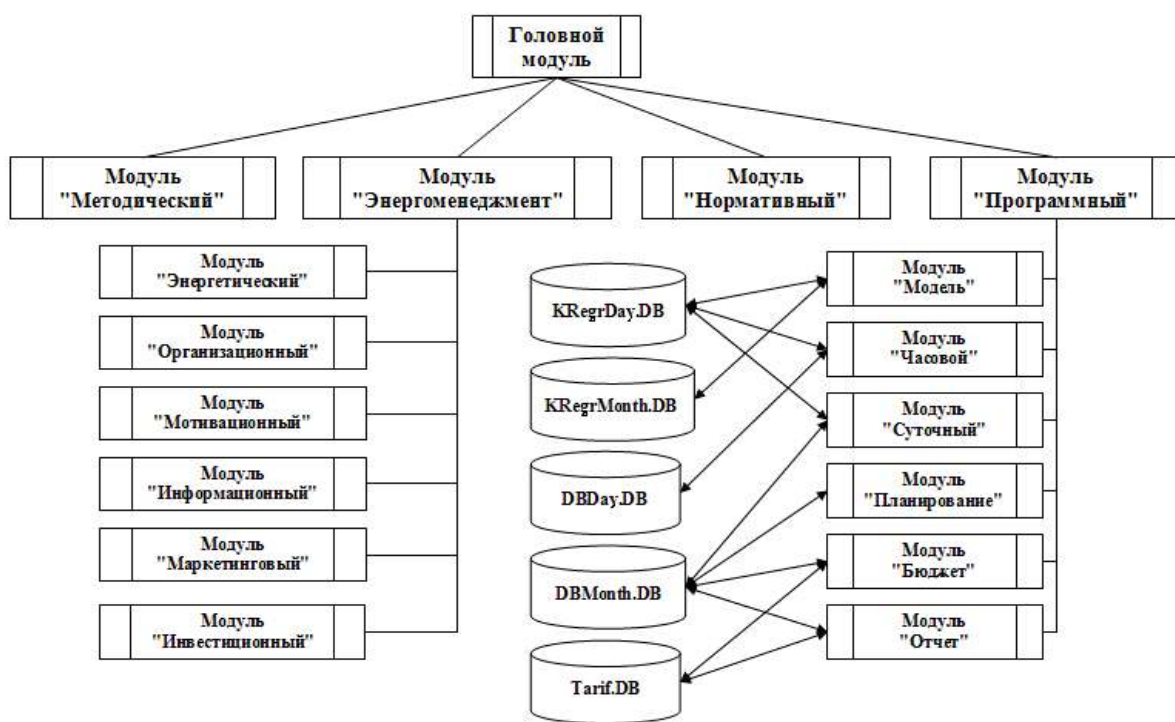
Вопросам мотивации персонала в энергосбережении посвящены работы [73, 97, 108]. В этих работах рассматриваются вопросы мотивации персонала в области энергосбережения, однако в них не использованы методы управления человеческим фактором и человеческим капиталом, что представляется важным при внедрении инновационных проектов. В работе [139] также рассмотрены вопросы мотивации, но не на уровне персонала организации, а на уровне предприятий региона, для повышения региональной/отраслевой заинтересованности в привлечении финансирования для внедрения

энергосберегающих проектов и обеспечения реализации программ энергосбережения в масштабах отрасли.

В работе [12] рассмотрены инструменты инновационной деятельности по энергосбережению в ЖКХ, предложена структурная модель для оценки системного эффекта от внедрения инноваций в области энергосбережения в системе городского водоснабжения.

Вопросам реализации инновационного механизма повышения энергоэффективности путем внедрения системы энергетического менеджмента на предприятиях посвящены работы [43, 66, 73, 104, 155].

В работе [43] предлагается осуществлять управление энергопотреблением с помощью программно-аналитического комплекса, состоящего из отдельных программных модулей, в том числе модуля «Энергоменеджмент». Структурная схема программно-аналитического комплекса представлена на рис. 1.17.



**Рис. 1.17. Структурная схема программно-аналитического комплекса «Управление энергоресурсами»**

Учет различных аспектов энергоменеджмента находит отражение в модели, предложенной авторами работы [74]. Эта модель позволяет учесть

мультипликативное влияние управленческих и технических факторов на процесс управления энергопотреблением. Эффект мультипликации представлен матрицей

$$U = A \cdot B = \begin{pmatrix} a_1 b_1 & a_2 b_1 & \dots & a_n b_1 \\ a_1 b_2 & a_2 b_2 & \dots & a_n b_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_1 b_m & a_2 b_m & \dots & a_n b_m \end{pmatrix}, \quad (1.7)$$

где  $n$  – число технических и  $m$  – число управленческих факторов, влияющих на процесс управления энергопотреблением;  $a_1, a_2, \dots, a_n$  – технические и  $b_1, b_2, \dots, b_m$  – управленческие факторы, влияющие на управление энергоресурсами.

Применение методов распознавания образов, в частности разложения Карунена-Лоева, позволяет получить наиболее устойчивое состояние системы признаков по минимуму среднеквадратической ошибки.

Метод главных компонент [4] осуществляет переход  $X = F \cdot Y$  к новым ортогональным переменным. Здесь  $X = (x_{ij})$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, m}$  – матрица исходных экспериментальных данных;  $F = (f_{ij})$ ,  $i, j = \overline{1, n}$  – матрица факторных нагрузок;  $Y = (y_{ij})$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, m}$  – матрица координат новых переменных (главных компонент). Использование компонентного анализа позволяет уменьшить число факторов в модели управления энергопотреблением по максимуму дисперсии при минимальной потере информативности. Предложенные методы позволяют оптимизировать набор факторов, которые необходимо учитывать при моделировании процесса энергопотребления.

В работах [6, 43, 75, 84, 104] решаются задачи управления электропотреблением с целью повышения энергоэффективности горного и промышленного производства. Так, в работе [75] исследуются зависимости удельного энергопотребления технологических переделов железорудных горно-обогатительных предприятий на основе математической статистики и корреляционно-регрессионного анализа [14] и определяется среднее удельное потребление электроэнергии ( $w_t$ ):

$$w_t = \frac{W_t}{Q_t}, \quad (1.8)$$

где  $W_t$  – общее потребление электроэнергии за интервал времени  $t$ , кВт\*ч;  $Q_t$  – количество сырой руды, переработанной за тот же интервал времени.

В работе [75] установлено, что эмпирические распределения значений сменной переработки руды и удельного сменного потребления электроэнергии подчиняются нормальному закону. Выявлена тесная корреляционная зависимость между объемом переработки руды и удельным электропотреблением, которая имеет параболический вид

$$Q = b_0 + b_1 w + b_2 w^2, \quad (1.9)$$

где  $b_0, b_1, b_2$  – параметры уравнения регрессии, оцениваемые методом наименьших квадратов на основе наблюдаемых значений  $W_t$  и  $Q_t$ .

Предлагаемые модели отражают энерготехнологический характер режимов работы передела измельчения и могут использоваться для решения технических задач (например, вывода мельничного узла горно-обогатительного предприятия на оптимальный режим работы по удельному электропотреблению). При этом учет только одной управляющей переменной ограничивает применение модели.

Развитие организационных вопросов энергосбережения исследовано в работах [34, 98, 142, 143, 157]. Так, в работе [98] исследуется взаимосвязь устойчивого развития предприятия и комплексных показателей энергосбережения. Проанализированы взаимосвязь показателей энергосбережения с устойчивым развитием предприятия. Вместе с тем в данном исследовании не рассматриваются вопросы создания системы управления энергосбережением, которая должна обеспечивать реализацию предложенных в диссертации разработок.

Анализ литературных источников и практики управления процессами энерго- и ресурсосбережения на российских промышленных предприятиях показал недостаточную проработанность ряда вопросов, связанных с управлением энергосбережением через формирование инвестиционного портфеля энергосберегающих мероприятий. Отсутствие комплексного методического подхода, учитывающего взаимодействие разнообразных факторов реализации

энергосберегающих инноваций, таких как риски и мотивация персонала, инвестиционные затраты на энергосбережение, в том числе на проведение энергообследований, оказывающих существенное воздействие на повышение эффективности и устойчивости развития предприятия, послужило основанием для выбора цели и задач диссертационного исследования.

Вопросы совершенствования бизнес процессов рассмотрены в работах [16, 20, 148, 150], в том числе процессов в энергосбережении в [46, 47, 100]. Данные работы посвящены совершенствованию систем управления энергосбережением на предприятиях на основе моделирования и оптимизации бизнес-процессов. В работах [46, 47] разработан процесс технико-экономического обоснования программ энергосбережения на ОАО «Межрегиональная распределительная сетевая компания» с учетом особенностей предприятия. При этом разработанный процесс не охватывает всей деятельности по управлению энергосбережением, в частности, такие ее аспекты, как реализация программы и контроль ее выполнения, корректировка удельных норм, контроль проектов и закупок, учет особенностей технологического процесса и организации производства, т.е. процессов, характерных для крупных промышленных, в том числе горных предприятий.

При создании системы управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях необходимо учитывать их специфику, а также положения международного стандарта ИСО 50001 «Системы энергетического менеджмента», внедрение которого позволяет предприятию задекларировать свою приверженность принципам эффективного управления энергосбережением.

#### **1.4. Обоснование и выбор направлений совершенствования организации энергосбережения на горнопромышленных предприятиях**

Анализ существующих проблем организации энергосбережения на горнопромышленных предприятиях выявил отсутствие эффективного организационного механизма управления энергосбережением, что препятствует эффективному развитию производства и повышению конкурентоспособности

продукции (рис. 1.18).



**Рис. 1.18. Сдерживающие факторы и направления совершенствования организации энергосбережения на горнопромышленных предприятиях**

Деятельность по энергосбережению на горных и промышленных предприятиях включает:

- проектную деятельность (контроль использования энергоэффективных материалов, оборудования и технологий на этапе проектных работ по строительству, ремонту, техническому перевооружению и реконструкции производства);
- закупочную деятельность (требования по энергоэффективности к поставляемому оборудованию и материалам);

- исследовательские работы (анализ энергопотребления на производстве, энергетические обследования, составление энергетических балансов, определения центров нагрузок, факторов, влияющих на энергопотребление);

- организационные, технические, строительные, инвестиционные и другие виды деятельности, связанные с разработкой и сопровождением этапов реализации проектов, обеспечением взаимодействия и согласования действий участников проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности на предприятии;

- работу по мотивации персонала, обучению вопросам энергосбережения и повышению корпоративной культуры энергопотребления;

- деятельность по поиску решений, направленных на повышение эффективности использования всех видов энергетических ресурсов;

- обоснование и корректировку удельных норм расходов энергоресурсов.

Вся деятельность по управлению энергосбережением непосредственно связана с производством, в ней задействованы практически все службы предприятия, весь персонал, в том числе и руководящий состав, при этом процессы и деловые коммуникации по энергосбережению интегрированы в общепроизводственные процессы и коммуникации.

Для формирования эффективного организационного механизма управления энергосбережением необходимо:

- разработать систему управления энергосбережением на основе проектно-процессного подхода, которая будет включать все основные направления и виды деятельности по энергосбережению и станет основой формируемого организационного механизма энергосбережения;

- рассматривать деятельность по энергосбережению с точки зрения системы процессов;

- разработать требования по формализации процессов энергосбережения;

- усовершенствовать процесс планирования энергосбережения в части оптимизации инвестиций в энергосберегающие проекты, учесть факторы риска и мотивации;

- усовершенствовать процесс разработки мероприятий в части уточнения методики расчета показателей экономической эффективности энергосберегающих проектов;

- усовершенствовать процесс анализа производственного энергопотребления и энергосбережения в части обоснования подхода обоснования и оптимизации стоимости энергообследований;

- с целью улучшения кадрового планирования усовершенствовать процесс мотивации энергосбережения на основе учета влияния факторов человеческого капитала.

При этом под *организационным механизмом управления энергосбережением* в работе понимается система организационных принципов, методов и инструментов, обеспечивающих достижение эффективного управления энергопотреблением на горнопромышленных предприятиях.

### **Выводы по главе**

1. Анализ состояния вопроса энергосбережения показал, что на горнодобывающих и горно-обогатительных предприятиях России в настоящее время сохраняется высокая доля затрат на энергоресурсы (до 40 %) в себестоимости продукции, а следовательно, и энергоемкость производства, что обуславливает актуальность исследований по повышению энергоэффективности.

2. По данным Мониторинга долгосрочной программы развития угольной промышленности на период до 2030 года, организации отрасли неудовлетворительно проводят работу по выполнению нормы ФЗ №261 в части обязательного энергетического обследования, среди причин названы: отсутствие мотивации к реализации мероприятий, направленных на ресурсо- и энергосбережение; ограниченность свободных средств у организаций; отсутствие принятых на федеральном уровне методических рекомендаций о порядке ценообразования на проведение энергетических обследований, вследствие чего

нередко завышается стоимость услуг или возрастают риски проведения формального обследования; высокие ставки кредитных организаций по финансированию энергосберегающих проектов; длительные сроки их окупаемости и др.

3. Анализ организационных аспектов энергосбережения на горных и промышленных предприятиях показывает отсутствие эффективного механизма управления энергосбережением, что препятствует эффективному развитию производства и повышению конкурентоспособности продукции.

4. Наибольшую актуальность формирование организационного механизма энергосбережения приобретает для хозяйствующих субъектов – крупных потребителей топливно-энергетических ресурсов, каковыми, безусловно, являются предприятия горнодобывающего, горноперерабатывающего, металлургического, нефтехимического профилей.

5. Для формирования организационного механизма необходимо разработать эффективную систему управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях и механизм формирования программ энергосбережения с использованием методов оптимизации инвестиций, учесть факторы риска и неопределенности, оценить и обосновать пути повышения мотивации персонала.

## **ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

### **2.1. Методы и модели оптимизации инвестиций при формировании программ энергосбережения**

Разработка программы энергосберегающих мероприятий (ЭСМ) на производстве с учётом их эффективности и возможности финансирования является важным этапом реализации политики энергосбережения. Согласно ФЗ №261 предприятиям и организациям предписано снижать потребление каждого из потребляемых энергоресурсов на 15 % в течение пяти лет после проведения обязательного энергообследования, например, по 3 % в год в течение пяти лет.

В силу данного обстоятельства энергосберегающая политика предприятия может реализовывать так называемые «задачи-максимум» – достижение максимальной экономии энергоресурсов собственниками и менеджментом предприятия с целью уменьшения финансовых затрат, а также «задачи-минимум» – достижение требуемого уровня экономии энергоресурсов при условии минимизации инвестиций.

Обоснование методики по решению задачи оптимизации планирования инвестиций для достижения требуемой экономии энергоресурсов важно не только с точки зрения выполнения требований ФЗ №261, но и ее практического использования руководством предприятий и организаций для стратегического планирования энергосберегающей деятельности, повышения энергоэффективности производства, оптимизации инвестиций и снижения себестоимости выпускаемой продукции. Актуальность таких задач тем выше, чем больше потребление энергоресурсов на предприятии, а также количество предложенных к реализации ЭСМ и их стоимость.

Задачи разработки оптимальной программы энергосбережения решаются, как правило, на основе экономико-математического моделирования с помощью

методов оптимизации, исследования операций, с учетом факторов неопределенности и риска [5, 23, 37, 38, 63, 67, 90, 92, 146].

Под оптимизированной программой энергосбережения понимается распределение ЭСМ по годам реализации, позволяющее достигнуть заданного значения целевого параметра либо его экстремума при заданных ограничениях, например, минимизация инвестиций в энергосбережение при заданном уровне экономии энергоресурсов.

Ввиду высокой неопределенности условий реализации (инфляция и, как следствие, удорожание работ и оборудования; несоблюдение сроков поставок; нарушение трудовой и технологической дисциплины; форс-мажорные обстоятельства и др.) оптимальный ПЭСМ как точное решение, полученное методами исследования операций (линейное и динамическое программирование), даже при введении рискованной составляющей, не будет выполнен в полном объеме, а в случае выполнения, целевое значение не будет достигнуто.

В связи с этим целесообразно получить приближенное решение задачи оптимизации – оптимизированный ПЭСМ (ОПЭСМ).

На выбор ЭСМ для формирования планов по оптимизации инвестиций в энергосбережение оказывают влияние такие факторы, как: целевые показатели энергопотребления, финансовые и производственные возможности, результаты энергообследований, резервы энергосбережения и т.д.

В связи с тем, что зачастую реализацию ЭСМ целесообразно совмещать с плановой модернизацией/заменой устаревшего, но действующего оборудования, величина *капитальных вложений* на реализацию ЭСМ зависит от остаточной стоимости ликвидируемого оборудования (в случае неполного погашения).

Зависимость величины капитальных вложений на реализацию ЭСМ от остаточной стоимости выглядит следующим образом:

$$K_i(T) = Об_i(T) + Ост_i(T) - Ликв_i(T),$$

где  $Об_i(T)$  - стоимость реализации энергосберегающего проекта (в том числе приобретение, доставка, монтаж, пуско-наладочные работы, обучение персонала,

потери в связи с простоем оборудования/предприятия на время внедрения мероприятия) в  $T$ -м году;

$Ocm_i(T)$  - остаточная, не погашенная с помощью амортизации, стоимость оборудования в  $T$ -м году;

$Ликв_i(T)$  - стоимость реализации высвобождаемого оборудования в  $T$ -м году.

Остаточная стоимость может быть рассчитана как:

$$\begin{aligned} Ocm_i(T) &= Ocm_{i0} - N_{ам}T, \text{ если } Ocm_{i0} \geq N_{ам}T; \\ Ocm_i(T) &= 0, \text{ если } Ocm_{i0} = 0 \text{ или } Ocm_{i0} = N_{ам}T; \end{aligned}$$

где  $N_{ам}$  - годовые амортизационные отчисления.

*Размер абсолютной экономии* энергоресурса определяется как разница между потреблением данного вида энергоресурса в текущем и базовом годах.

*Величина относительной экономии* может определяться как отношение абсолютной экономии на единицу реализованной продукции (в денежном и натуральном выражении), а также на единицу производственной площади или в расчете на одного работающего. Таким образом, величины относительной экономии, рассчитанные различными способами, представляют собой целевые показатели энергоэффективности на предприятии. *Эксплуатационные затраты* возникают с момента внедрения ЭСМ, они включают затраты непосредственно на поддержание энергоэффективной системы с учётом ЭСМ (в том числе – оплата труда специалистов, поддерживающих систему, текущие затраты на содержание энергосберегающего оборудования, накладные расходы, связанные с функционированием системы энергосбережения).

Необходимо отметить, что  $\mathcal{E}_{it} > \mathcal{Z}_{it}$ , таким образом, решение задачи энергоэффективности позволяет повысить эффективность горного производства.

По длительности *сроков окупаемости* инвестиций в энергосбережение различают:

- краткосрочные инвестиции (от 1 до 3 лет);
- среднесрочные инвестиции (от 3 до 5 лет);
- долгосрочные инвестиции (более 5 лет).

В общем виде *величину риска* можно охарактеризовать как оценку вероятности возникновения убытков, связанных с непредвиденными неблагоприятными событиями (математическое ожидание).

Выделим основные характеристики (параметры) ЭСМ (здесь  $i$  - номер энергосберегающего мероприятия):

-  $T_i$  - *время*, необходимое для реализации ЭСМ;

-  $K_{it}$  - *объем инвестиций (капитальных вложений)*, необходимых для выполнения ЭСМ в  $t$ -м году, общий объем капитальных вложений для выполнения

ЭСМ за весь срок его реализации  $K_i = \sum_{t=1}^{T_i} K_{it}$ .

-  $\mathcal{E}_{it}$  – *размер абсолютной экономии* энергоресурсов в  $t$ -м году, достигнутой за счет реализации ЭСМ;

-  $E_{it}$  – *величина относительной экономии* энергоресурсов (энергоэффективность) ЭСМ в  $t$ -м году;

-  $\mathcal{Z}_{eit}$  – *величина эксплуатационных затрат* на ЭСМ в  $t$ -м году;

-  $C_{oki} = K_i / \Sigma(\mathcal{E}_{it} - \mathcal{Z}_{eit})$  – *срок окупаемости* ЭСМ;

-  $R_{it}$  – *величина риска*, связанного с невыполнением ЭСМ в  $t$ -м году.

В случае, если *время реализации* ЭСМ превышает год, необходимо осуществлять приведение капитальных затрат ко времени начала реализации ЭСМ.

На основе анализа экономических, финансовых, организационных, технических и технологических условий деятельности предприятия определяется совокупность  $n$  энергосберегающих мероприятий, из которых формируется оптимизированный план.

Параметрами плана энергосберегающих мероприятий являются:

$T$  – число лет (продолжительность) ПЭСМ.

$t$  – номер года реализации ПЭСМ ( $t = \overline{1, T}$ ).

$\overline{\mathcal{E}}_t$  – *объем экономии энергоресурсов* в  $t$ -м году.

$\overline{\mathcal{E}}$  – суммарный объем экономии энергоресурсов за  $T$  лет,

$$\overline{\mathcal{E}} = \sum_{t=1}^T \overline{\mathcal{E}}_t .$$

$R_t$  – критическое значение риска в  $t$ -м году (порог риска).

При разработке алгоритмов формирования планов оптимизации инвестиций в энергосбережение примем следующие допущения в математической модели:

1. Капитальные вложения  $K_{it}$  в ЭСМ осуществляются в начале года;

2. Для получения сводного показателя капитальные затраты по всем мероприятиям, включенным в план энергосбережения, капитальные затраты дисконтируются на начало первого года реализации ЭСМ  $\overline{K}_i = K_{it} \cdot \alpha^{-(T_i-1)}$

где  $\alpha$  - коэффициент приведения;

3. Получаемая экономия энергоресурсов  $\mathcal{E}_{it}$  берётся на конец каждого года реализации ЭСМ;

4. Общая экономия энергоресурсов за время реализации всего плана ЭСМ ( $T$ )

составляет  $\mathcal{E}_{\text{сумм}} = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{it} \cdot x_{it} .$

При принятых допущениях задача формирования оптимального плана ЭСМ может быть сформулирована следующим образом.

Требуется из заданной совокупности ЭСМ ( $n$  - общее число ЭСМ) сформировать программу энергосбережения, которая бы минимизировала капитальные вложения за рассматриваемый период  $T$ :

$$\overline{K}_T = \sum_{t=0}^T \sum_{i=1}^n \overline{K}_i \cdot \alpha^t \cdot x_{it} \rightarrow \min , \quad (2.1)$$

при условии, что на параметры мероприятий наложены следующие требования:

- ограничение объёмов капитальных вложений в каждом году реализации плана ЭСМ:

$$\sum_{i=1}^n K_{it} \cdot x_{it} \leq K_t , \quad (2.2)$$

- ограничение эксплуатационных затрат на реализацию плана ЭСМ:

$$\sum_{i=1}^n \mathcal{Z}_{it} \cdot x_{it} \rightarrow \min; \quad (2.3)$$

- заданный объем экономии энергоресурсов  $\mathcal{E}_{\text{план}}$ :

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{it} \cdot x_{it} \geq \mathcal{E}_{\text{план}}; \quad (2.4)$$

- максимальная энергоэффективность ЭСМ:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n E_{it} \cdot x_{it} \rightarrow \max; \quad (2.5)$$

- минимальный срок окупаемости мероприятий плана ЭСМ:

$$\sum_{i=1}^n K_{it} C_{окit} \cdot x_{it} \rightarrow \min; \quad (2.6)$$

- минимальный совокупный риск невыполнения плана ЭСМ:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n R_{it} \cdot x_{it} \rightarrow \min. \quad (2.7)$$

Таким образом, поставлена задача оптимизации набора энергосберегающих мероприятий с целью минимизации инвестиций при условии достижения требуемой экономии, с учетом вышеперечисленных требований. Одним из доступных методов решения данной задачи является метод полного перебора.

Решением этой задачи является матрица  $X_{IT}$  – составленная из решений  $x_{it}$  о принятии или об отказе от реализации каждого ЭСМ на каждом временном отрезке:

$$x_{it} = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{е ЭСМ включено в план года } t; \\ 0, & \text{если } i - \text{е ЭСМ не включено в план года } t. \end{cases}$$

Особенностью управления энергосберегающими инновациями являются высокая степень их риска и неопределенности [54], что необходимо учитывать при построении экономико-математических моделей и алгоритмов формирования программ энергосбережения с целью их оптимизации. Данную задачу предлагается решать путем выбора варианта плана энергосберегающих мероприятий (ПЭСМ) на основе сценарного подхода [80, 117, 119, 122].

Разработаны алгоритмы построения ОПЭСМ для следующих сценариев (стратегий) .

I сценарий: *«Минимизация суммарных инвестиционных (капитальных) и эксплуатационных затрат при достижении заданного объема экономии энергоресурсов, распределенного по годам реализации плана. Риски невыполнения, срок окупаемости, эффективность энергосберегающих мероприятий не учитываются. Ограничения на объем финансирования отсутствуют».*

Обобщенная схема алгоритма пошагового формирования ОПЭСМ для данной стратегии представлена на рис. 2.1. Описание алгоритма формирования ОПЭСМ представлено в Приложении 1.

В результате реализации алгоритма строится матрица  $X_{IT}$  , с разбивкой ЭСМ по годам реализации.

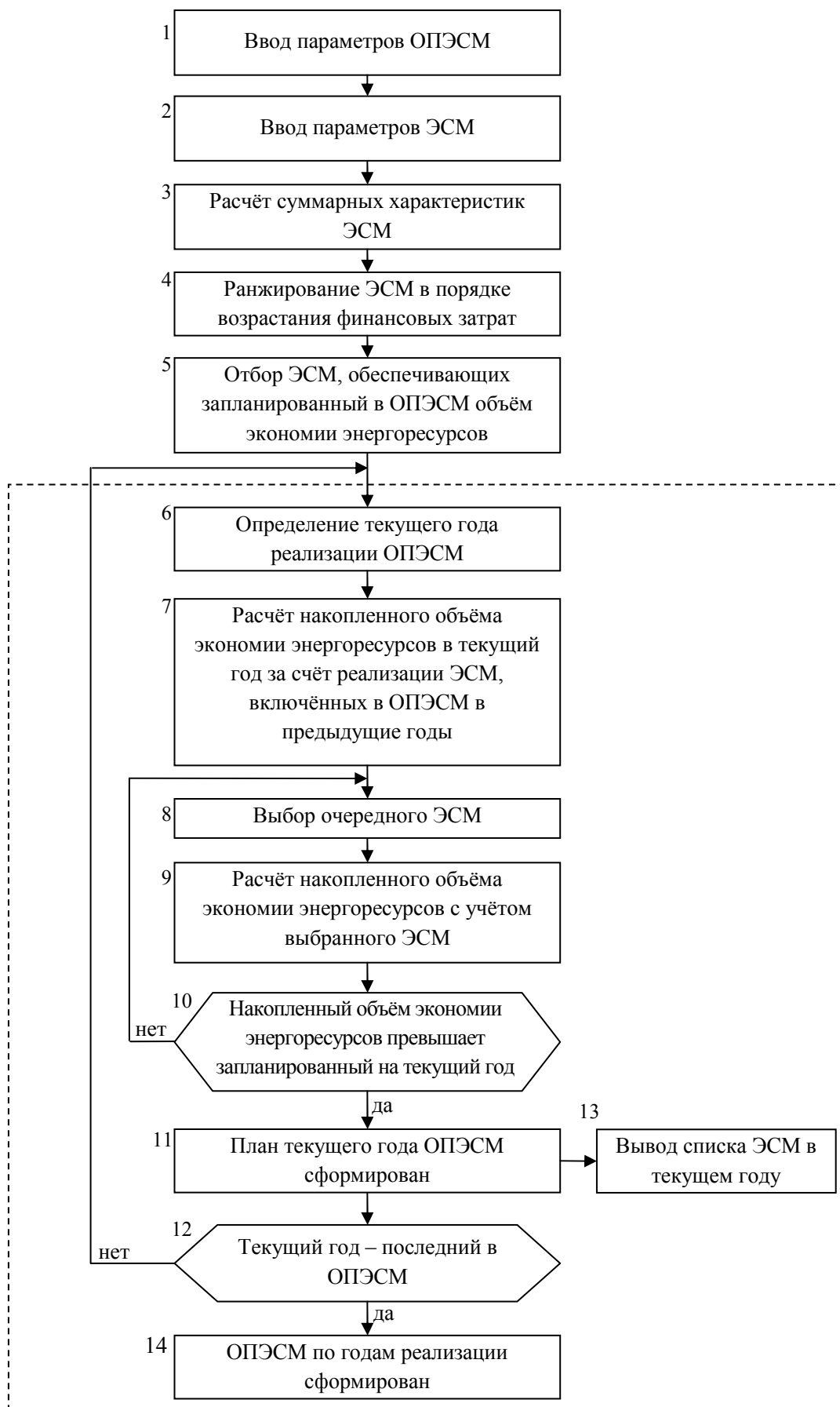
Сформированный план предполагает частичное компенсирование возрастающих инвестиционных затрат нарастающей во времени экономией энергоресурсов, возникающей в результате реализации ЭСМ.

II сценарий: *«Оптимизация набора энергосберегающих мероприятий с целью минимизации инвестиций при условии достижения требуемой экономии энергоресурсов, с учетом фактора риска»*

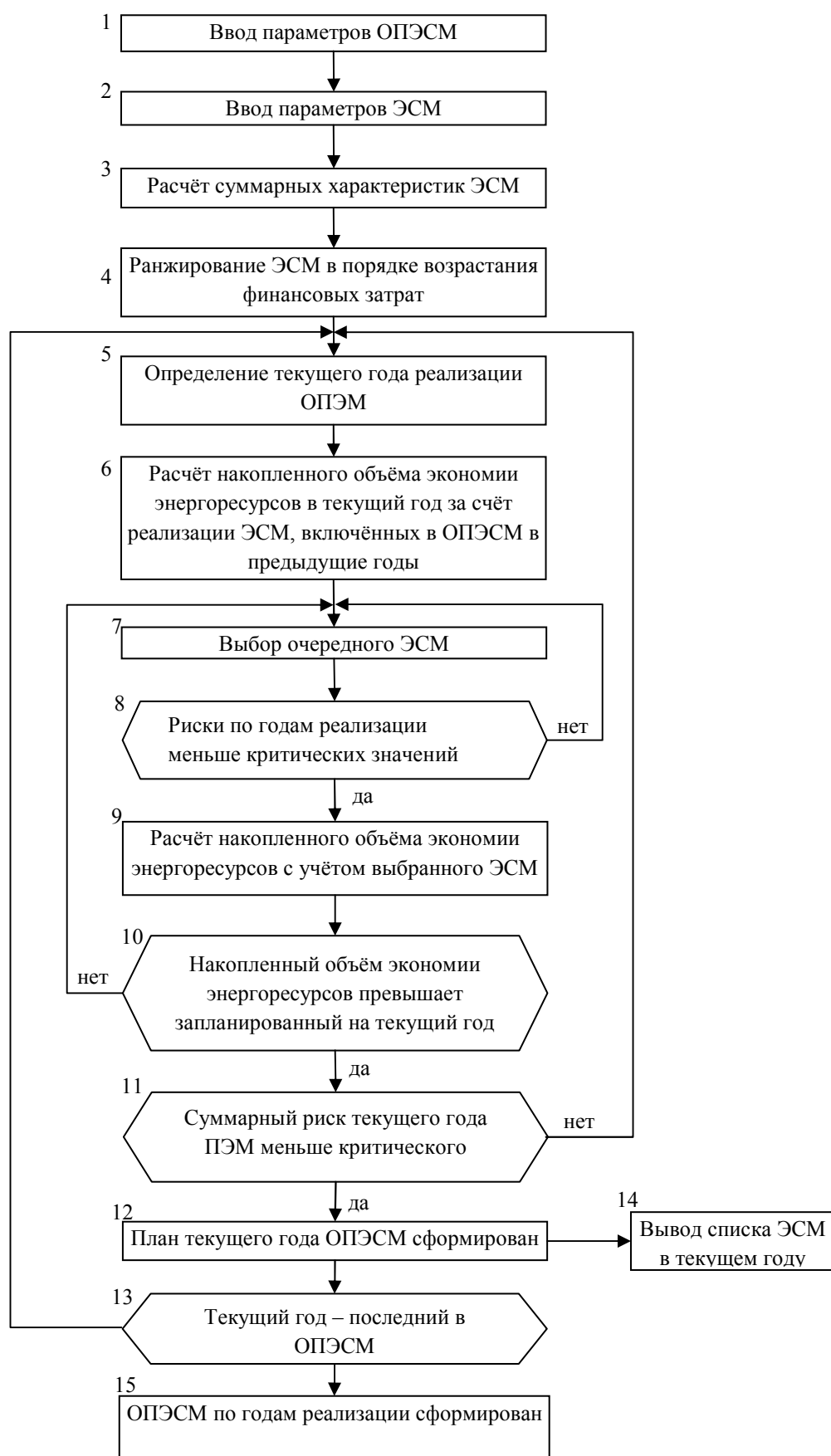
Алгоритм построения ОПЭСМ для данной стратегии приведен на рис. 2.2.

Алгоритмы перебора строятся с учетом очередности выполнения условий (2.2) - (2.7). Можно рассматривать различные последовательности учета этих характеристик по степени приоритетности, при этом алгоритмы определения и оптимальные наборы ЭСМ будут отличаться друг от друга. Последовательность учета характеристик ЭСМ определяется исходя из производственно-финансовой политики предприятия.

На начальном этапе решения задачи составления оптимизированного плана ЭСМ необходимо рассчитать характеристики ЭСМ и выработать стратегию удовлетворения условий вида (2.2) - (2.7). При этом несущественные с точки зрения руководства предприятия условия могут быть опущены, что сократит общее число сценариев и упростит алгоритм решения.



**Рис. 2.1. Схема алгоритма формирования ОПЭСМ (I сценарий)**



**Рис. 2.2. Схема алгоритма формирования ОПЭСМ с учетом фактора риска (II сценарий)**

Особое значение для решения данной задачи имеют исходные данные об ЭСМ, в частности, реальные капитальные затраты, реальная экономия и эксплуатационные затраты. Получение этой информации связано с большими сложностями, так как данные об аналогичных проектах часто подвержены влиянию различных, неизвестных факторов, существуют различные технические и организационные аспекты внедрения ЭСМ на действующем предприятии. Необходимо учитывать возможные отклонения от ожидаемых значений эффективности программы энергосбережения в целях управления риском и предоставления достоверных финансовых показателей собственникам и руководителям предприятия.

Обобщенный алгоритм формирования оптимизированного плана энергосберегающих мероприятий состоит из следующих этапов [80]:

1. Формулировка целей и задач внедрения энергосберегающих мероприятий (ЭСМ).

2. Определение параметров плана энергосберегающих мероприятий (ПЭСМ) (продолжительность, объем инвестиций, распределенный по годам, годовые ставки дисконтирования, эксплуатационные затраты, риски, суммарный объем экономии энергоресурсов, и др.).

3. Формирование перечня ЭСМ и определение их характеристик (время реализации (продолжительность и распределение по годам ПЭСМ), распределенные по годам объем инвестиций, эксплуатационные затраты, риски невыполнения, объем экономии энергоресурсов, достигнутый за счет реализации очередного этапа внедрения ЭСМ, и др.).

Характеристики ЭСМ ( $\Phi$ ) для удобства анализа и обобщения целесообразно представить в виде морфологической карты (табл. 2.1).

4. Корректировка и уточнение целей и задач внедрения энергосберегающих мероприятий, на основе анализа п. 2 и 3.

Таблица 2.1. Морфологическая карта энергосберегающего мероприятия

| Наименование энергосберегающего мероприятия   |              |                                  |                                            |                |     |                |
|-----------------------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------------------------------------|----------------|-----|----------------|
| Характеристики энергосберегающего мероприятия |              | Суммарные значения характеристик | Значения характеристик по годам реализации |                |     |                |
|                                               |              |                                  | 1-й год                                    | 2-й год        | ... | Т-й год        |
| Организационные                               | $\Phi_l$     | $\Sigma \Phi_{l,t}$              | $\Phi_{l,1}$                               | $\Phi_{l,2}$   | ... | $\Phi_{l,T}$   |
|                                               | ...          | ...                              | ...                                        | ...            | ... | ...            |
|                                               | $\Phi_k$     | $\Sigma \Phi_{k,t}$              | $\Phi_{k,1}$                               | $\Phi_{k,2}$   | ... | $\Phi_{k,T}$   |
| Финансовые                                    | $\Phi_{k+1}$ | $\Sigma \Phi_{k+1,t}$            | $\Phi_{k+1,1}$                             | $\Phi_{k+1,2}$ | ... | $\Phi_{k+1,T}$ |
|                                               | ...          | ...                              | ...                                        | ...            | ... | ...            |
|                                               | $\Phi_l$     | $\Sigma \Phi_{l,t}$              | $\Phi_{l,1}$                               | $\Phi_{l,2}$   | ... | $\Phi_{l,T}$   |
| Производственные                              | $\Phi_{l+1}$ | $\Sigma \Phi_{l+1,t}$            | $\Phi_{l+1,1}$                             | $\Phi_{l+1,2}$ | ... | $\Phi_{l+1,T}$ |
|                                               | ...          | ...                              | ...                                        | ...            | ... | ...            |
|                                               | $\Phi_K$     | $\Sigma \Phi_{K,t}$              | $\Phi_{K,1}$                               | $\Phi_{K,2}$   | ... | $\Phi_{K,T}$   |
| Другие                                        | ...          | ...                              | ...                                        | ...            | ... | ...            |

5. Выработка стратегии реализации ПЭСМ (формулировка целевой функции  $F$  и вида ее оптимальности (extremum - max, min), определение целевого значения  $F_{цел}$ , в том числе его распределение по годам реализации ПЭСМ, задание ограничений  $G$  на параметры ПЭСМ  $P$  и характеристики ЭСМ  $\Phi$ , расстановка приоритетов параметров ПЭСМ и ЭСМ ( $rang(P, \Phi)$ )).

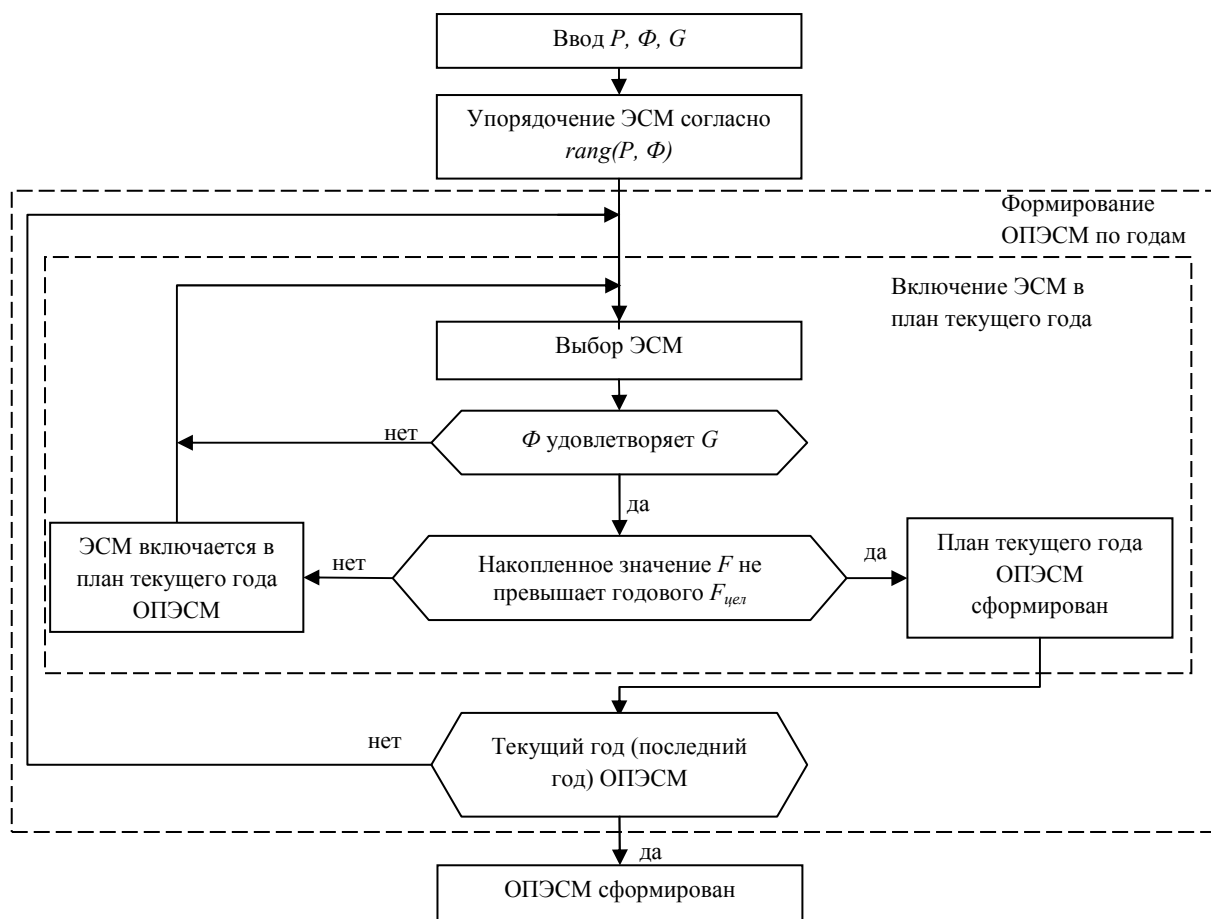
Постановка задачи оптимизации:

$$F(\text{ЭСМ} | G, \Phi, rang(P, \Phi)) \rightarrow F_{цел} \quad \text{или} \quad extr. \quad (2.8)$$

6. Решение оптимизационной задачи.

Алгоритм построения ОПЭСМ основывается на полном прямом переборе ЭСМ и проверке характеристик  $\Phi$  согласно  $rang(P, \Phi)$  выбранной стратегии. Схема обобщенного алгоритма изображена на рис. 2.3.

7. Построенный ОПЭСМ представляет собой перечень ЭСМ по годам реализации, оценочные значения параметров плана  $P$  и целевой функции  $F_{цел}^{оценка}$  в целом и по годам реализации.



**Рис. 2.3. Схема обобщенного алгоритма формирования ОПЭСМ**

8. Разработка сетевого графика («дорожной карты») внутри года реализации ОПЭСМ производится средствами Microsoft Office Project Professional. Использование программного продукта позволяет снизить трудоемкость при корректировке графика выполнения ЭСМ в случае нарушения сроков ОПЭСМ.

Предложенная методика позволяет:

- планировать энергосберегающую политику предприятия на перспективу с учетом возможности финансирования;
- учитывать различные целевые показатели;
- решать разнообразные, более конкретизированные и точечные задачи по оптимизации инвестиций в мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности.

Предложенный подход к формированию оптимизированных планов энергосбережения является актуальным для горнопромышленных предприятий с большим энергопотреблением, для энергосберегающих проектов которых

характерны высокая капиталоемкость и степень риска, а также длительные сроки окупаемости. Разработка инструментария оптимизации финансовых затрат является важным этапом формирования организационного механизма управления энергосбережением на энергоемких горнопромышленных предприятиях.

## **2.2. Методы и модели оптимизации затрат при проведении энергетических обследований**

*Методические основы обоснования стоимости энергетических обследований с целью оптимизации затрат.* Существующие методики проведения энергетических обследований для объектов предприятий и организаций [81, 82], а также методики расчета их стоимости [49, 51] позволяют определить перечень и стоимость работ:

- на основании опыта энергоаудиторских компаний проведения подобных работ;
- исходя из затрат на определенный объем работ;
- исходя из объема потребления объема топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) предприятием-заказчиком.

Стоимость энергетического обследования зависит от количества и качества работ, связанных с измерениями, расчетами, обработкой данных, предлагаемыми мероприятиями. Данная величина является договорной между заказчиком и энергоаудитором и может быть любой, которая устраивает обе стороны.

Можно выделить несколько подходов к определению стоимости энергоаудита:

1. Стоимость энергоаудита определяется в процентном отношении к годовым затратам на ТЭР (1 % для малых и средних предприятий и 0,2-0,5 % для крупных). Данный метод является самым приблизительным, но достаточно широко используется предприятиями с небольшим потреблением ТЭР. При использовании данного метода исполнитель фактически не несёт ответственности за получаемые результаты, исполнение работ в рамках бюджета может как выявить существенный резерв, так и не достигнуть результата. В этом случае риски несёт заказчик.

2. Стоимость энергоаудита определяется в процентном отношении к

суммарному ожидаемому экономическому эффекту (резерву) (0,5-1,5 %), который оценивается путём визуального обследования основных потребителей ТЭР. Данный метод является наиболее отражающим интересы заказчика услуг энергоаудита и перекладывает большинство рисков на исполнителя. В энергоэффективной практике нашей страны он практически не применяется, поскольку при проведении обязательного энергообследования необходимо достичь экономии энергоресурсов 3 % в год [141], а визуальные обследования зачастую могут спрогнозировать значительно большую экономию.

3. Стоимость энергоаудита основывается на трудоёмкости выполняемых работ и зависит от стоимости часа работы специалиста и трудоёмкости работ в человеко-часах. Данный метод является наиболее объективным, так как учитывает как уровень расценок на услуги специалистов, так и требуемые заказчику объёмы работ. С одной стороны, исполнитель не несёт риска ответственности за величину выявленного резерва, и с другой - заказчик оплачивает строго определённый перечень работ.

Развитием этого метода являются специальные методики, содержащие расчёты трудоёмкости и стоимости работ для различных типовых потребителей ТЭР. В большинстве методик нормы рассчитаны для определённого временного периода (например, в [51] для 1990 года), что требует их пересчёта с использованием поправочных коэффициентов для приведения к современным расценкам. Для учёта различных дополнительных факторов предлагается использовать диапазон расценок для каждого вида работ, который бы включал минимальные и максимальные расценки.

На основе рыночно-договорного метода в ходе переговоров заказчика с компанией-энергоаудитором определяется наценка, учитывающая дополнительные факторы.

При определении стоимости интересы заказчика и исполнителя противоположны (рис. 2.4), при этом на принятие решений о стоимости энергоаудита влияют внутренние и внешние факторы:



**Рис. 2.4. Схема взаимодействия заказчика и исполнителя при определении стоимости энергетического обследования**

На стоимость энергоаудита оказывают влияние следующие внешние факторы, объективно не зависящие от интересов заказчика и исполнителя.

- Тип собственности: государственная или частная. При работе с государственными организациями, как правило, энергоаудит заключается главным образом в исполнении требований ФЗ №261. Частные компании зачастую более чем государственные, заинтересованы в получении высоких результатов энергетического обследования.

- Технологический процесс, его сложность. График работы предприятия.
- Наличие технических приборов учёта.
- Удалённость и транспортная доступность обследуемых объектов.
- Региональный уровень цен на исполнение работ по энергообследованию.

Таким образом, существующие методики определения стоимости

энергоаудита включают централизованно разработанные нормы и поправки, учитывающие многообразие рыночных, географических, технологических и прочих условий, недостатком которых является использование устаревших нормативов прямых затрат на проведение измерений, расчётов и возможностью применения различных способов измерений и анализа полученной информации. В результате применения существующих методов определения стоимости энергетического обследования расценки не отражают целей его проведения и являются либо завышенными, либо заниженными.

Заниженная стоимость энергоаудита приводит к тому, что работы по обследованию могут быть некачественными, неполными, неточными, что, в свою очередь, приводит к ошибочному определению потенциала энергосбережения, решения по энергосбережению будут основываться на неполной и неточной информации.

С другой стороны, завышенная стоимость энергоаудита может дать большое количество разносторонней, но малополезной с точки зрения энергосбережения информации, и выявленного потенциала энергосбережения может не хватить для окупаемости затраченных средств.

Главной задачей энергетического обследования является выявление максимального (или требуемого) уровня резерва (потенциала) энергосбережения, поэтому его стоимость должна зависеть от его конечного результата – величины выявленного потенциала энергосбережения.

В связи с этим представляется важным не столько определение стоимости энергоаудита, сколько его обоснование, для чего необходимо решить следующие задачи.

1. Достижение максимального эффекта энергоаудита в рамках заданного бюджета (соотношения выявленных резервов и суммы стоимости энергоаудита и стоимости внедрения мероприятий по энергосбережению).

2. Достижение требуемого эффекта при минимальных затратах.

Заказчик может управлять стоимостью энергоаудита в зависимости от возможностей финансирования, требуемых сроков и поставленных задач по

определению резервов с помощью выбора необходимых производимых работ из различных вариантов. Данный выбор может быть как в рамках согласования плана работ с одним исполнителем, так и при выборе из различных планов, предлагаемых разными исполнителями услуг. В определённых случаях целесообразно привлекать разных исполнителей для обследования отдельных объектов, а также для разных видов работ. Приборные измерения могут производиться сторонними компаниями, которые находятся в непосредственной близости объекта или выполняться силами заказчика. Существует практика проведения тендеров на доработку уже сделанного обследования или на разработку документации по обследованию.

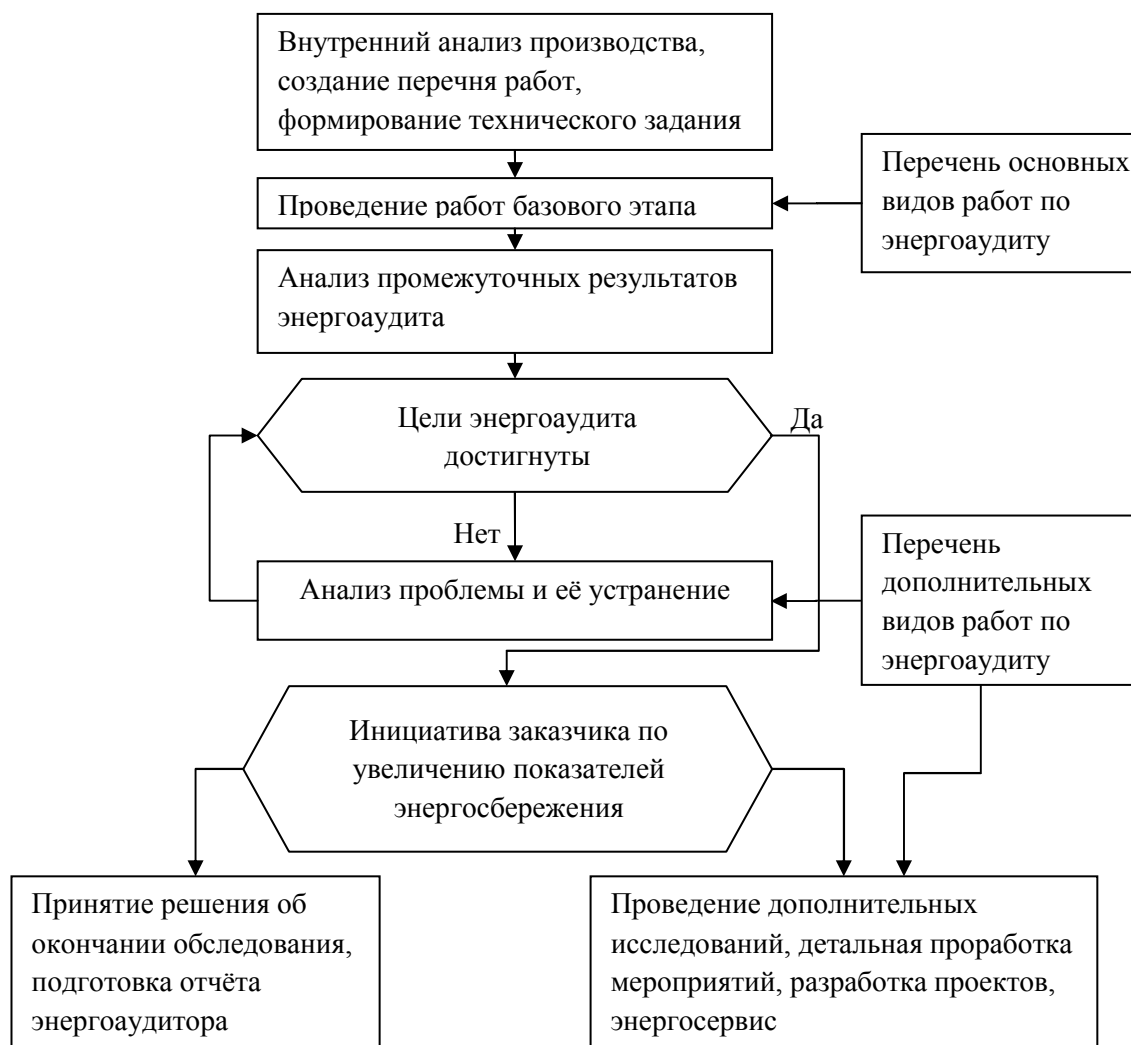
Одним из вариантов реализации данного подхода является метод динамического определения состава и стоимости работ, который позволяет согласовывать обязательные и дополнительные работы по энергоаудиту, их порядок проведения и стоимость. В соответствии с данным подходом реализуется следующий алгоритм определения состава работ (рис. 2.5).

Энергообследование можно условно разделить на «первичное» (обязательное), который прописан в ФЗ №261 и «вторичное» (дополнительное), который делается по инициативе заказчика и стоимость которого формируется новыми договорами, отдельными от базового. Заказчик может, например, произвести работы по измерениям с помощью сторонних организаций, а остальные работы выполнять своими силами.

Для выбора максимально эффективного сценария работ по энергоаудиту целесообразно применение методов функционально-стоимостного анализа (ФСА). Основное назначение этот метода – сокращение стоимости бизнес-процессов при производстве продукции для получения желаемой потребительской ценности продукции при минимальной стоимости за счёт исключения неиспользуемых, дублирующих процессов, а также применения других методов. Сущность метода ФСА – выбор производимых мероприятий в зависимости от их функций (способности к достижению поставленных задач в зависимости от условий). Руководствуясь данным методом, мероприятия по энергоаудиту выбирают в

зависимости от требуемых показателей энергоэффективности [49] .

При использовании ФСА при планировании энергоаудита оптимизируется перечень мероприятий и стоимость, а переменными являются: перечень работ, методики их выполнения, выбор исполнителей, сроки, глубина проработки проблемы и детальность отчётов. ФСА должен применяться на каждом предприятии с учётом имеющихся особенностей [55] (рис. 2.5).



**Рис. 2.5. Определение состава работ по энергоаудиту с применением динамического метода**

При выработке эффективного сценария энергоаудита выполняются этапы, изложенные в [18].

Основой для корректной реализации методологии ФСА является правильно подобранная достоверная информация о стоимости мероприятий, ожидаемой эффективности с точки зрения выявления резерва, и факторе риска, связанного с

конкретным исполнителем энергоаудита.

Ключевое место в данном алгоритме занимают методика выбора оптимального сценария выполнения работ, а также пожелания заказчика, выраженные в техническом задании. Для полноценного анализа необходимо, чтобы поставщик услуг энергоаудита предоставил свои варианты.

Схема предварительного этапа энергоаудита представлена на рис. 2.6.



**Рис. 2.6. Предварительный этап проведения энергоаудита**

Каждый вариант проведения работ должен содержать перечень основных и вспомогательных работ по каждому объекту, стоимости, сроки, последовательность их выполнения при наличии опыта в проведении подобных обследований. Такую методику можно применить только для большого числа однотипных объектов, таких как жилой фонд, объекты ЖКХ и т.п. Для промышленности такие методики зачастую неприменимы, т.к. технологический процесс, оборудование, износ, режимы работы и подобные особенности не

позволяют стандартизировать методику. Здесь выходят на первый план кадровая и материально-техническая база. Для выполнения требования ФЗ №261, например, для обычного жилого дома, проводится стандартный сбор сведений по опросным листам, заполняется паспорт и разрабатываются типовые мероприятия по данным опросных листов. Например, застройщик может заказать дополнительно такие виды работ, как тепловизионную съёмку с аэродверью, контроль влажности в подвале, замеры качества электроэнергии. Не всегда такие работы дают информацию о потенциале энергосбережения.

В зависимости от приоритета и предполагаемого эффекта каждого мероприятия обследования, а также от стоимости соответствующего обследования составляется перечень мероприятий для каждого объекта.

Ожидаемый эффект определяется как для типовых, так и для нетиповых мероприятий. Все типовые мероприятия имеют, как правило, эффект в фиксированном диапазоне. На этапе согласования перечня работ, при наличии заполненных опросных листов можно определить приблизительный объем мероприятий и эффект от их внедрения. Дополнительные сведения выявляются при выполнении обследования.

Для каждого объекта составляется перечень выполняемых работ. В связи с тем что работы выполняются в несколько этапов, составляется перечень работ в виде дерева, а также перечень исследуемых параметров. Для каждого параметра энергоаудитором предлагаются различные методы исследования, которые позволяют уточнить направления потребления и способы снижения потребления.

На начальном этапе исследуется график работы оборудования, делаются соответствующие измерения, режимы, анализируется производственный процесс с целью его оптимизации

На втором этапе исследуются потери в результате работы оборудования в неоптимальных режимах. Для повышения энергоэффективности предлагается модернизация оборудования.

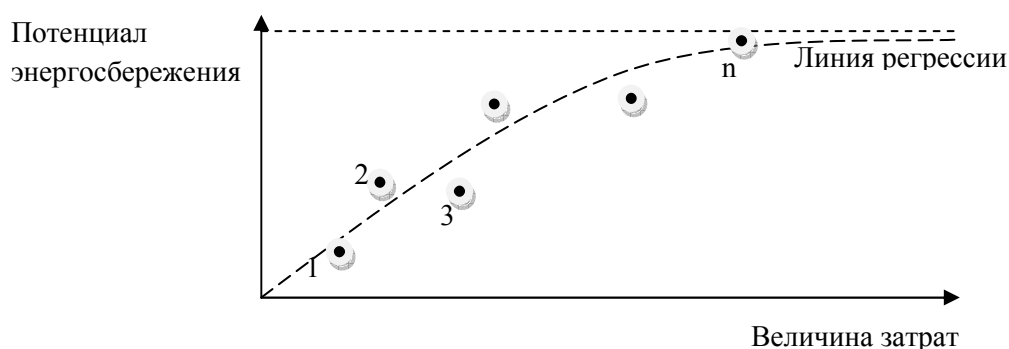
На третьем этапе исследуются организация производства, человеческий фактор, мотивация персонала. Конечным этапом является подготовка отчёта на

основе полученной информации.

Выполнение идентичных работ на разных объектах также может снизить стоимость аудита в виде эффекта масштабов и дать при этом сопоставимые данные. На этапе планирования с помощью применения методов анализа сценариев выбираются базисные мероприятия. Дополнительными являются те мероприятия, которые не обязательны для выполнения комплексного энергоаудита. В то же время их выполнение позволит повысить точность энергоаудита, выявить нежелательные потери и предложить методы снижения потребления ТЭР.

В зависимости от поставленных задач (целевой резерв при минимальных затратах, максимальный резерв в рамках бюджета) пропорционально объёму потребления, а также в зависимости от оцениваемого резерва составляются сценарии. Каждый сценарий включает определённый набор работ для каждого объекта в зависимости от стоимости и эффективности работ.

Выбор наилучшего варианта производится экспертно с помощью морфологической карты [154], в которую вносятся плюсы и минусы, оценочная стоимость и оценочный эффект для каждого сценария. Помимо морфологической карты варианты для лучшей визуализации отображаются на графике в системе координат затраты/результат (рис. 2.7).



**Рис. 2.7. Графическая интерпретация вариантов комбинаций факторов ФСА**

Полученные в результате ФСА данные учитываются при заключении договора, определении трудоёмкости и стоимости энергоаудита, с которой согласно руководство предприятия.

Отметим, что выбор методик анализа, определение трудозатрат (количества человеко-часов) на обследование конкретного оборудования производится во время обследования, так как заказчик не в состоянии предоставить объём сведений, необходимый для таких оценок перед заключением договора. Эту работу по соответствующей методике может провести заказчик, и тогда цена становится фиксированной. Данный анализ конкурсной документации может провести исполнитель, но его трудозатраты могут быть довольно большими, несопоставимыми с конечным результатом.

С целью снижения объемов работ в этом случае можно использовать расширенные опросные листы, в которых будут указаны технические характеристики объекта. Заполнив такие листы, заказчик может разделить для себя аудит обязательный для энергосбережения, а исполнитель эти данные сможет привести к своим внутренним стандартам и показателям, по которым можно будет оценивать дополнительный эффект. Для реализации примеров таких таблиц нужно подобрать данные о потреблении установки до внедрения мероприятия и после. Далее найти факторы, которые можно оценить визуально, и разработать опросный лист.

В настоящее время практических решений обоснования стоимости энергообследования в увязке с достигнутым результатом по выявлению потенциала энергосбережения явно недостаточно. Это связано прежде всего в нежелании энергоаудиторов менять сложившуюся ситуацию и снижать стоимость энергетических обследований, а также с требованиями ФЗ №261, который обязывает проводить энергетические обследования в полном соответствии с регламентом, независимо от их стоимости и конечного результата.

*Выводы.* 1. Обоснование стоимости энергообследований различно с позиций выполнения ФЗ №261 и решения экономической задачи по оптимизации стоимости с привязкой к конечному результату – получению информации о потенциале энергосбережения.

2. Вопросы обоснования с целью оптимизации затрат стоимости энергетического обследования представляют большее значение прежде всего для заказчика, нежели для исполнителя – энергоаудиторской компании.

3. На обоснование и возможность корректировки стоимости энергообследования в рамках ФЗ №261 оказывают влияние:

- степень проработки технической документации (особенно на этапе предварительного аудита);
- составление технического задания на проведение энергообследования;
- процесс согласования цены между заказчиком и исполнителем;
- предоставление рекомендательных писем фирме-энергоаудитору;
- наличие нетиповых мероприятий по энергосбережению (касается главным образом крупных промышленных предприятий);
- необходимость проведения сезонных обследований и сбора статистической информации;
- привлечение разных исполнителей на разные этапы работ по стоимостному фактору.

4. Для обоснования стоимости энергетического обследования и ее привязкой к конечному результату с целью оптимизации затрат и выбора максимально эффективного сценария работ целесообразно применение методов функционально-стоимостного анализа (ФСА). Преимущество данного подхода по сравнению с другими методами оценки стоимости энергетического обследования заключается в том, что ФСА позволяет проанализировать различные сценарии и выбрать оптимальные комбинации выполняемых работ в соответствии с целями предприятия-заказчика. Это даёт широкие возможности по управлению стоимостью и результатом, с помощью выбора подходящей программы энергетического обследования из большого количества вариантов.

*Разработка моделей и алгоритмов обоснования стоимости энергетических обследований.* Для разработки алгоритма обоснования подхода к определению

стоимости энергетического обследования с учетом получения максимального результата (информации о потенциале энергосбережения) при ограничении финансовых затрат на проведение энергообследования сформулируем задачу и введем следующие обозначения:

$V_{\sigma}$  - объем финансирования комплекса работ по энергоаудиту;

$R_{\text{крит}}$  - критический уровень риска;

$ПП_{\text{крит}}$  - критический уровень производственных потерь;

$CO_j$  - стоимость  $j$ -й работы  $O_j$  из обязательного списка;

$PO_j$  - ресурс, выявленный в результате выполнения работы  $O_j$  ;

$CD_i$  - стоимость  $i$ -й работы  $D_i$  из дополнительного списка;

$PD_i$  - ресурс, выявленный в результате выполнения работы  $D_i$  ;

$RD_i$  - риск невыполнения работы  $D_i$  ;

$PPD_i$  - производственные потери, возникающие вследствие выполнения работы  $D_i$  ;

$M, N$  - количество работ обязательного и дополнительного списка соответственно.

Задача формирования перечня работ по энергоаудиту, выявляющих максимально возможный ресурс (согласно экспертным оценкам) в рамках выделенного бюджета при ограничении производственных потерь и рисков является задачей оптимизации вида:

$$P(CO_j, CD_i, PO_j, PD_i, RD_i, PPD_i) \rightarrow \max \quad (2.9)$$

при ограничениях:

$$\sum CO_j + \sum CD_i \leq V_{\sigma} ;$$

$$RD_i \leq R_{\text{крит}} ;$$

$$PPD_i \leq PP_{\text{крит}} . \quad (2.10)$$

Задача решается численно по следующему алгоритму.

1. Внутренний анализ производства, создание перечня работ, формирование ТЗ.

2. Задаются значения параметров работ по энергоаудиту:  $V_{\delta}$ ,  $R_{\text{крит}}$ ,  $ПП_{\text{крит}}$ ,  $CO_j$ ,  $PO_j$ ,  $CD_i$ ,  $PD_i$ ,  $RD_i$ ,  $ППD_i$ .

3. Для работ обязательного списка находятся суммарная стоимость и суммарная величина выявленного резерва

$$C = \sum_{j=1}^M CO_j, \quad P = \sum_{j=1}^M PO_j.$$

4. Определяется бюджетный остаток  $\Delta_{\delta} = V_{\delta} - C$ .

5. Если  $\Delta_{\delta} \geq 0$  и для всех работ дополнительного списка  $D_i$  стоимость  $CD_i > \Delta_{\delta}$ , перечень работ сформирован и состоит только из работ обязательного списка. В случае  $\Delta_{\delta} < 0$  необходима корректировка бюджета в сторону увеличения. Переход к шагу 13.

6. Ранжирование работ дополнительного списка  $D_i$  в порядке убывания ресурса  $PD_i$ .

7. Производится поочередный перебор ранжированных работ из дополнительного списка.

8. Если неравенство  $\Delta_{\delta} - CD_i > 0$  выполняется, выполняется шаг 9. В противном случае – шаг 13.

9. Осуществляется проверка: включены ли в перечень работы, необходимые для выполнения работы  $D_i$ . В случае положительного решения выполняется шаг 10, в противном случае – шаг 7.

10. Если риск невыполнения работы  $D_i$  не превышает критического значения  $R_{\text{крит}}$ ,  $RD_i \leq R_{\text{крит}}$ , то выполняется шаг 11, иначе – шаг 7.

11. Если производственные потери работы  $D_i$  не превышают критического значения,  $ППD_i \leq ПП_{\text{крит}}$ , выполняется шаг 12, иначе – шаг 7.

12. Очередная работа  $D_i$  включается в перечень работ. Вычисляется

бюджетный остаток  $\Delta_{\phi} = \Delta_{\phi} - CD_i$ . Далее выполняется шаг 7.

13. Перечень работ сформирован. Рассчитывается накопленный ресурс

$$P = \sum_{j=1}^M PO_j + \sum_{i=1}^n PD_i \text{ и общая стоимость работ } C = \sum_{j=1}^M CO_j + \sum_{i=1}^n CD_i.$$

Если  $\Delta_{\phi} = V_{\phi} - C > 0$  имеет место экономия бюджета работ в объеме  $\Delta_{\phi}$ .

Значения параметров (характеристик) работ, таких как риски, выявленный ресурс, производственные потери, носят оценочный характер и в значительной мере зависят от компетентности экспертов.

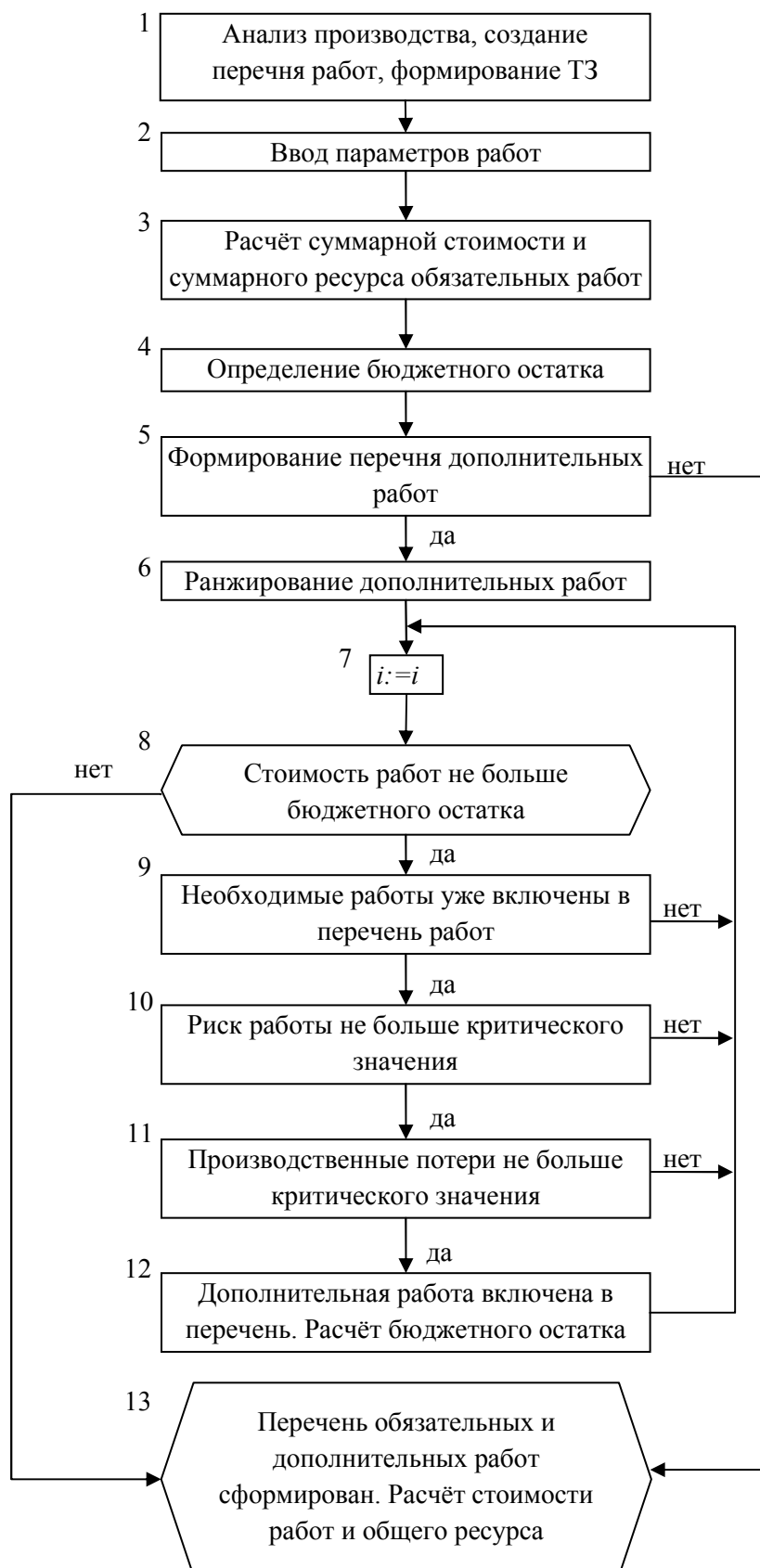
Алгоритм не предусматривает дисконтирование бюджета. Поскольку, как показывает практика, длительность большинства работ по энергоаудиту не превышает 2-3 месяцев, инфляционными ожиданиями можно пренебречь.

Задача составления сетевого графика работ по энергоаудиту («дорожной карты»), с учетом последовательности проведения работ и сезонности, решается методами, разработанными в теории управления проектами.

Схема алгоритма формирования перечня работ по энергообследованию приведена на рис. 2.8.

На основе предложенного подхода и методики разработки алгоритмов возможно решение задач по оптимизации стоимости энергообследований с учетом специфики конкретного предприятия. Предложенные подходы, модели и алгоритмы оптимизации финансовых затрат при управлении энергосберегающими инновациями как при выборе плана инвестиций в энергосбережение, так и при обосновании стоимости энергетических обследований являются актуальными для горнопромышленных предприятий, являющихся крупными потребителями энергоресурсов и для энергосберегающих проектов которых характерны высокая капиталоемкость и степень риска, а также длительные сроки окупаемости.

Разработка эффективной системы планирования и оптимального использования финансовых ресурсов позволяет осуществить формирование эффективного организационного механизма управления энергосбережением на предприятиях горнопромышленного комплекса.



**Рис. 2.8. Схема алгоритма формирования перечня работ по энергообследованию с учетом оптимизации финансовых затрат**

### **2.3. Разработка механизма формирования программ энергосбережения на горнопромышленных предприятиях**

Автором был проведен анализ программ энергосбережения шахт и разрезов АО «СУЭК–Кузбасс», АО «СУЭК–Красноярск», ОАО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь», других горнопромышленных предприятий. Задачи, которые решаются в ходе реализации программ энергосбережения на разных предприятиях, в основном, схожи. Так, в АО «СУЭК–Кузбасс», они следующие.

1. Обеспечение приборного учета всего объема энергоресурсов.
2. Снижение потерь энергоресурсов.
3. Разработка и внедрение технически и организационно обоснованных норм энергопотребления.
4. Повышение уровня энергетической эффективности основных технологических процессов и оборудования.
5. Проведение паспортизации зданий и повышение уровня их тепловой защиты.
6. Оснащение систем внутреннего и наружного освещения энергосберегающими светильниками.
7. Создание эффективной системы энергоменеджмента.
8. Повышение заинтересованности персонала предприятия в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, создание фонда материального стимулирования, величина отчислений в который к окончанию срока реализации Программы должна составить не менее 50 % от суммы годовой экономии средств на энергоресурсы.

Реализация программ энергосбережения во многом позволяет повысить энергоэффективность горного производства и улучшить экономические показатели. Вместе с тем, данные Мониторинга реализации программы развития угольной отрасли [91], анализ публикаций, мнения экспертов и специалистов в области энергосбережения говорят о том, что зачастую программы энергосбережения на горных предприятиях выполняются неэффективно и не в установленные сроки.

Причинами этого являются:

- нехватка финансирования;
- недостаточная проработка проектов энергосбережения и мотивация на всех уровнях управления;
- к формированию программ не всегда привлекаются специалисты по различным направлениям энергосбережения, технологи, экономисты, управленцы.

Для повышения эффективности реализации существующих и при разработке новых программ энергосбережения для горнопромышленных предприятий рекомендуется выполнить следующие этапы при их формировании.

1. Определение целевых показателей программ энергосбережения и стратегии развития энергосбережения.

2. Определение бюджетов (ограничений) на энергообследования и реализацию мероприятий по энергосбережению и/или целевое достижение максимума выявленного потенциала энергосбережения и максимума достигнутой экономии энергоресурсов по результатам внедрения программы энергосбережения.

3. Решение задачи оптимизации затрат на энергообследования.

4. Анализ энергопотребления, в том числе результатов энергообследования.

5. Разработка энергосберегающих мероприятий, которое включает определение:

- капитальных и эксплуатационных затрат;
- планируемой годовой экономии энергоресурсов и времени ее получения;
- времени внедрения и сроков окупаемости мероприятия;
- роль управленческих факторов мероприятия – организационных, производственных, кадровых, а также степени риска;
- взаимозависимости мероприятий (одновременное, последовательное, независимое выполнение мероприятий);
- типа мероприятия (для определения источника финансирования) – организационные, специализированные, сопутствующие (затраты организационного мероприятия минимальны или равны нулю, специализированные мероприятия по энергосбережению финансируются как

инвестиционные, возможно также их финансирование за счет господдержки по региональным или муниципальным программам энергосбережения, сопутствующие мероприятия выполняются с целью замены, модернизации устаревшего оборудования с целью повышения производительности, надежности и одновременно решают задачи повышения энергоэффективности, имеют широкий набор инструментов привлечения финансирования - кредит, лизинг, фонд капитального ремонта и т.д.);

- дополнительных ограничений и факторов.

6. Решение задачи оптимизации финансовых затрат на реализацию мероприятий, выбор перечня мероприятий по годам реализации с учетом перечисленных факторов и формирование программы энергосбережения.

Схема механизма формирования программ энергосбережения для предприятий горной отрасли приведена на рис. 2.9 [80].



**Рис. 2.9. Схема механизма формирования программ энергосбережения на горнопромышленных предприятиях**

Апробация элементов механизма формирования программ проведена на основе

данных по энергетическим обследованиям угольных предприятий АО «СУЭК-Кузбасс». Результаты формирования оптимизированного плана энергосберегающих мероприятий приведены в Приложении 2.

Для формирования организационного механизма управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях целесообразно применение проектно-процессного подхода, т.е. сочетания и совершенствования элементов проектного и процессного подходов. В качестве элементов проектного подхода предлагается использовать разработанные методики оптимизации финансовых затрат на проведение энергообследований и внедрение энергосберегающих проектов.

### **Выводы по главе**

1. Определены направления совершенствования процесса планирования энергосберегающих мероприятий в части формирования программ и определения инвестиционных затрат.

2. Разработаны экономико-математические модели и алгоритмы, в том числе обобщенный алгоритм формирования оптимизированных планов энергосберегающих мероприятий.

3. Предложен подход к обоснованию стоимости энергообследований, основанный на увязке объемов выполненных работ и достигнутого в результате этих работ эффекта – выявленного резерва энергосбережения.

4. Разработана математическая модель и построен алгоритм оптимизации затрат на проведение энергообследований.

5. Разработан механизм формирования программ энергосбережения для горнопромышленных предприятий.

6. Предложенные подходы, модели и алгоритмы оптимизации финансовых затрат актуальны для горнопромышленных предприятий, являющихся крупными потребителями энергоресурсов и для энергосберегающих проектов которых характерны высокая капиталоемкость и степень риска.

### **ГЛАВА 3. ОЦЕНКА МОТИВАЦИИ И РИСКА ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ НА ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

#### **3.1. Оценка и повышение мотивации энергосбережения на горнопромышленных предприятиях с позиций управления человеческим капиталом**

*Использование теории человеческого капитала для оценки мотивации персонала.* Концепция человеческого капитала была разработана в XX веке американскими учеными-экономистами Т. Шульцом [166] и Г. Беккером [159]. Данная концепция пришла взамен «научной организации труда» У. Тейлора, характерной для индустриальной стадии развития общества, в которой роль работников являлась продолжением работы машины, а рабочее место работника, требования к нему и потребности в персонале определялись требованиями технологии. С развитием научного прогресса, усложнением производства и возрастанием роли инноваций главным в сотруднике становятся его знания, умения, навыки. Важное значения имеют способности интегрироваться в сложные процессы производства и быть готовым к существенным изменениям в технологии, а также отношение к организации и её ценностям.

«Человеческий капитал» происходит из аналогии с физическим: он представляет собой благо длительного пользования; требует расходов по ремонту и содержанию; подвергается физическому и моральному старению.

Понятие «человеческий капитал» шире более узкого понятия «персонал». Когда говорят о человеческом капитале, то принимают во внимание не только индивидуальные физические способности человека, полученные знания и приобретённые навыки, но и факторы мотивации, способности к инновационному поведению и факторы саморазвития, потенциал воспроизводства и повышения человеческого капитала, а также социальные факторы человеческого капитала, проявляющиеся в процессе работы на предприятии в трудовом коллективе, такие как коллективная мотивация, накопление и обмен опытом, соревновательность и постоянное улучшение качества.

Существуют различные определения человеческого капитала.

Так, согласно С. Фишеру [145], человеческий капитал есть мера воплощенной в человеке способности приносить доход, включая врожденные способности, талант, образование и приобретенную квалификацию.

Экономист С.А. Дятлов дает следующее определение: «человеческий капитал есть сформированный в результате инвестиций и накопленный человеком определенный запас здоровья, навыков, способностей, мотиваций, которые целесообразно используются в той или иной сфере общественного воспроизводства, содействуют росту производительности труда и производства и тем самым влияют на рост доходов (зарботков) данного человека» [44].

В формировании человеческого капитала принимает участие сам индивидуум, его семья, образовательные учреждения и др. Организация, инвестируя в своих сотрудников, может добиться усиления определённых способностей, которые наиболее необходимы для целей деятельности организации.

В более широком смысле человеческий капитал – это не только сам человек, но и затраты на его наем, обеспечение условий труда, внедрение в рабочий процесс, обучение и мотивацию. Человеческий капитал разных индивидуумов объединяется в человеческий капитал организации и приобретает свойства, большие, чем простая сумма отдельных индивидуумов.

Человеческий капитал неотделим от его носителей – работников организации, населения региона, страны. Тем не менее, он не является простой суммой качеств составляющих его индивидуумов, а содержит в себе также отношения между людьми, то есть обладает свойствами системы, следовательно, и управление человеческим капиталом необходимо рассматривать с точки зрения системного подхода. В том числе отношения с отдельными сотрудниками, поскольку увольнение или продвижение одного сотрудника может вызвать различную реакцию всего коллектива. Мотивация персонала должна осуществляться на постоянной основе, поскольку человеческий капитал невозможно законсервировать, отношение человека к организации формируется в течение длительного времени, важно сформировать положительные отношения работника к

организации, создать условия, в которых сотрудник мог бы быть уверенным в завтрашнем дне.

К сожалению, в России очень мало организаций формируют политику в области человеческого капитала и реализуют процесс управления человеческим капиталом в соответствии с международными стандартами менеджмента качества ISO 9000. Чаще всего вовсе не уделяют внимания этому вопросу, в связи с чем человеческий капитал организации деградирует, что негативно влияет на эффективность производства, качество и эффективность реализации инноваций.

К основным элементам, формирующим структуру человеческого капитала, обычно относят [93]:

- капитал образования (общие и специальные знания);
- капитал производственной практики (квалификация, навыки, опыт);
- капитал здоровья;
- обладание значимой информацией;
- капитал мобильности работников;
- капитал общечеловеческой, национальной или корпоративной культуры;
- мотивация профессиональной деятельности.

На выбор приоритетов и формализацию данных факторов в конкретной организации оказывают влияние специфика предприятия, отраслевые особенности и производственная мощность, структура управления, а также задачи, которые решаются с помощью применения теории человеческого капитала.

Поэтому выявление факторов человеческого капитала и определение степени их влияния на результаты деятельности в конкретной области дает возможность сформулировать приоритеты в политике предприятия в сфере повышения эффективности использования персонала за счет факторов человеческого капитала, в частности мотивации [40, 48, 62, 64, 127, 132, 135, 136, 152, 153].

В работах П.А. Когана, А.В. Ляхомского [60, 73] предложены пути повышения мотивации для работников горной промышленности, в том числе в вопросах энергосбережения, предложены методические рекомендации по определению мер по стимулированию энергосбережения. При этом методы теории

управления человеческим капиталом в данных работах не использовались, и исследования по определению степени влияния его факторов на уровень мотивации не проводились.

*Мотивация энергосбережения на горнопромышленных предприятиях на основе концепции управления человеческим капиталом.* Практическая реализация задач повышения энергоэффективности предприятия тесно связана с квалификацией и мотивацией персонала. Мотивационное обеспечение является одной из важных составных частей энергетического менеджмента.

Для определения приоритетов развития системы мотивации энергосбережения на предприятии предлагается оценивать уровни мотивации энергосбережения (табл. 3.1) с использованием следующей шкалы: [0, 1, 2, 3, 4], в которой 0-й уровень соответствует отсутствию системы мотивации на предприятии, а 4-й уровень - максимальному развитию [101].

**Таблица 3.1. Уровни мотивации энергосбережения**

| <b>Уровень мотивации энергосбережения</b> | <b>Основные признаки, характерные для данного уровня мотивации</b>                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4                                         | Служба управления энергосбережением через официальные и неофициальные каналы осуществляет взаимодействие между руководством и персоналом энергетических служб на всех уровнях с целью энергосбережения и повышения энергоэффективности, на предприятии действует полномасштабная система мотивации персонала |
| 3                                         | На предприятии создана комиссия по энергетике (комитет по энергетике, служба управления энергосбережением), которая осуществляет руководство отдельными подразделениями по энергосбережению. Однако мотивирующие факторы используются нерегулярно и не на всех уровнях                                       |
| 2                                         | На предприятии руководство через специальные группы, возглавляемые старшими менеджерами подразделения, осуществляет внедрение стимулирующих мер по энергосбережению. Имеется непринятая официально система мотивации                                                                                         |
| 1                                         | На предприятии имеется взаимодействие между инженерами и отдельными потребителями по вопросам энергосбережения. Присутствуют отдельные мотивирующие действия                                                                                                                                                 |
| 0                                         | Система мотивации на предприятии отсутствует. У менеджеров нет контактов с персоналом по вопросам энергопотребления и энергосбережения                                                                                                                                                                       |

Интеграция энергоменеджмента в организационную структуру предприятия осуществляется через следующие аспекты, связанные с внедрением системы мотивации персонала с целью энергосбережения [73, 108]:

- распределение ответственности за энергопотребление;
- формирование энергогрупп предприятия по вопросам повышения энергоэффективности;
- разработка механизма контроля энергосбережения;
- разработка системы оценки результатов деятельности сотрудников по итогам реализации мероприятий по энергосбережению;
- разработка информационной системы оповещения о задачах и результатах энергосбережения;
- информативность о фактическом потреблении энергоресурсов, об отклонениях потребления каждого энергоресурса от заданных значений как для всего предприятия, так и для каждого подразделения;
- система определения размера премий и штрафов (калькулятор);
- источники финансирования системы мотивации.

Основными группами персонала, на которые должна быть нацелена система мотивации к энергосбережению, являются руководители подразделений, младший менеджмент и рядовой персонал организации, от действий и решений которых зависит объем потребляемых ТЭР. Важно использовать реальные стимулы для каждой из групп, участвующих в производстве и потреблении энергетических ресурсов [67, 156]:

- мотивация основана на создании внутреннего побуждения у членов организации в выполнении работы в соответствии с делегированными полномочиями и обязательствами.
- мотивация должна охватывать все уровни - от руководства до исполнителей.
- стимулирование энергосбережения основано на определении трудовых потребностей сотрудников и их реализации, на понимании тех выгод, которые приносит работа в этой области. Этот аспект реализуется только там, где существует система нормирования и действует система учета расхода ТЭР.

В основе премирования, как правило, заложены принципы материального поощрения за выполнение удельных норм расхода ТЭР. Как правило, на горных предприятиях система премирования начинает действовать в качестве мотива поведения, если ее размер составляет более 10-15 % средней заработной платы работников, от которых зависит энергосбережение.

Далеко не всегда только денежное вознаграждение или система штрафов являются стимулом хорошей работы. Важными стимулами можно считать: организация рабочих мест, обеспечение условий труда (чистота рабочих мест, современное оборудование), заинтересованность персонала в достижении поставленных целей, в поиске новых решений и испытании новых способов выполнения работы, а также возможность самореализации, которая может осуществляться в форме общественного признания, уважения, успешного продвижения по службе и т.д.

Реализация мотивационного обеспечения энергосбережения представляет собой своего рода инвестиционный проект, а вложение средств – не что иное, как инвестирование средств в персонал с целью получения реальной экономии энергоресурсов.

Оценку эффективности проекта мотивации персонала в перспективе можно произвести с использованием формулы расчёта добавленной стоимости человеческого капитала HCVA (Human Capital Value Added) [144]:

$$HCVA = -I_{МЭ} + \sum_{t=1}^T \frac{CF_{МЭ}^t - S_{МЭ}^t}{(1 + r)^t}, \quad (3.1)$$

где  $I_{МЭ}$  - инвестиции в человеческий капитал с целью повышения энергоэффективности, включающие (постоянные затраты):

- затраты на обучение и аттестацию персонала;
- затраты на запуск программы мотивации энергосбережения;
- затраты на внедрение системы учёта и контроля использования энергоресурсов;

$S_{МЭ}$  - текущие затраты на мотивацию энергосбережения, включающие:

- затраты на мотивацию персонала в разрезе видов мотивации [67];

- премии (штрафы) за экономию (перерасход) энергоресурсов [93];
- управленческие расходы (содержание системы учёта и контроля, управленческого персонала);

$CF_M$  - положительный денежный поток проекта, который определяется как стоимость сэкономленных энергоресурсов за счет улучшения мотивации персонала.

Для оценки уровня и улучшения мотивационной составляющей энергоменеджмента предлагается рассматривать подход к управлению персоналом, ответственным за потребление энергетических ресурсов на предприятии, как человеческим капиталом, проанализировать и обосновать показатели, имеющие отношение к человеческому капиталу с точки зрения повышения энергоэффективности, и оценить экономическую эффективность инвестиций в человеческий капитал с помощью этих показателей [53, 144]. Такими показателями могут быть:

- экономия от энергосберегающих мероприятий в денежном или натуральном эквиваленте на одного сотрудника;
- рентабельность от инвестиций в персонал на цели энергосбережения;
- коэффициент окупаемости инвестиций в обучение персонала вопросам энергосбережения;
- количество средств на одного сотрудника, выделяемых на премирование по результатам энергосбережения;
- затраты, связанные с принятием или увольнением сотрудников.

Таким образом, помимо затрат на премирование сотрудников, необходимо проводить долговременные вложения в обучение сотрудников, построение системы учёта и контроля расхода энергоресурсов для установления обратной связи процесса мотивации. Оценка эффективности каждого сотрудника должна основываться не только на производительности, но и на других факторах, включая энергосбережение.

Рассматривая каждого работника в качестве объекта инвестиций, необходимо оценивать стоимость полного обучения каждого работника, в том числе период его

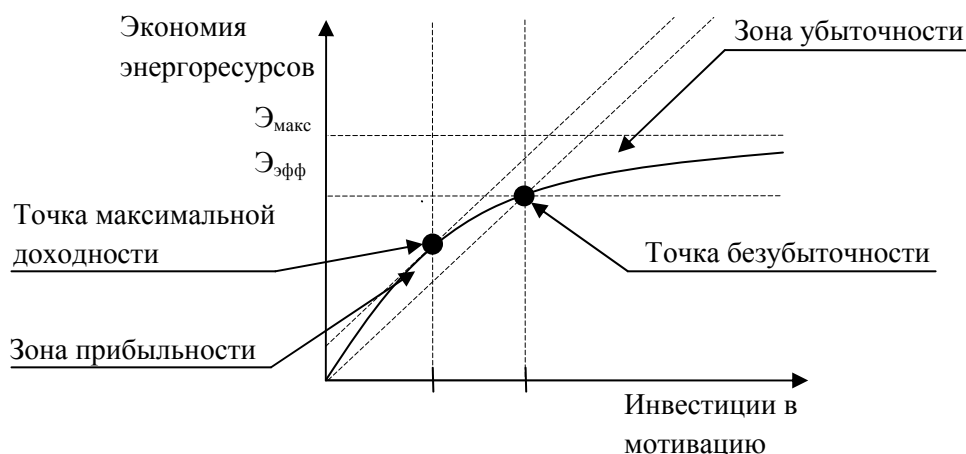
адаптации на рабочем месте. Оценка этих затрат позволяет управлять расходами на персонал комплексно, а не только посредством фонда оплаты труда. Необходимо обучение сотрудника при устройстве на работу и периодическое обучение.

В отличие от мотивации посредством премирования, обучение персонала и накопление опыта имеют длительный период и длительный эффект. В то же время инвестиции в работников должны быть соразмерны с экономическими выгодами от этих инвестиций.

Следует проводить апробацию программ мотивации на целевых группах сотрудников и по достигнутым результатам внедрять систему мотивации для всей организации.

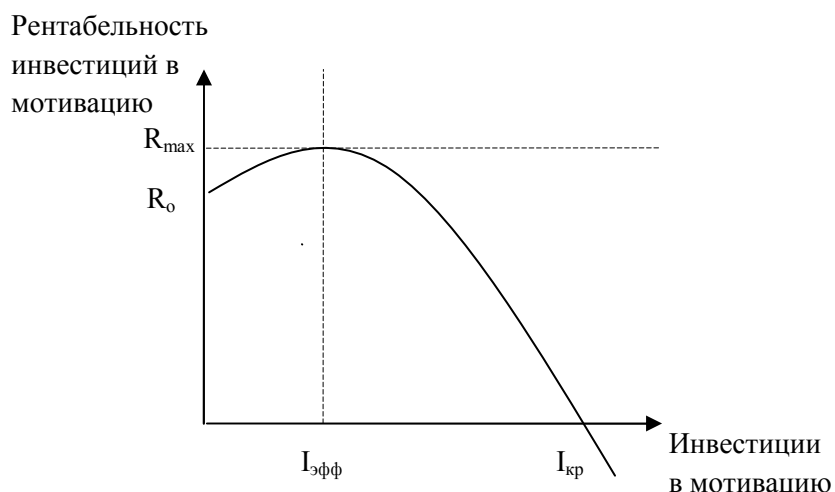
Зависимости величины экономии энергоресурсов и рентабельность инвестиций в мотивацию персонала представлены на рис. 3.1 и 3.2.

Нулевые затраты на мотивацию соответствуют базовому уровню энергопотребления, который поддерживается на предприятии без акцентирования внимания на вопросах энергосбережения. При внедрении системы мотивации сотрудники реагируют на мотивирующие стимулы и стремятся повысить энергоэффективность. Экономия при росте инвестиций растет от 0 до максимального значения  $\mathcal{E}_{\text{макс}}$ , значения экономии могут превышать затраты на мотивацию (зона прибыльности), быть им равны ( $\mathcal{E}_{\text{эфф}}$  – точка безубыточности), быть меньше их (зона убыточности).



**Рис. 3.1. Зависимость величины экономии энергоресурсов от затрат на мотивацию**

Зависимость удельной экономии (рубль экономии энергоресурсов на рубль инвестиций в мотивацию энергосбережения) от объема инвестиций имеет параболический характер (рис. 3.2). В начале запуска программы рентабельность имеет значение  $R_0$ . При достижении значения инвестиций величины  $I_{эфф}$  рентабельность примет максимальное значение  $R_{max}$ . Каждая следующая ступень в экономии энергоресурсов обходится значительно дороже, дальнейшее увеличение расходов на мотивацию превышает дополнительно получаемый эффект энергосбережения, рентабельность падает. Инвестиции могут достигнуть критического уровня  $I_{кр}$ , при достижении которого рентабельность становится нулевой, а при дальнейшем увеличении инвестиций может стать отрицательной.



**Рис. 3.2. Зависимость удельной экономии энергоресурсов от затрат на мотивацию**

Для определения оптимального размера расходов на мотивацию применяется метод регрессионного анализа с использованием целевых групп в течение определенного (оптимального) периода. Для каждой целевой группы (смена, бригада) устанавливается система штрафов и премирования за результаты по снижению энергопотребления. По окончании пробного периода полученные данные статистических наблюдений вводятся в регрессионную модель:

$$\hat{R} = b_{0p} + b_{1p}I + b_{2p}I^2, \quad (3.2)$$

где  $R$  - рентабельность инвестиций;  $I$  - объем инвестиций в мотивацию;  $b_0, b_{1p}, b_{2p}$  - параметры параболической регрессии для  $p$ -й целевой группы.

С помощью построенных линий регрессии определяется оптимальная система мотивации персонала. Для надежного построения модели необходимо рассматривать последний период (тогда как в самом начале внедрения системы мотивации сотрудники ещё не почувствовали соотношения их участия и достигнутых результатов, во время заключительного этапа поведение сотрудников освобождается от влияния переходного периода).

Система мотивации должна включать:

- систему учета энергопотребления;
- разделение затрат на постоянные и переменные;
- оценку эффективности персонала в зависимости от объёма производства и удельного энергопотребления на единицу продукции;
- распределение ролей и ответственности за энергопотребление.

Мотивация работников в области энергосбережения должна быть интегрирована в общую систему мотивации на предприятия и направлена на стимулирование не только повышения энергоэффективности, но и на поощрение улучшений производственных показателей, снижение текучести кадров, не должна приводить к снижению качества продукции, безопасности производства, производительности труда.

Принципы премирования и взыскания должны быть разъяснены работникам. Система премирования должна опираться на реально достижимые уровни энергопотребления и должна учитывать объёмы производства и достигнутую экономию.

Для оценки и повышения уровня мотивации энергосбережения в организации должна быть внедрена система управленческого учета, целью которой является обеспечение соответствующей информацией менеджеров, ответственных за достижение конкретных производственных показателей по энергосбережению, для выработки ими рекомендаций на основе анализа реализации энергосбережения.

К принципам управленческого учета можно отнести:

- непрерывность деятельности организации;
- использование единых для планирования и учета единиц измерения;

- оценку результатов деятельности подразделений организации;
- преемственность и многократное использование первичной и промежуточной информации для целей управления;
- формирование показателей внутренней отчетности как основы коммуникационных связей между уровнями управления; применение бюджетного (сметного) метода управления.

Для каждой группы персонала нужно выделить свою зону ответственности, оцениваемые показатели и методы определения дохода от мотивации (табл. 3.2).

**Таблица 3.2. Методика оценки мотивации для различного персонала**

| <b>Вид персонала</b>                       | <b>Ответственность</b>                                                                                            | <b>Показатели</b>                                                                      | <b>Метод определения дохода от мотивации</b>                                                              |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Руководители</b>                        | Результаты предприятия в целом                                                                                    | Показатели выполнения стратегии предприятия                                            | Показатели успешности выполнения стратегии по сравнению с ожидаемыми показателями                         |
| <b>Старшие менеджеры</b>                   | Результаты реализации планов по отдельным направлениям                                                            | Показатели реализации планов по направлениям                                           | Показатели успешности реализации планов                                                                   |
| <b>Менеджеры подразделений</b>             | Выполнение плана работ подразделения, выполнение планов по реализации программы энергосбережения по подразделению | Показатели выполнения работ, лимитов расходов потребления, эффективности подразделения | Показатели повышения эффективности операционной деятельности с учётом производимых операционных улучшений |
| <b>Ключевой и вспомогательный персонал</b> | Выполнение поставленных задач на производственных участках                                                        | Данные учёта и показатели эффективности работы                                         | Величина повышения эффективности операций при сравнении с показателями аналогичных операций               |
| <b>Персонал энергоменеджмента</b>          | Результаты реализации мероприятий в области энергосбережения                                                      | Выполнение мероприятий энергосбережения, показатели мотивации персонала                | Показатели времени, эффективности энергосберегающих мероприятий                                           |

Предложенная методика расчета добавленной стоимости человеческого капитала позволит провести более точную ее оценку и повысить эффективность мотивации энергосбережения для различных категорий персонала горнопромышленных предприятий.

*Обоснование факторов человеческого капитала для мотивации энергосбережения [79].* В работе для исследований были выбраны следующие

факторы человеческого капитала, оказывающие влияние на эффективность деятельности по энергосбережению и мотивацию персонала в этой области.

*1. Уникальность работника (как личности).* Данный фактор важен прежде всего для «штучных» специалистов или руководителей, от которых зависит принятие решений - инициативность, уважение в коллективе, в том числе и среди руководства, способность ставить и решать задачи.

*2. Фактор стажа работы и накопления опыта.* Данный фактор важен практически для всех категорий персонала, однако есть категории, для которых он является незаменимым. Например, для ключевого персонала - умение работать на экономичных режимах, для проектировщиков - опыт разработки энергоэффективных проектных решений, для технологов и нормировщиков - навыки соотнесения требований, предъявляемых к технологическим режимам и экономии энергоресурсов.

*3. Участие в энергопотреблении.* Каждый сотрудник в той или иной степени в процессе своей производственной деятельности потребляет энергоресурсы. Этот фактор учитывает непосредственное энергопотребление, а также его контроль, мотивацию персонала, организацию производственного процесса.

*4. Степень влияния на энергосбережение.* Данный фактор схож с предыдущим. Однако необходимо отметить, что не каждый сотрудник, потребляющий энергоресурсы, имеет возможность в той же степени их экономить. Мероприятия по экономии энергоресурсов, энергоэффективные проекты разрабатываются сотрудниками, напрямую не участвующими в процессе энергопотребления, а вопросы энергетической политики находятся в компетенции высшего руководства, также непосредственно не занятого в энергопотреблении.

*5. Уровень образования.* Данный фактор является одним из ключевых в перечне факторов человеческого капитала вообще и в вопросе энергосбережения в частности. Проекты энергосбережения имеют инновационный характер, управление ими - достаточно сложный и многогранный процесс, поэтому данный фактор имеет большое значение для каждого вида персонала.

*6. Общечеловеческая культура работника, в том числе культура энергопотребления.* Данный фактор важен с позиций рассмотрения работника как члена общества, социума. Без изменения ментальности, общечеловеческого подхода, осознания национальных интересов все попытки проведения в жизнь политики энергосбережения в конечном счете могут сойти на «нет». К сожалению, среднестатистическому гражданину нашей страны исторически не присуща экономия энергоресурсов, если только эти ресурсы - не его личная собственность.

*7. Уровень информированности об энергосбережении.* Данный фактор предусматривает доведение до сведения каждого сотрудника необходимости решения задач энергосбережения, суть мероприятий по энергосбережению, в том числе организационных и малозатратных, а также информирование сотрудников о ходе выполнения программ энергосбережения.

*8. Понимание важности для кампании проблемы энергосбережения («корпоративный патриотизм»).* Данный фактор может быть эффективным, если сотрудники будут увязывать энергосбережение с успехами организации, ее развитием, а также со своим стабильным положением в организации, карьерным ростом и увеличением зарплаты.

*Методика исследования факторов человеческого капитала при оценке мотивации энергосбережения.* Выявление факторов, влияющих на мотивацию энергосбережения в разрезе различных групп персонала предприятий, предлагается осуществлять с помощью экспертного опроса по следующей методике [15].

1. Экспертам предлагается ответить на вопрос анкеты: «Оцените важность каждого фактора мотивации энергосбережения по 5-балльной шкале для каждой группы персонала предприятия (1 балл – для наименее важного фактора, 5 баллов – для наиболее важного фактора). Оценки важности факторов запишите в таблицу».

2. Результаты анкетирования представляются в виде таблиц (см. табл. 3.3, 3.4).

**Таблица 3.3. Матрица опроса экспертов по выявлению степени важности человеческого капитала на уровень мотивации**

| <b>Группа персонала</b>                                                    | <b>Уникальность работника, X<sub>1</sub></b> | <b>Стаж работы и опыт, X<sub>2</sub></b> | <b>Участие в энергопотреблении, X<sub>3</sub></b> | <b>Степень влияния на энергосбережение, X<sub>4</sub></b> | <b>Уровень образования, X<sub>5</sub></b> | <b>Общечеловеческая культура работника, в т.ч. культура энергопотребления, X<sub>6</sub></b> | <b>Уровень информированности об энергосбережении, X<sub>7</sub></b> | <b>Понимание корпоративной причастности («корпоративный патриотизм»), X<sub>8</sub></b> |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Высшие и старшие менеджеры, G<sub>1</sub></b>                           |                                              |                                          |                                                   |                                                           |                                           |                                                                                              |                                                                     |                                                                                         |
| <b>Менеджеры подразделений, G<sub>2</sub></b>                              |                                              |                                          |                                                   |                                                           |                                           |                                                                                              |                                                                     |                                                                                         |
| <b>Ключевой персонал, G<sub>3</sub></b>                                    |                                              |                                          |                                                   |                                                           |                                           |                                                                                              |                                                                     |                                                                                         |
| <b>Общий персонал, G<sub>4</sub></b>                                       |                                              |                                          |                                                   |                                                           |                                           |                                                                                              |                                                                     |                                                                                         |
| <b>Персонал энергоменеджмента, G<sub>5</sub></b>                           |                                              |                                          |                                                   |                                                           |                                           |                                                                                              |                                                                     |                                                                                         |
| <b>Служба главного технолога, нормирования производства, G<sub>6</sub></b> |                                              |                                          |                                                   |                                                           |                                           |                                                                                              |                                                                     |                                                                                         |
| <b>Проектный отдел, G<sub>7</sub></b>                                      |                                              |                                          |                                                   |                                                           |                                           |                                                                                              |                                                                     |                                                                                         |
| <b>Служба закупок (в т.ч. нового оборудования), G<sub>8</sub></b>          |                                              |                                          |                                                   |                                                           |                                           |                                                                                              |                                                                     |                                                                                         |

**Таблица 3.4. Значения оценок важности факторов, влияющих на мотивацию энергосбережения, l-го эксперта**

| Группа персонала | Факторы    |            |     |            |     |            |
|------------------|------------|------------|-----|------------|-----|------------|
|                  | $X_1$      | $X_2$      | ... | $X_j$      | ... | $X_m$      |
| $G_1$            | $c_{11}^l$ | $c_{12}^l$ | ... | $c_{1j}^l$ | ... | $c_{1m}^l$ |
| $G_2$            | $c_{21}^l$ | $c_{22}^l$ | ... | $c_{2j}^l$ | ... | $c_{2m}^l$ |
| ...              | ...        | ...        | ... | ...        | ... | ...        |
| $G_k$            | $c_{k1}^l$ | $c_{k2}^l$ | ... | $c_{kj}^l$ | ... | $c_{km}^l$ |
| ...              | ...        | ...        | ... | ...        | ... | ...        |
| $G_K$            | $c_{K1}^l$ | $c_{K2}^l$ | ... | $c_{Kj}^l$ | ... | $c_{Km}^l$ |

Здесь  $c_{kj}^l$  – балльная оценка  $l$ -м экспертом важности  $j$ -го фактора персоналом  $k$ -й группы ( $l = 1, 2, \dots, L$ ),  $L$  – число экспертов, ( $j = 1, 2, \dots, m$ ),  $m$  – число факторов,  $k$  – номер группы персонала ( $k = 1, 2, \dots, K$ ),  $K$  – число групп персонала.

3. Проводится проверка согласованности экспертных оценок в разрезе групп персонала с помощью коэффициента конкордации  $W$  [15].

Для каждой группы персонала проводится ранжирование оценок экспертов важности факторов. По результатам ранжирования, сведенного в табл. 3.5, рассчитывается значение  $W$ .

**Таблица 3.5. Ранжированные значения оценок важности факторов, влияющих на мотивацию энергосбережения, для  $k$ -й группы персонала**

| Эксперты              | Факторы    |            |     |            |     |            |
|-----------------------|------------|------------|-----|------------|-----|------------|
|                       | $X_1$      | $X_2$      | ... | $X_j$      | ... | $X_m$      |
| <b>1</b>              | $x_{k1}^1$ | $x_{k2}^1$ | ... | $x_{kj}^1$ | ... | $x_{km}^1$ |
| <b>2</b>              | $x_{k1}^2$ | $x_{k2}^2$ | ... | $x_{kj}^2$ | ... | $x_{km}^2$ |
| ...                   | ...        | ...        | ... | ...        | ... | ...        |
| <b><math>l</math></b> | $x_{k1}^l$ | $x_{k2}^l$ | ... | $x_{kj}^l$ | ... | $x_{km}^l$ |
| ...                   | ...        | ...        | ... | ...        | ... | ...        |
| <b><math>L</math></b> | $x_{k1}^L$ | $x_{k2}^L$ | ... | $x_{kj}^L$ | ... | $x_{km}^L$ |

Коэффициент конкордации  $W$  находится по формуле, предложенной Кендаллом:

$$W = \frac{12S}{L^2(m^3 - m)} \text{ (в случае разных рангов),}$$

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} L^2 (m^3 - m) - L \sum_{l=1}^L T_l} . (\text{в случае одинаковых рангов}),$$

где

$$T_l = \frac{1}{12} \sum_{t_l} (t_l^3 - t_l) , (t_l - \text{число одинаковых рангов в } l\text{-м ряду}),$$

$$S = \sum_{j=1}^m \left( \sum_{l=1}^L x_{kj}^l - \frac{1}{2} L(m+1) \right)^2 .$$

Оценки экспертов считаются согласованными, если коэффициент конкордации принимает значения в интервале (0,5; 1). В случае несогласованности оценок экспертам предлагается заново ответить на вопрос анкеты (заново выполняются пп. 1-3). При согласованности экспертных оценок выполняется п. 4.

4. Агрегация мнений экспертов представляется в виде табл. 3.6.

**Таблица 3.6. Агрегированные значения экспертных оценок важности факторов, влияющих на мотивацию энергосбережения**

| Группа персонала | Факторы         |                 |     |                 |     |                 |
|------------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----|-----------------|
|                  | X <sub>1</sub>  | X <sub>2</sub>  | ... | X <sub>j</sub>  | ... | X <sub>m</sub>  |
| G <sub>1</sub>   | A <sub>11</sub> | A <sub>12</sub> | ... | A <sub>1j</sub> | ... | A <sub>1m</sub> |
| G <sub>2</sub>   | A <sub>21</sub> | A <sub>22</sub> | ... | A <sub>2j</sub> | ... | A <sub>2m</sub> |
| ...              | ...             | ...             | ... | ...             | ... | ...             |
| G <sub>k</sub>   | A <sub>k1</sub> | A <sub>k2</sub> | ... | A <sub>kj</sub> | ... | A <sub>km</sub> |
| ...              | ...             | ...             | ... | ...             | ... | ...             |
| G <sub>K</sub>   | A <sub>K1</sub> | A <sub>K2</sub> | ... | A <sub>Kj</sub> | ... | A <sub>Km</sub> |
| Средние значения | A <sub>1</sub>  | A <sub>2</sub>  | ... | A <sub>j</sub>  | ... | A <sub>m</sub>  |

Здесь  $A_{kj}$  - средние экспертные оценки факторов для каждой группы персонала:

$$A_{kj} = \frac{\sum_{l=1}^L a_{kj}^l}{L} , (k = 1, 2, \dots, K) .$$

Средние по группе оценки факторов  $A_{kj}$  выявляют внутригрупповые особенности распределения важности факторов  $A_j$  :

$$A_j = \frac{\sum_{k=1}^K A_{kj}}{K}, (j = 1, 2, \dots, m).$$

5. Выявление общих (в разрезе различных групп персонала) закономерностей в оценке факторов, влияющих на мотивацию энергосбережения, производится с помощью метода главных компонент [4, 15]. Методом главных компонент оцениваются важность и полнота набора факторов мотивации энергосбережения, выявляются латентные факторы.

В качестве исходных данных метода главных компонент используются данные табл. 3.6.

В результате реализации вычислительных процедур метода главных компонент вычисляется матрица факторных нагрузок (табл. 3.7), главные компоненты и их собственные значения.

Главные компоненты нумеруются в порядке убывания собственных значений  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \lambda_j \geq \dots \lambda_m$ ,  $\sum_{j=1}^m \lambda_j = m$ .

**Таблица 3.7. Результаты применения метода главных компонент (матрица факторных нагрузок)**

|                      |                | Главные компоненты |                |     |                |     |                |
|----------------------|----------------|--------------------|----------------|-----|----------------|-----|----------------|
|                      |                | F <sub>1</sub>     | F <sub>2</sub> | ... | F <sub>j</sub> | ... | F <sub>m</sub> |
| Факторы              | X <sub>1</sub> | $b_1^1$            | $b_2^1$        | ... | $b_j^1$        | ... | $b_m^1$        |
|                      | X <sub>2</sub> | $b_1^2$            | $b_2^2$        | ... | $b_j^2$        | ... | $b_m^2$        |
|                      | ...            | ...                | ...            | ... | ...            | ... | ...            |
|                      | X <sub>j</sub> | $b_1^k$            | $b_2^k$        | ... | $b_j^k$        | ... | $b_m^k$        |
|                      | ...            | ...                | ...            | ... | ...            | ... | ...            |
|                      | X <sub>m</sub> | $b_1^K$            | $b_2^K$        | ... | $b_j^K$        | ... | $b_m^K$        |
| Собственные значения |                | $\lambda_1$        | $\lambda_2$    |     | $\lambda_j$    |     | $\lambda_m$    |

Факторы включаются в  $j$ -ю главную компоненту, если их факторные нагрузки  $b_j^k$  удовлетворяют условию  $|b_j^k| \geq 0,7$ .

Оценка значимости факторов производится по величине собственных значений  $\lambda_j$ .

6. Ограничение на применение метода главных компонент – число групп персонала должно быть не менее числа факторов ( $K \geq m$ ).

*Результаты исследований по определению степени значимости факторов человеческого капитала для различных групп персонала при оценке мотивации энергосбережения.* По предложенной методике проведен экспертный опрос «Оценка важности факторов мотивации энергосбережения».

Было опрошено 20 экспертов. Значения коэффициента конкордации варьировались в границах от 0,54 до 0,81, и в среднем составили 0,76, что свидетельствует о высокой согласованности мнений экспертов. Статистическая значимость коэффициентов конкордации подтверждена критерием  $\chi^2$  Пирсона на 5 %-ном уровне ошибки.

Мнение экспертов о важности указанных в опросе факторов мотивации энергосбережения достаточно однородно (табл. 3.8). Средние экспертные оценки превышают среднее значение используемой балльной шкалы, равное 3 баллам, и варьируются от 3,3 до 4,8 балла. По данным экспертов, наибольшее влияние на процесс энергосбережения в целом по всем группам персонала оказывают: общечеловеческая культура работника, в том числе культура энергопотребления; степень влияния на энергосбережение; уровень образования; стаж работы и опыт (рис. 3.3). Эти факторы необходимо рассматривать в первую очередь при выработке мероприятий, направленных на повышение уровня мотивации энергосбережения.

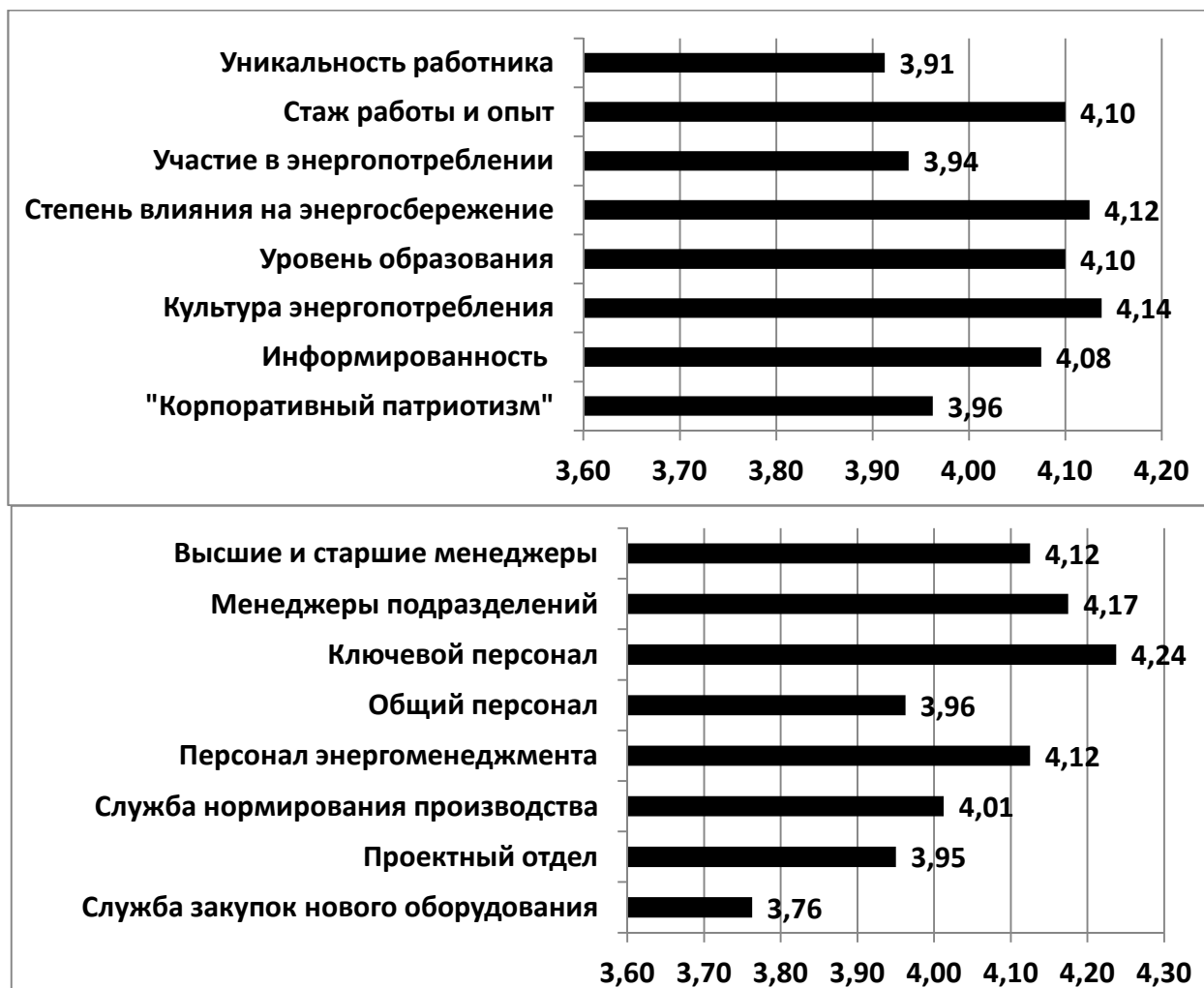
По данным табл. 3.8 проведен анализ с применением методов математической статистики (факторный анализ, метод главных компонент). Расчеты проводились в ППП STATISTICA, результаты приведены в табл. 3.9.

**Таблица 3.8. Средние значения экспертных оценок важности факторов, влияющих на мотивацию энергосбережения**

| Наименование группы персонала                      | Наименование фактора   |                    |                             |                                     |                     |                            |                                       |                                      |                                  |
|----------------------------------------------------|------------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
|                                                    | Уникальность работника | Стаж работы и опыт | Участие в энергопотреблении | Степень влияния на энергосбережение | Уровень образования | Культура энергопотребления | Информированность об энергосбережении | Понимание корпоративной причастности | Средний балл по группе персонала |
| <b>Высшие и старшие менеджеры</b>                  | 4,2                    | 4,0                | 3,5                         | 4,8                                 | 4,3                 | 4,0                        | 4,3                                   | 3,9                                  | <b>4,13</b>                      |
| <b>Менеджеры подразделений</b>                     | 4,1                    | 4,2                | 4,0                         | 4,6                                 | 4,2                 | 4,2                        | 4,1                                   | 4,0                                  | <b>4,18</b>                      |
| <b>Ключевой персонал</b>                           | 4,1                    | 4,3                | 4,7                         | 4,2                                 | 3,7                 | 4,4                        | 4,3                                   | 4,2                                  | <b>4,24</b>                      |
| <b>Общий персонал</b>                              | 3,3                    | 3,9                | 3,9                         | 4,0                                 | 4,0                 | 4,1                        | 4,3                                   | 4,2                                  | <b>3,96</b>                      |
| <b>Персонал энергоменеджмента</b>                  | 4,4                    | 4,2                | 3,7                         | 4,2                                 | 4,3                 | 4,1                        | 4,1                                   | 4,0                                  | <b>4,13</b>                      |
| <b>Служба нормирования производства</b>            | 4,0                    | 4,1                | 3,9                         | 4,0                                 | 4,2                 | 4,1                        | 4,0                                   | 3,8                                  | <b>4,01</b>                      |
| <b>Проектный отдел</b>                             | 3,8                    | 4,1                | 4,0                         | 3,8                                 | 4,4                 | 4,2                        | 3,8                                   | 3,5                                  | <b>3,95</b>                      |
| <b>Служба закупок (в т.ч. нового оборудования)</b> | 3,4                    | 4,0                | 3,8                         | 3,4                                 | 3,7                 | 4,0                        | 3,7                                   | 4,1                                  | <b>3,76</b>                      |
| <b>Средний балл по фактору</b>                     | <b>3,91</b>            | <b>4,10</b>        | <b>3,94</b>                 | <b>4,12</b>                         | <b>4,10</b>         | <b>4,14</b>                | <b>4,08</b>                           | <b>3,96</b>                          | <b>4,04</b>                      |

**Таблица 3.9. Результаты факторного анализа (метод главных компонент). Матрица факторных нагрузок**

| <b>Фактор мотивации<br/>энергосбережения</b>              | <b>Factor<br/>1</b> | <b>Factor<br/>2</b> | <b>Factor<br/>3</b> | <b>Factor<br/>4</b> | <b>Factor<br/>5</b> | <b>Factor<br/>6</b> | <b>Factor<br/>7</b> |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Уникальность работника                                    | 0,55                | <b>-0,74</b>        | -0,10               | 0,36                | -0,05               | -0,12               | 0,01                |
| Стаж работы и опыт                                        | <b>0,84</b>         | -0,13               | -0,42               | 0,31                | -0,03               | 0,07                | -0,01               |
| Участие в энергопотреблении                               | <b>0,78</b>         | 0,52                | -0,26               | -0,22               | 0,04                | -0,04               | -0,04               |
| Степень влияния<br>на энергосбережение                    | 0,44                | <b>-0,72</b>        | 0,46                | -0,07               | 0,24                | 0,08                | 0,00                |
| Уровень образования                                       | -0,23               | <b>-0,89</b>        | -0,23               | -0,24               | -0,16               | 0,13                | -0,02               |
| Культура энергопотребления                                | <b>0,88</b>         | 0,22                | -0,31               | -0,28               | -0,02               | 0,06                | 0,04                |
| Информированность об<br>энергосбережении                  | 0,55                | -0,25               | <b>0,73</b>         | -0,28               | -0,13               | -0,11               | 0,00                |
| Понимание корпоративной<br>причастности                   | 0,32                | 0,53                | <b>0,71</b>         | 0,28                | -0,10               | 0,14                | 0,00                |
| <b>Собственное значение</b>                               | 3,03                | 2,53                | 1,66                | 0,58                | 0,11                | 0,08                | 0,00                |
| <b>Относительное<br/>собственное значение</b>             | <b>0,38</b>         | <b>0,32</b>         | <b>0,21</b>         | 0,07                | 0,01                | 0,01                | 0,00                |
| <b>Накопленное<br/>собственное значение</b>               | 3,03                | 5,56                | 7,22                | 7,80                | 7,92                | 8,00                | 8,00                |
| <b>Накопленное относительное<br/>собственное значение</b> | 0,38                | 0,70                | 0,90                | 0,98                | 0,99                | 1,00                | 1,00                |
| <b>Вклад в дисперсию, %</b>                               | <b>37,86</b>        | <b>31,67</b>        | <b>20,75</b>        | 7,24                | 1,43                | 1,00                | 0,05                |
| <b>Накопленный<br/>вклад в дисперсию, %</b>               | <b>37,86</b>        | <b>69,53</b>        | <b>90,28</b>        | 97,52               | 98,95               | 99,95               | 100,00              |



**Рис. 3.3. Средняя экспертная оценка степени влияния факторов человеческого капитала на мотивацию энергосбережения (по 5-балльной шкале)**

Данные табл. 3.9 показывают, что все восемь рассматриваемых факторов мотивации энергосбережения являются информативными и входят в первые три главные компоненты с общим вкладом в дисперсию 90,28 %. Оставшиеся 9,72 % совокупного вклада в дисперсию приходятся на другие факторы, не включенные в анкету.

Среди всех рассмотренных факторов мотивации энергосбережения наибольшую важность (совокупный вклад в дисперсию составляет 37,86 %) имеют: участие в энергопотреблении; культура энергопотребления; стаж работы и опыт (табл. 3.10).

По оценке экспертов эти факторы наиболее важны для персонала энергоменеджмента, менеджеров подразделений и ключевого персонала.

**Таблица 3.10. Оценка факторов мотивации энергосбережения  
методом главных компонент (в разрезе групп персонала)**

| Главная компонента   |                      | Факторы мотивации энергосбережения    | Группа персонала                                     |                        |
|----------------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------|
| Наименование         | Вклад в дисперсию, % | Наименование                          | Наименование                                         | Оценка экспертов, балл |
| <b>F<sub>1</sub></b> | <b>37,86</b>         | Стаж работы и опыт                    | Ключевой персонал                                    | 4,3                    |
|                      |                      |                                       | Менеджеры подразделений                              | 4,2                    |
|                      |                      |                                       | Персонал энергоменеджмента                           | 4,2                    |
|                      |                      | Участие в энергопотреблении           | Ключевой персонал                                    | 4,7                    |
|                      |                      | Культура энергопотребления            | Ключевой персонал                                    | 4,4                    |
|                      |                      |                                       | Менеджеры подразделений                              | 4,2                    |
| <b>F<sub>2</sub></b> | <b>31,67</b>         | Уникальность работника                | Персонал энергоменеджмента                           | 4,4                    |
|                      |                      |                                       | Высшие и старшие менеджеры                           | 4,2                    |
|                      |                      | Степень влияния на энергосбережение   | Высшие и старшие менеджеры                           | 4,8                    |
|                      |                      |                                       | Менеджеры подразделений                              | 4,6                    |
|                      |                      |                                       | Ключевой персонал                                    | 4,2                    |
|                      |                      |                                       | Персонал энергоменеджмента                           | 4,2                    |
|                      |                      | Уровень образования                   | Проектный отдел                                      | 4,4                    |
|                      |                      |                                       | Высшие и старшие менеджеры                           | 4,3                    |
|                      |                      |                                       | Персонал энергоменеджмента                           | 4,3                    |
|                      |                      |                                       | Менеджеры подразделений                              | 4,2                    |
|                      |                      |                                       | Служба главного технолога, нормирования производства | 4,2                    |
| <b>F<sub>3</sub></b> | <b>20,75</b>         | Информированность об энергосбережении | Высшие и старшие менеджеры                           | 4,3                    |
|                      |                      |                                       | Ключевой персонал                                    | 4,3                    |
|                      |                      |                                       | Общий персонал                                       | 4,3                    |
|                      |                      | Понимание корпоративной причастности  | Ключевой персонал                                    | 4,2                    |
|                      |                      |                                       | Общий персонал                                       | 4,2                    |
| <b>Сумма</b>         | <b>90,28</b>         |                                       |                                                      |                        |

Вторую по важности группу факторов мотивации (вклад в дисперсию - 31,67 %) составляют: степень влияния на энергосбережение; уникальность работника и уровень образования.

Эти факторы наиболее важны для ключевого персонала, менеджеров всех уровней, персонала энергоменеджмента и сотрудников службы главного технолога, нормирования производства.

Информированность об энергосбережении и понимание корпоративной причастности (вклад в дисперсию - 20,75 %) высоко оцениваются экспертами у высших и старших менеджеров, общего и ключевого персонала.

В результате проведенных исследований были выявлены наиболее значимые факторы для различных категорий персонала.

Для категории «Руководство» оказались важными практически все факторы (за исключением участия в энергопотреблении).

*Менеджеры подразделений* отвечают на местах за энергопотребление и энергосбережение (фактор влияния на энергосбережение), кроме того, для них важен фактор опыта работы, образования и культуры энергопотребления.

*Ключевой персонал.* Поскольку это, как правило, сотрудники, которые включают и выключают силовое энергетическое оборудование, от них в наибольшей степени зависит и энергопотребление и энергосбережение. Кроме того, для этой категории важным является фактор культуры энергопотребления.

*Общий персонал* (все остальные работники). Для этой группы важны такие факторы, как информированность, корпоративный дух и культура энергопотребления.

*Энергоменеджер* – специфическая и уникальная профессия. Энергоменеджеры участвуют в организации всего процесса энергосбережения, взаимодействуют с персоналом различных категорий, в том числе с руководством. Для данной категории отмечается важность факторов уникальности, информированности об энергосбережении и культуры энергопотребления.

*Технологи* влияют на обоснование и поддержание технологии, в т.ч. энергоэффективной. Для них важны уровень образования и информированности о новых энергоэффективных технологиях, тем самым они в значительной степени влияют на энергопотребление.

*Проектировщики* в процессе своей деятельности разрабатывают проекты по модернизации, расширению и техническому перевооружению производства, в том числе с применением энергоэффективного оборудования, технологий и материалов – для этой категории важны уровень образования, культуры и «корпоративных дух».

*Сотрудники, отвечающие за поступление нового оборудования*, должны делать все возможное, чтобы закупаемое оборудование было энергоэффективным – важны факторы понимания важности этой работы для организации, уровня информированности и влияния на энергосбережение.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. Наиболее высокие оценки в среднем по всем факторам у энергоменеджеров, поскольку именно они теснее всех связаны с этой темой. Также высокие оценки у руководства, менеджеров подразделений и ключевого персонала, именно эти три группы, а также энергоменеджеры оказывают наибольшее влияние на энергосбережение.

2. Первостепенное значение приобретает поддержка руководством (собственниками предприятия) политики энергосбережения (фактор влияния на энергосбережение).

3. Наиболее высокие оценки имеют четыре фактора: «Культура энергопотребления», «Влияние на энергосбережение», «Стаж работы и опыт», «Уровень образования». Этим факторам необходимо оказывать наибольшее внимание с позиций мотивации энергосбережения.

Результаты исследований были использованы при разработке рекомендаций по внедрению организационного механизма управления энергосбережением на предприятиях АО «СУЭК-Красноярск» и ОАО «Русский Уголь».

Рекомендуется ввести систему оценки профессиональной квалификации в области энергосбережения (включить данный аспект в действующие требования к квалификации персонала).

### 3.2. Оценка фактора риска при реализации энергосберегающих проектов на горнопромышленных предприятиях

Для принятия решений о целесообразности внедрения энергосберегающих проектов производят расчеты их экономической эффективности, в которых необходимо учитывать факторы неопределенности, т.е. неполноту и неточность информации, а также риска, т.е. возможности нежелательных последствий при реализации проектов и получения меньшего, по сравнению с ожидаемым, экономического эффекта. Задачи управления рисками (риск-менеджмента) состоят в предвидении и уменьшении негативных последствий неопределенности ожиданий. Основные процессы управления рисками включают идентификацию, оценку рисков и меры по их снижению. В настоящее время проблемам управления рисками при реализации инвестиционных энергосберегающих проектов не уделяется достаточного внимания, и задача идентификации, оценки и снижения рисков энергосбережения является, безусловно, актуальной. В данной главе рассмотрены различные аспекты рисков энергосбережения и предложены подходы к их оценке.

*Методы и подходы учета факторов неопределенности и риска при реализации энергосберегающих проектов.* В зависимости от задач, рисков, характера внешней среды, доступности информации – могут быть использованы различные методы количественной оценки влияния рисков на эффективность реализации инвестиционных проектов [8, 28, 61, 102, 125, 130]:

- вероятностный метод;
- расчёт критических точек проекта, при которых проект перестаёт быть эффективным;
- метод анализа чувствительности к рисковым факторам;
- сценарный метод;
- метод расчёта дисконтированного дохода с использованием рисковой ставки (детерминированный метод).

Наиболее точным, и вместе с тем наиболее сложным является способ вероятностного анализа. Он состоит в том, что для каждого влияющего фактора строится кривая вероятностных значений. Далее либо определяются и анализируются средневзвешенные величины, либо строится «дерево вероятностей» и проводятся расчеты по каждому из возможных сочетаний варьируемых значений. Очевидно, что для проведения вероятностного анализа необходим значительный объем вычислений, особенно в случае с «деревом вероятностей».

Метод расчета критических точек, как правило, предусматривает расчет так называемой «точки безубыточности» и определение минимально допустимого уровня производства, при котором проект становится безубыточным. Недостаток данного метода состоит в том, что по исходным данным одного года приходится делать выводы и предположения на весь срок проекта.

Метод анализа чувствительности представляет собой определение устойчивости проекта к изменениям внешних факторов и параметров самого проекта. В результате анализа чувствительности можно уточнить факторы, влияющие на эффективность проекта в наибольшей степени, а также выбрать мероприятия по устранению негативных последствий. Применение данного метода для исследования проектов энергосбережения затруднено, поскольку энергопотребление на предприятии зависит от множества факторов, которые трудно учесть и проверить на практике.

При методе сценарного подхода обычно рассматривают несколько возможных сценариев реализации проектов: оптимистический, пессимистический и базовый. Данный метод является частным случаем анализа чувствительности, определяющего, насколько устойчив проект, в случае развития пессимистического сценария.

Включение рисковой надбавки  $d_p$  в величину ставки дисконта является простым и не очень точным методом, однако в случае оценки рисков проектов энергосбережения данный метод может быть использован, т.к. не требует большого объема информации.

Один из способов учета рисков по инвестиционным энергосберегающим проектам заключается в отражении их влияния на показатели эффективности, в частности, следующими способами:

- 1) умножения плановых показателей на коэффициент риска [65, 125];
- 2) корректировки коэффициента дисконтирования при расчетах экономических показателей проекта [61, 65].

Второй вариант более целесообразен, так как позволяет применять рисковые надбавки к ставке дисконтирования для проектов различной продолжительности, тогда как первый вариант одинаково корректирует показатели эффективности рискованных проектов вне зависимости от их продолжительности. При этом первый метод является более простым в реализации.

Данная поправка должна учитывать индивидуальный набор специфических рисков для каждого проекта. В связи со сложностью методик и ограничениями применения статистических методов существуют следующие варианты определения  $d_p$ :

- 1) величина  $d_p$  определяется индивидуально для каждого проекта;
- 2) величина  $d_p$  определяется и применяется для каждой типовой группы проектов;
- 3) величина  $d_p$  определяется для всего предприятия в целом с учетом индивидуальных особенностей.

Первый подход учитывает все индивидуальные особенности реализации каждого инновационного проекта, в связи с чем необходимо применять экспертные методы количественной оценки рисков. Данный подход целесообразен в следующих случаях:

- общее количество проектов невелико;
- проект не имеет аналогов среди уже реализованных проектов;
- имеются эксперты, которые могут произвести точную оценку рисков.

Данный подход не может применять напрямую статистический метод анализа данных аналогичных проектов, так как считается, что каждый проект индивидуален.

Второй вариант применяется в случае, когда были реализованы аналогичные проекты, на основании чего были определены группы проектов, и для них рассчитав  $d_p$ , можно определить, к какому типу относится тот или иной проект, и применить ставку  $d_p$ .

Третий является самым наиболее простым и в то же время самым неточным, он позволяет достаточно грубо рассчитать рисковую поправку для всех проектов энергосбережения на основе статистической информации без разделения на группы (табл. 3.11).

**Таблица 3.11. Сравнение вариантов определения рисковой надбавки  $d_p$**

| <b>Критерий</b>                                 | <b>Оценка величины <math>d_p</math> индивидуально для каждого проекта</b>              | <b>Оценка величины <math>d_p</math> для типовых групп проектов</b>                                             | <b>Оценка величины <math>d_p</math> для всего предприятия</b>                                                 |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Трудоёмкость подхода                            | Необходимо проводить расчёты для каждого проекта                                       | Затраты времени преимущественно на предварительном этапе расчётов                                              | Наименее трудоёмок                                                                                            |
| Использование статистических данных для подхода | Применение исторической информации должно обосновываться в каждом конкретном случае    | Используются ранее полученные данные, которые должны обновляться в процессе реализации проектов                | Использует все имеющиеся в наличии статистические данные                                                      |
| Применимость подхода                            | Для особенно дорогих и оригинальных проектов                                           | Для большого количества однотипных проектов                                                                    | Позволяет меньшими затратами, за счёт большего обобщения информации дать представление о специфических рисках |
| Точность подхода                                | Большая точность при наличии достоверных исходных данных и квалифицированных экспертов | Определяется ошибками при определении параметров типовых групп проектов и соответствием проекта типовой группе | Точность сложно проверить, она может быть как высокой, так и с большой вероятностью низкой                    |

Интервалы величин рисковых надбавок к ставке дисконта, рекомендуемые для оценки эффективности инвестиционных проектов, приведены в табл. 3.12. [83].

**Таблица 3.12. Интервалы величин рисковых надбавок к ставке дисконта**

| <b>Степень риска</b> | <b>Уровень «инновационности» проекта</b>   | <b>Величина рисковой надбавки, %</b> |
|----------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|
| Низкая               | Внедрение в производство освоенной техники | 3-5                                  |
| Средняя              | Внедрение малоосвоенной техники            | 8-10                                 |
| Высокая              | Внедрение новой техники                    | 13-15                                |
| Очень высокая        | Внедрение инновационных проектов           | 18-20                                |

Учёт и оценка рисков в проектах энергосбережения носит специфический характер. Известно, что энергопотребление не обладает тесной корреляцией с мероприятиями по энергосбережению, тем более крайне сложно (практически невозможно) выявить на практике последствия управленческих воздействий на уровень энергопотребления ввиду большого количества факторов, его определяющих. Поэтому для оценки степени рисков в работе применен метод учета рисковых надбавок к ставке дисконта.

*Виды и содержание рисков энергосбережения.* Риски, возникающие при реализации энергосберегающих проектов, можно условно разделить на традиционные риски, которые характерны для любых инвестиционных проектов, и на специфические риски, которые характерны исключительно для проектов энергосбережения.

*Традиционные риски* включают риски, которые характерны для предприятий отрасли, региона, учитывают макроэкономические факторы. Это страновые, региональные, политические, отраслевые, финансовые, конъюнктурные риски. Они возникают при реализации энергосберегающих проектов и являются характерными для всех инвестиционных проектов [50, 52, 92, 115].

Например, при реализации проектов энергосбережения на предприятиях угольной промышленности могут возникать следующие отраслевые риски [52]:

- риск снижения мировых цен на уголь и углесодержащую продукцию;
- риск истощения запасов, возникновения аварий в шахтах и на других опасных производствах, ухудшения условий добычи и, как следствие, снижения объема поставок;

- риск повышения энергопотребления из-за климатических условий.

В качестве мер по снижению этих рисков можно отметить:

- исследование динамики изменения показателей мировой и отечественной экономики и конъюнктуры рынков топливно-энергетических ресурсов;
- исследование прогнозов погодных условий для предприятий отрасли;
- в зависимости от специфики предприятия (подземная или открытая технология добычи, обогащение и переработка сырья) может быть проведен анализ других особенностей деятельности предприятия.

*Специфические риски* отражают вероятность потерь в связи с особенностями планирования и реализации энергосберегающих мероприятий (ЭСМ) [54, 117, 129] и включают:

1. Информационные риски. К ним относятся информационно-подготовительные и информационно-верификационные риски.

Информационно-подготовительные риски характеризуются фактором зависимости эффективности планирования и реализации ЭСМ от качества энергетического обследования, точности оценки реального потенциала энергосбережения, технико-экономических обоснований. Полученная неточная или неполная информация может стать причиной принятия неверного управленческого решения.

Информационно-верификационные риски – риски получения меньшего дохода в связи с недостоверным подтверждением размера экономии реализуемых проектов, неполным и неточным учетом потребления энергоресурсов, отклонением фактического потребления энергоресурсов из-за природно-климатических условий и т.д.

2. Организационные риски характеризуют зависимость эффективности ЭСМ от уровня организации процесса внедрения ЭСМ.

Организационный риск выражается в убытках в связи с неэффективными организацией и управлением энергосбережением на предприятии, недостаточным уровнем развития энергоменеджмента: повышенными по сравнению с нормативными расходами энергоресурсов, например, воды на производственные и

личные нужды, электроэнергия на кондиционирование, вентиляцию, освещение и т.д.

Одним из аспектов организационного риска следует считать сложившуюся практику реализации ФЗ №261 в регионах, на предприятиях и в организациях РФ, зачастую основанную не на создании новых организационных структур и введении новых штатных единиц энергоменеджеров, а на передаче ответственности по вопросам энергосбережения действующему персоналу, как правило, ответственному за энергохозяйство. Подобная система организации энергосбережения на местах неэффективна, очевидно, что либо должна «пострадать» основная работа ответственных за энергосбережение, либо работы по энергосбережению будут выполняться «по остаточному принципу» и, следовательно, некачественно.

3. Мотивационные риски и риски человеческого фактора отражают зависимость эффективности реализации энергосберегающих проектов в зависимости от уровня подготовки и мотивации персонала, системы учёта, контроля потребления и персональной ответственности за энергосбережение.

Особенностью мотивационного риска в энергосбережении является сложность (зачастую - невозможность) контроля энергопотребления и энергосбережения на каждом рабочем месте. Установить счетчики и видеокамеры во всех точках энергопотребления нереально, а следовательно, невозможно получить точную информацию об индивидуальном энергопотреблении. Поэтому мотивационный риск энергосбережения приобретает особое качество и является повышенным риском, который может «перекрыть» все усилия, затраченные на других этапах и видах деятельности по энергосбережению.

4. Технические и технологические риски – риски несоответствия фактических технических и технологических характеристик оборудования заявленным производителем (энергоэффективности, надёжности, стоимости эксплуатации), например, повышенные расходы топлива и масла в двигателях, повышенные потери тепла в теплотрассах, ограждающих конструкциях зданий и сооружений.

Технические и технологические риски энергосбережения также проявляются в

тех случаях, когда многократно опробованные виды оборудования и технологий известны прежде всего с точки зрения обеспечения надежного функционирования производства, и неизвестны в аспекте энергоэффективности.

Общий специфический риск энергосбережения представляет собой сумму вышеуказанных рисков:

В деятельности по энергосбережению задействованы практически все службы предприятия, весь персонал, в том числе и руководящий состав, при этом процессы и деловые коммуникации по энергосбережению интегрированы в общепроизводственные процессы и коммуникации. Вышесказанное обуславливает риски, характерные для сложных систем управления производственными процессами, каковой, безусловно, является система управления энергосбережением на предприятии.

Последствиями специфических рисков энергосбережения могут быть риски ошибочных решений, являющиеся результатом «цепной реакции» возникновения одного за другим нежелательных последствий. Продемонстрируем такие последствия на примере рисков завышенной расчетной экономии, относящихся к группе информационных рисков.

Например, осуществляется внедрение ЭСМ, реальную экономию которых оценить трудно, например, из-за отсутствия приборов учета, различных производственных и климатических условий и т.д. При определенном сочетании различных факторов (пониженная нагрузка на производстве, уменьшение потребления на дополнительный обогрев, вентиляцию, кондиционирование, бытовое потребление и пр.) потребление энергоресурсов может временно снизиться. Результатом может быть ошибочное мнение о том, что причиной снижения энергопотребления стали энергосберегающие мероприятия.

Вследствие этой ошибки может быть принято необоснованное решение о пересмотре в сторону понижения договорных величин установленной мощности и объемов поставок энергоресурсов, например, вывод из работы трансформаторного оборудования и т.д. Если временное снижение потребления заканчивается и возрастают производственные нагрузки, потребление на бытовые нужды,

связанное с тяжелыми климатическими условиями – установленной мощности становится недостаточно. Восстановление же прежней мощности требует дополнительных финансовых, трудовых и временных ресурсов.

Кроме того, трудность (или невозможность) подтверждения достигнутой экономии препятствует точной оценке эффективности вложенных в мероприятия средств, что является риском ошибочного расходования ресурсов предприятия.

Величина чистого дисконтированного дохода  $NPV$  с учетом факторов неопределенности и риска рассчитывается следующим образом:

$$NPV_i = -I_i + \sum \frac{CF_{nli}}{(1+r)^t} = -I_i + \sum \frac{CF_{nli}}{(1+d_0 + d_{mpi} + d_{cnei})^t}, \quad (3.3)$$

где  $CF_{nli}$  – планируемый денежный поток при реализации  $i$ -го проекта;

$I_i$  – инвестиции в реализацию  $i$ -го проекта;

$r$  – ставка дисконтирования;

$d_0$  – безрисковая ставка доходности;

$d_{mpi}$  – надбавка за традиционные риски;

$d_{cnei}$  – надбавка за специфические риски,

$t$  – расчётный год.

В качестве инструмента диверсификации рисков можно применить инструмент выделения ключевых групп риска и отнесение ЭСМ к различным группам по величине специфического риска энергосбережения  $R_{cnei}$ .

1. Группа проектов с наименьшим риском ( $R_{cnei} < 5\%$ ). К этой группе относятся проверенные, апробированные ЭСМ (например, источники света).

2. Группа проектов со средними значениями риска ( $5\% < R_{cnei} < 15\%$ ). К этой группе относятся ЭСМ со средним сроком окупаемости, как правило, приводящие к изменениям в производственном процессе.

3. Группа проектов с высокими значениями риска ( $R_{cnei} > 15\%$ ). К этой группе относятся ЭСМ, затрагивающие технологическую цепочку предприятия с большим количеством организационных аспектов, кардинальным реинжинирингом бизнес-процессов. Это мероприятия, требующие длительной отладки и построения системы учёта, мотивации персонала.

Для каждой группы может быть установлен свой предельный размер инвестиций, таким образом, портфель энергосберегающих мероприятий будет сбалансирован. На основании полученных данных об эффективности различных проектов строится алгоритм выбора инвестиционных проектов с учётом фактора традиционных и специфических рисков в виде блок-схемы принятия решения по выбору проекта из базы данных проектов.

Применяют следующие методы управления риском: снижение риска путём дополнительных мероприятий, принятие рискованного мероприятия, отклонение рискованного мероприятия. Величину специфического риска можно приблизительно оценить методом экспертных оценок, или путём анализа достаточного количества эмпирических данных о проектах, которые имеют аналогичные свойства и могут заключать в себе специфические риски энергосбережения.

Для экспертного метода необходимо составить перечень вопросов, по которым будет оцениваться конкретное мероприятие по степени риска:

- уникальность, технологическая, организационная сложность;
- наличие аналогичных проектов с подтверждёнными параметрами;
- репутация поставщика по срокам и качеству работ;
- возможные ошибки в анализе потенциала энергосбережения;
- возможные ошибки в причине излишнего энергопотребления;
- человеческий фактор (необходимость обучения, мотивации, контроля, эффект накопления опыта);
- зависимость от естественных факторов;
- зависимость от других проектов энергосбережения и др.

Экспертный метод включает разработку системы весовых коэффициентов на основе информации о реализованных проектах и сравнительной оценке их плановых и фактических показателей.

По итогам работы экспертов определяется риск проекта и при сопоставлении целевых показателей организации, финансового плана и прочих факторов

принимается решение о включении данного проекта в инвестиционную программу энергосбережения.

*Определение степени рисков при реализации энергосберегающих проектов с помощью метода экспертных оценок.* Для определения рисковой надбавки к ставке дисконта был составлен перечень энергосберегающих проектов для угольных шахт и разрезов и проведен опрос экспертов для определения степени влияния каждого из видов специфических рисков на энергосбережение. Опрос проводился по пятибалльной шкале оценок. Величина общей рисковой надбавки для проекта определялась из условия, что оценки «1», «2», «3», «4» и «5» соответствовали значениям надбавок, равным 0,04, 0,08, 0,12, 0,16 и 0,2.

Средняя оценка по мероприятию определялась по формуле

$$D_{cpi} = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + 3 \cdot n_3 + 4 \cdot n_4 + 5 \cdot n_5}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5}, \quad (3.4)$$

где  $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5$  - количество ответов, данных экспертами, соответствующих каждой из оценок по пятибалльной шкале.

Общая рисковая надбавка  $d_p$  равна сумме надбавок отдельных рисков;

$$d_{pi} = d_{mpi} + d_{ui} + d_{oi} + d_{mi} + d_{ti}, \quad (3.5)$$

где  $d_{mpi}, d_{ui}, d_{oi}, d_{mi}, d_{ti}$  – рисковые надбавки соответственно традиционных, информационных, организационных, мотивационных и технических рисков.

Оценки традиционных  $D_{mpi}$ , информационных  $D_{ui}$ , организационных  $D_{oi}$ , мотивационных  $D_{mi}$  и технических  $D_{ti}$  рисков по пятибалльной шкале определяются аналогично формуле (3.4).

Величина каждой из составляющих рисков соответствует их доле от суммарного значения общей оценки  $\sum D_i$ , которая определяется по формуле

$$\sum D_i = D_{mpi} + D_{ui} + D_{oi} + D_{mi} + D_{ti} + \dots \quad (3.6)$$

Определение величин рисковых надбавок осуществляется по формулам, приведенным в табл. 3.13.

**Таблица 3.13. Формулы для определения величин рисковых надбавок к ставке дисконта для энергосберегающих проектов**

| <b>Вид рисковой надбавки к ставке дисконта</b> | <b>Величина рисковой надбавки</b>           |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Общая рисковая надбавка                        | $d_{pi} = D_{cpi} \cdot 0,05$               |
| Надбавка по традиционным рискам                | $d_{mpi} = d_{pi} \frac{D_{mpi}}{\sum D_i}$ |
| Надбавка по информационным рискам              | $d_{ui} = d_{pi} \frac{D_{ui}}{\sum D_i}$   |
| Надбавка по организационным рискам             | $d_{oi} = d_{pi} \frac{D_{oi}}{\sum D_i}$   |
| Надбавка по мотивационным рискам               | $d_{mi} = d_{pi} \frac{D_{mi}}{\sum D_i}$   |
| Надбавка по техническим рискам                 | $d_{ti} = d_{pi} \frac{D_{ti}}{\sum D_i}$   |

Опрос был проведен для десяти типов проектов энергосбережения, используемых на горнопромышленных предприятиях. Результаты исследования представлены в табл. 3.14.

Величины общих рисковых надбавок находятся в интервале 0,148-0,182, что соответствует средним оценкам степени «инновационности» проектов энергосбережения от 3,70 до 4,55. Наибольшие значения надбавок для рассмотренного перечня проектов относятся к техническим рискам (до 0,048). Эксперты отметили, что повышенные мотивационные риски соответствуют проектам, где высока роль человеческого фактора, информационные риски – проектам, у которых отсутствует точная регистрация расхода энергоресурсов, организационные – проектам с неопределенной границей ответственности.

**Таблица 3.14. Величины рисковых надбавок к ставке дисконта  
для энергосберегающих проектов горнопромышленных предприятий**

| Наименование проекта                                                  | Величина надбавки к ставке дисконта по видам рисков |                         |                          |                        |                      |                                              |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|----------------------------------------------|
|                                                                       | Традиционные<br>$d_{mp}$                            | Информационные<br>$d_u$ | Организационные<br>$d_o$ | Мотивационные<br>$d_m$ | Технические<br>$d_m$ | Величина общей<br>рисковой<br>надбавки $d_p$ |
| Модернизация систем освещения                                         | 0,034                                               | 0,033                   | 0,027                    | 0,032                  | 0,028                | 0,154                                        |
| Внедрение систем контроля и учета энергоресурсов                      | 0,027                                               | 0,035                   | 0,038                    | 0,026                  | 0,05                 | 0,176                                        |
| Внедрение частотно-регулируемого электропривода                       | 0,032                                               | 0,036                   | 0,041                    | 0,033                  | 0,028                | 0,17                                         |
| Компенсация реактивной мощности                                       | 0,044                                               | 0,032                   | 0,024                    | 0,028                  | 0,032                | 0,16                                         |
| Модернизация технологического оборудования                            | 0,041                                               | 0,035                   | 0,032                    | 0,027                  | 0,045                | 0,18                                         |
| Модернизация электроэнергетического оборудования                      | 0,031                                               | 0,04                    | 0,036                    | 0,021                  | 0,028                | 0,156                                        |
| Установка устройств контроля качества электроэнергии                  | 0,04                                                | 0,034                   | 0,031                    | 0,029                  | 0,034                | 0,168                                        |
| Перевод котлов с твердого топлива на метан от дегазационной установки | 0,036                                               | 0,031-                  | 0,021-                   | 0,024                  | 0,04                 | 0,152                                        |
| Модернизация теплового и теплоэнергетического оборудования            | 0,032                                               | 0,03-                   | 0,02-                    | 0,025                  | 0,041                | 0,148                                        |
| Использование возобновляемых источников энергии                       | 0,038                                               | 0,036                   | 0,037                    | 0,023                  | 0,048                | 0,182                                        |

Методика технико-экономического обоснования энергосберегающих проектов с учетом факторов мотивации и рисков, а также предынвестиционных затрат на проведение энергетических обследований включает расчет суммарного чистого дисконтированного дохода  $NPV_{\Sigma}$ :

$$NPV_{\Sigma} = NPV_{ЭСМ} + HCVA = -I_{\Sigma} + \sum_{t=1}^T \frac{P_i^t - S_i^t}{(1 + d_0 + d_p)^t} + \sum_{t=1}^T \frac{P_{МЭ}^t - S_{МЭ}^t}{(1 + d_0 + d_M)^t}, \quad (3.7)$$

где  $NPV_{ЭСМ}$  – чистый дисконтированный доход от реализации ЭСМ с учетом фактора риска;  $HCVA$  (Human Capital Value Added) – добавленная стоимость

человеческого капитала,  $I_{\Sigma}$  – инвестиции в энергосбережение;  $I_{\Sigma} = I_{\Sigma 0} + \sum I_{\Sigma M i} + I_{M \Sigma}$ ;  $I_{\Sigma 0}$  – затраты на энергообследования;  $I_{\Sigma M i}$  – инвестиции в  $i$ -е ЭСМ;  $I_{M \Sigma}$  – инвестиции в человеческий капитал;  $P_i^t$  – экономия энергоресурсов в результате реализации  $i$ -го ЭСМ;  $S_i^t$  – текущие затраты на реализацию  $i$ -го ЭСМ;  $d_0$  – безрисковая ставка доходности;  $d_p = d_{mpad i} + d_{cney i}$  – суммарная надбавка за риск, включающая надбавку за традиционные риски ( $d_{mpad i}$ ), надбавку за специфические риски ( $d_{cney i}$ );  $P_{M \Sigma}^t$  – доходы от мотивации персонала, определяемые как стоимость сэкономленных за счет улучшения мотивации персонала энергоресурсов;  $S_{M \Sigma}^t$  – текущие затраты на мотивацию энергосбережения, включающие затраты на мотивацию; штрафы (премии) за перерасход (экономия) энергоресурсов; управленческие расходы;  $d_M$  – рискованная надбавка при оценке эффективности вложений в мотивацию;  $t$  – расчётный год, а также дисконтированного срока окупаемости  $T_{ок}$ :

$$T_{ок} = T_- - \frac{\sum_i \sum_{t=1}^{T_-} (P_i^t - S_i^t) (1 + d_0 + d_p)^{-t} + \sum_{t=1}^{T_-} (P_{M \Sigma}^{T_-} - S_{M \Sigma}^{T_-}) (1 + d_0 + d_M)^{-t}}{\sum_i (P_i^{T_+} - S_i^{T_+}) (1 + d_0 + d_p)^{-T_+} + (P_{M \Sigma}^{T_+} - S_{M \Sigma}^{T_+}) (1 + d_0 + d_M)^{-T_+}}, \quad (3.8)$$

где  $T_-$  – крайний период расчета, при котором накопленный чистый дисконтированный доход отрицателен;  $T_+ = T_- + 1$ .

Учет факторов риска и мотивации при расчете показателей эффективности энергосберегающих проектов позволяет получить более точную исходную информацию для принятия управленческих решений по их внедрению.

### Выводы по главе

1. Предложен подход для оценки уровня мотивации энергосбережения, обоснованы факторы человеческого капитала, влияющие на мотивацию энергосбережения и проведено экспертное исследование степени влияния факторов человеческого капитала на мотивацию различных групп персонала горнопромышленных предприятий.

2. Наиболее высокие оценки в среднем по всем факторам у энергоменеджеров, руководства, менеджеров подразделений и ключевого персонала. Эти четыре группы оказывают наибольшее влияние на энергосбережение.

3. Первостепенное значение приобретает поддержка руководством (собственниками предприятия) политики энергосбережения (фактор влияния на энергосбережение).

4. Наиболее значимые факторы: информированность, понимание важности задачи (корпоративный патриотизм), культура энергопотребления, влияние на энергосбережение. Именно этим факторам необходимо оказывать наибольшее внимание с позиций мотивации.

5. Уточнено содержание факторов неопределенности и риска при внедрении энергосберегающих проектов и предложены методы их оценки.

6. Проведен экспертный опрос по определению уровня «инновационности» и степени риска для различных групп энергосберегающих мероприятий. Величина общих рисков надбавок находится в интервале 0,148-0,182, что соответствует средним оценкам степени «инновационности» проектов энергосбережения от 3,70 до 4,55. Наибольшие значения надбавок для рассмотренного перечня проектов относятся к техническим рискам (до 0,048). Эксперты отметили, что повышенные мотивационные риски соответствуют проектам, где высока роль человеческого фактора, информационные риски – проектам, у которых отсутствует точная регистрация расхода энергоресурсов, организационные – проектам с неопределенной границей ответственности.

7. Предложена методика расчета показателей эффективности энергосберегающих проектов с учетом факторов риска и мотивации.

8. Учет факторов риска и мотивации при расчете показателей эффективности энергосберегающих проектов позволит получить более точную информацию для принятия управленческих решений по их внедрению.

## **ГЛАВА 4. ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ НА ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ НА ОСНОВЕ ПРОЕКТНО-ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА**

### **4.1. Проектно-процессный подход как инструмент эффективного управления энергосбережением**

Энергосбережение, как правило, рассматривается не в качестве комплексного процесса в системе процессов предприятия, а в качестве деятельности по реализации отдельных энергосберегающих проектов, которым присущи ограничения во времени и ресурсах, а также другие признаки и особенности проектного подхода. В то же время энергосбережение является непрерывной деятельностью, включающей процессы, осуществляемые на горнопромышленных предприятиях по таким направлениям, как:

- управление производством;
- мотивация персонала;
- проектная деятельность (контроль использования энергоэффективных материалов, оборудования и технологий на этапе проектных работ по строительству, ремонту, техническому перевооружению и реконструкции производства);
- закупочная деятельность (контроль требований по энергоэффективности к поставляемому оборудованию и материалам);
- деятельность по поиску и внедрению энергоэффективных и энергосберегающих инноваций;
- исследовательские работы (энергетические обследования, составление энергетических балансов, определения центров нагрузок, факторов, влияющих на энергопотребление);
- организационные, технические, строительные, инвестиционные и другие виды деятельности, связанные с разработкой и сопровождением этапов реализации энергосберегающих проектов, обеспечением взаимодействия и согласования действий его участников.

Деятельность по энергосбережению является процессом в структуре процессов предприятия, связанных с энергопотреблением. Процессный подход позволяет согласовывать деятельность по энергосбережению с остальными процессами действующего предприятия (ресурсы, цели, задачи и т.д.). Реализация отдельных энергосберегающих проектов также должна происходить в рамках процессов энергосбережения. Таким образом, на уровне отдельных мероприятий целесообразно использование проектного подхода, а на уровне управления энергосбережением в целом – процессного подхода [17, 20, 27, 45, 131].

Для системного управления большим количеством энергосберегающих проектов в рамках процесса энергосбережения возникает потребность к их унификации для применения единых методов и подходов к управлению на базе системы формализованных стандартов и соответствующей организационной структуры.

Процесс энергосбережения (процесс верхнего уровня) включает управление процессами нижнего уровня и процессами управления проектами (выбор проектов, выделение ресурсов, реализация, контроль и т.д.).

Энергетическое обследование, проводимое для анализа энергопотребления на производстве, является проектом, который входит в процесс анализа энергопотребления и энергосбережения. В процессах разработки, планирования и реализации программ энергосбережения основным звеном являются энергосберегающие проекты, включающие технико-экономические обоснования, оптимизацию затрат, учет факторов риска и мотивации. Мотивация, в свою очередь, является процессом. Однако с позиций теории управления человеческим капиталом она может представлять собой своего рода проект, т.е. представляет собой вложения ресурсов в персонал для получения дополнительного эффекта при реализации энергосберегающих проектов.

Сравнительный анализ проектного и процессного подходов приведен в табл. 4.1 [17].

**Таблица 4.1. Сравнительный анализ проектного и процессного подходов при управлении энергосбережением**

| <b>Фактор</b>                                       | <b>Проектный подход</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Процессный подход</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Определение                                         | Отдельное предприятие с определенными целями, включающими требования по времени, стоимости и качеству достигаемых результатов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Совокупность взаимосвязанных мероприятий, направленных на создание определенного продукта или услуги для потребителей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Область применения                                  | Для мероприятий, которые происходят впервые или имеют существенные отличия от других                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Для анализа операционной деятельности организации с учетом повторяемости процессов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Временной и стоимостной аспекты                     | Каждый проект имеет определенную временную продолжительность и стоимость                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Рассматриваются длительности и стоимости не каждого бизнес – процесса, а совокупности похожих, образующих единую группу бизнес-процессов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Используемые в подходах инструменты                 | Диаграммы Ганта, сетевые графики                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Организационные схемы, выполненные по различным методологиям в различных нотациях                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Основные задачи и свойства                          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основной задачей проектов является достижение целей.</li> <li>2. Одновременное соблюдение финансовых и временных ограничений проекта.</li> <li>3. «Уникальность» проекта выражается либо в создании принципиального нового, либо в наличии определенных элементов новизны.</li> <li>4. Реализация проекта всегда означает изменение существующей системы и ее перевод в новое состояние</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Результативность (соответствие ожиданиям потребителя процесса)</li> <li>2. Определенность (соответствие описанию)</li> <li>3. Повторяемость (возможность повторения процесса с определенными характеристиками)</li> <li>4. Управляемость (соответствие целевым показателям управления).</li> <li>5. Эффективность (эффективное использование ресурсов процесса).</li> <li>6. Гибкость (способность адаптироваться к внешним воздействиям)</li> </ol> |
| Подходы с точки зрения управления энергосбережением | Основой энергосбережения являются энергосберегающие мероприятия – проекты, имеющие свою продолжительность и стоимость                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Деятельность по энергосбережению осуществляется непрерывно, можно представить ее в виде процессов, например: анализ энергопотребления и энергосбережения, разработка, планирование и реализация энергосберегающих мероприятий                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Общие черты проектов и процессов                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Одним из элементов проекта является процесс его выполнения.</li> <li>2. Оценка времени и стоимости проекта может осуществляться по каждой фазе проекта, что, по сути, является свойством процессного подхода.</li> <li>3. Целью, как у управления проектами, так и управления бизнес-процессами является улучшение деятельности организации</li> </ol>                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Применение проектно-процессного подхода к формированию организационного механизма управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях даёт следующие преимущества [21]:

1. Повышение эффективности процесса энергосбережения за счёт повышения коэффициента рентабельности собственного капитала (увеличение рентабельности на 15 %).

2. Повышение устойчивости процессов (снижение влияния факторов риска, повышение уровня безопасности производства).

3. Раскрытие внутренних резервов персонала (поднятие уровня инновационной активности, вовлечённости персонала в процесс развития производства, согласованности восприятия персоналом внедряемых мероприятий).

При формировании организационного механизма управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях необходимо применять следующие принципы проектно-процессного подхода:

1) Взаимосвязанность процессов и проектов энергосбережения.

2) Подчинённость целей всех процессов и проектов целям энергосбережения.

3) Полнота учёта факторов горного производства.

4) Цикличность процессов энергосбережения, постоянное совершенствование и преобразование процессов.

5) Сбалансированность показателей эффективности процессов и проектов энергосбережения.

6) Систематическое, опережающее факторы внешней среды обновление требований к параметрам процессов и проектам.

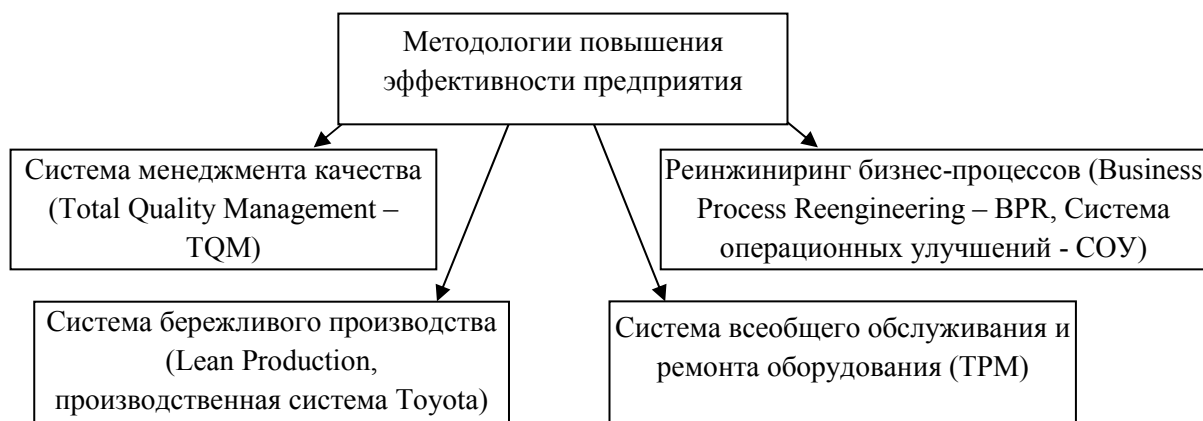
7) Мотивация и вовлечённость персонала в процесс энергосбережения.

Применение проектно-процессного подхода позволит достичь высокого темпа повышения энергоэффективности, баланса эффективности процессов энергосбережения с процессами развития и функционирования горного предприятия, обеспечить устойчивость предприятия в условиях нестабильной внешней среды. Формирование организационного механизма управления энергосбережением целесообразно осуществлять на основе сбалансированного

сочетания и совершенствования элементов проектного и процессного подходов, с использованием их основных преимуществ с целью повышения эффективности организации энергосбережения на горнопромышленных предприятиях.

#### **4.2. Процессы энергосбережения в системе бизнес-процессов горнопромышленного предприятия**

В настоящее время системы управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях выстраивают на основе принципов и методов энергетического менеджмента [3, 73, 101, 151, 155, 157, 162, 168]. Для реализации функций системы энергоменеджмента предприятия применяют различные управленческие методологии управления процессами (рис. 4.1).



**Рис. 4.1. Методологии управления процессами энергоменеджмента**

Принципы процессного подхода [45, 131, 150, 163, 164, 167] предусматривают идентификацию процессов энергосбережения в системе бизнес-процессов предприятия в соответствии с функциями энергоменеджмента.

Процессы энергосбережения должны быть интегрированы в процессы предприятия и согласованы с финансовой, инвестиционной, организационной, производственной, мотивационной политикой предприятия. Эти процессы должны выполняться не обособленно, а быть направлены на достижение стратегических целей предприятия для получения дополнительного дохода на основе повышения энергоэффективности.

Процессы энергосбережения являются обеспечивающими по отношению к основным процессам предприятия. Основной деятельностью предприятия является

производство продукции, выполнение работ, оказание услуг. Основные процессы энергосбережения – анализ энергопотребления и энергосбережения, разработка, планирование и реализация энергосберегающих мероприятий. В соответствии с методологией процессного подхода формализация и описание процессов предприятия осуществляется следующим образом [45] (рис. 4.2):



**Рис. 4.2. Взаимосвязь процессов энергосбережения с процессами предприятия**

Процессный подход позволяет регламентировать взаимодействие участников процесса энергосбережения и его организации. Важным инструментом является электронная система документооборота, которая внедряется согласно системе процессов и позволяет минимизировать количество действий, направленных на согласование мероприятий (выбора приоритетных мероприятий, согласование плана финансирования, сроков внедрения и т.д.). Данная система реализует различные современные методы управления предприятием и имеет доступ для ознакомления, принятия решений и внесения правок и комментариев в режиме онлайн, документирование и прослеживание состояний исполнения, отчётности, что позволяет консолидировать процесс энергосбережения в единое информационное пространство.

Для повышения эффективности управления энергосбережением на предприятии производится оптимизация следующих аспектов деятельности:

1. Оптимизация трудозатрат сотрудников, участвующих в реализации энергосберегающих проектов. Планирование трудозатрат согласовывается с фондом рабочего времени, в случае перегрузки работа энергоменеджера перераспределяется на исполнителей в производственных подразделениях. Регламентация процедуры выполнения работ проводится своими силами либо сторонними организациями.

2. Оптимизация сроков реализации энергосберегающих проектов. Формирование действий, направленных на повышение темпов реализации с помощью регламентации процессов. Ограничение временных затрат на согласование проектов и формирование плана энергосбережения.

3. Определение оптимального размера мотивации персонала при выполнении задач энергосбережения.

4. Оптимизация рабочего времени участников процесса энергосбережения реализуется с помощью методов оптимизации процессов, в частности, с помощью средств программного обеспечения Business Studio, инструментарий которого основан на методах исследования операций и использует язык описания бизнес-процессов для формирования расчётной модели путем решения оптимизационной задачи с учетом критических параметров и ограничений.

Схема интеграции процессов энергосбережения в систему бизнес-процессов предприятия приведена на рис. 4.3.

Процессы энергосбережения используют общие с другими процессами ресурсы. К ним относят финансовые ресурсы (бюджет энергосберегающих мероприятий), человеческие ресурсы (персонал, выполняющий работы по разработке и внедрению мероприятий энергосбережения), материальные ресурсы (оборудование, материалы, энергоресурсы), информационные ресурсы (система документооборота, автоматизированные системы контроля и управления энергоресурсами (АСКУЭ) [56].



Рис. 4.3. Интеграция процессов энергосбережения в систему бизнес-процессов предприятия

Одним из вспомогательных процессов, который следует исследовать с помощью процессного подхода, является мотивация энергосбережения. В самом процессе мотивации необходимо выработать оптимальные системы премирования для достижения наилучших результатов с учётом стоимости затрат на мотивацию и достигаемого эффекта. Таким образом, данный процесс встраивается в процессы формирования плана энергосбережения, координируется с позиции процесса бюджетирования и включается с помощью системы автоматизированной системы технического учета энергоресурсов (АСТУЭР) в процессы предприятия, связанные с энергопотреблением. Для реализации процесса мотивации необходимо разработать соответствующие нормативные акты, внести изменения в систему документооборота и отчётности, наладить систему АСТУЭР для предоставления необходимой информации.

В связи с этим необходимо согласованное обеспечение ресурсами процессов энергосбережения и основных процессов предприятия для выполнения производственного плана и плана энергосбережения, снижения времени простоя оборудования на период внедрения мероприятий и снижения прочих неблагоприятных факторов внедрения процессов энергосбережения на действующем предприятии (табл. 4.2).

Процессы управления энергосбережением объединяются в самостоятельный процесс обеспечения процессов энергосбережения. В рамках крупных предприятий, например, холдинговых компаний данные процессы обеспечения должны быть реализованы по единым стандартам для всех предприятий холдинга, что позволит более эффективно реализовывать политику энергосбережения.

С целью повышения эффективности управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях используются методы реинжиниринга бизнес-процессов, включающие системное моделирование и реорганизацию материальных, финансовых и информационных потоков, упрощение организационной структуры, перераспределение и минимизацию использования различных ресурсов, а также совершенствование процесса мониторинга и управленческого учета.

**Таблица 4.2. Интеграция процесса энергосбережения в систему управления горным производством**

| <b>Функция управления горным производством</b>                                 | <b>Реализация процесса энергосбережения</b>                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Перспективное и текущее технико-экономическое и социальное планирование        | Формирование энергетической политики по поэтапному повышению энергоэффективности на предприятии во взаимодействии с формированием производственной программы и планом развития производства                                                                                                       |
| Управление технической подготовкой производства и инвестиционной деятельностью | Контроль проектных работ и закупки оборудования с точки зрения энергоэффективности<br>Формирование оптимизированного плана инвестиций в энергосбережения с учётом плана инвестиций (закупкой нового оборудования, модернизации и капитального ремонта оборудования, технического перевооружения)  |
| Организация производства                                                       | Внесение изменений в должностные инструкции для ключевого персонала, а также других лиц, участвующих в энергопотреблении<br>Формирование службы энергосбережения (энергоменеджмента)<br>Интеграция службы энергоменеджмента в процессы предприятия<br>Внедрение и совершенствование системы АСКУЭ |
| Управление технологическими процессами                                         | Внедрение энергосберегающих мероприятий и корректировка удельных норм расхода энергоресурсов                                                                                                                                                                                                      |
| Оперативное управление производством                                           | Внедрение операционных улучшений, направленных на повышение операционной энергоэффективности                                                                                                                                                                                                      |
| Технический контроль и испытания                                               | Анализ и совершенствование данной функции с точки зрения энергоэффективности                                                                                                                                                                                                                      |
| Управление организацией труда и заработной платы                               | Система мотивации персонала с учётом достижения целей энергосбережения (определение базовых величин стимулирования, методика расчёта величины премий/штрафов в зависимости от выполнения плана)                                                                                                   |
| Организация работы с кадрами                                                   | Предложения по набору и обучению персонала с учётами факторов человеческого капитала, которые оказывают наибольшее влияние на энергосбережение<br>Удержание и развитие перспективных кадров                                                                                                       |
| Организация творческой деятельности трудового коллектива                       | Мотивация рационализаторства, накопления и обмена опытом энергосбережения                                                                                                                                                                                                                         |
| Материально-техническое снабжение                                              | Анализ и совершенствование данной функции с точки зрения энергоэффективности                                                                                                                                                                                                                      |
| Сбыт продукции                                                                 | Анализ и совершенствование данной функции с точки зрения энергоэффективности                                                                                                                                                                                                                      |
| Капитальное строительство                                                      | Контроль проектов и качества выполнения работ капитального строительства с учётом требований энергоэффективности                                                                                                                                                                                  |
| Организация финансовой деятельности                                            | Обеспечение финансирования проектов энергосбережения.<br>Ряд банков предлагают особые условия по кредитованию энергоэффективных проектов                                                                                                                                                          |
| Учёт и отчётность                                                              | Отражение в управленческом учёте финансовой отчётности показателей потребления и экономии топливно-энергетических ресурсов                                                                                                                                                                        |
| Экономический анализ                                                           | Экономический эффект от внедрения энергосберегающих мероприятий отражается на экономических показателях предприятия                                                                                                                                                                               |

### **4.3. Разработка методических рекомендаций по формированию организационного механизма управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях**

Предложенный в п. 4.1 подход для повышения эффективности управления энергосбережением на основе совершенствования бизнес-процессов позволяет сформулировать основные принципы разработки системы управления энергосбережением. Предлагается использовать в разрабатываемой системе управления результаты моделирования задач оптимизации инвестиций в энергосберегающие мероприятия и обоснования стоимости энергетических обследований, приведенных в п. 2.1 и 2.2, а также учесть факторы мотивации и рисков энергосбережения (п. 3.1 и 3.2).

Результатами процесса энергосбережения являются капитальные вложения и организационные мероприятия, система мотивации и соответствующие должностные инструкции, направленные на достижение экономии энергоресурсов и повышение энергоэффективности производства.

Основные процессы энергосбережения на горнопромышленных предприятиях, соответствующие стандарту ИСО 50001 (табл. 4.3) [78, 118, 120, 121]:

1. Формирование энергетической политики.
2. Анализ энергопотребления и энергосбережения.
3. Разработка энергосберегающих мероприятий.
4. Выбор и планирование энергосберегающих мероприятий.
5. Реализация энергосберегающих мероприятий.
6. Контроль и мониторинг выполнения плана энергосбережения.
7. Корректировка удельных норм расхода энергоресурсов.
8. Корректировка энергосберегающих мероприятий.
9. Корректировка энергоменеджмента.
10. Контроль закупок оборудования.
11. Контроль проектных работ.
12. Мотивация и повышение культуры энергосбережения.

**Таблица 4.3. Соответствие элементов стандарта ИСО 50001 процессам энергосбережения**

| <b>Элементы<br/>Международного<br/>стандарта ИСО 50001<br/>«Энергетический<br/>менеджмент»</b> | <b>Процессы энергосбережения на горнопромышленных<br/>предприятиях, в которых учитываются элементы ИСО 50001</b>                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Энергетическая политика                                                                        | 1. Формирование энергетической политики                                                                                                                                                                                       |
| Планирование                                                                                   | 2. Анализ энергопотребления и энергосбережения.<br>3. Разработка энергосберегающих мероприятий.<br>4. Выбор и планирование энергосберегающих мероприятий<br>10. Контроль закупки оборудования<br>11. Контроль проектных работ |
| Внедрение и эксплуатация                                                                       | 5. Реализация энергосберегающих мероприятий<br>12. Мотивация и культура энергопотребления                                                                                                                                     |
| Проверка и<br>корректирующие действия                                                          | 6. Контроль и мониторинг выполнения плана энергосбережения<br>7. Корректировка удельных норм расхода энергоресурсов<br>8. Корректировка мероприятий<br>9. Корректировка энергоменеджмента                                     |
| Контроль и измерения                                                                           | 2. Анализ энергопотребления и энергосбережения.<br>6. Контроль и мониторинг выполнения плана энергосбережения<br>10. Контроль закупки оборудования<br>11. Контроль проектных работ                                            |
| Корректирующие и<br>предупреждающие<br>действия                                                | 7. Корректировка удельных норм расхода энергоресурсов<br>8. Корректировка мероприятий<br>9. Корректировка энергоменеджмента                                                                                                   |
| Внутренний аудит                                                                               | 9. Корректировка энергоменеджмента                                                                                                                                                                                            |
| Анализ менеджмента                                                                             | 1. Формирование энергетической политики<br>9. Корректировка энергоменеджмента                                                                                                                                                 |

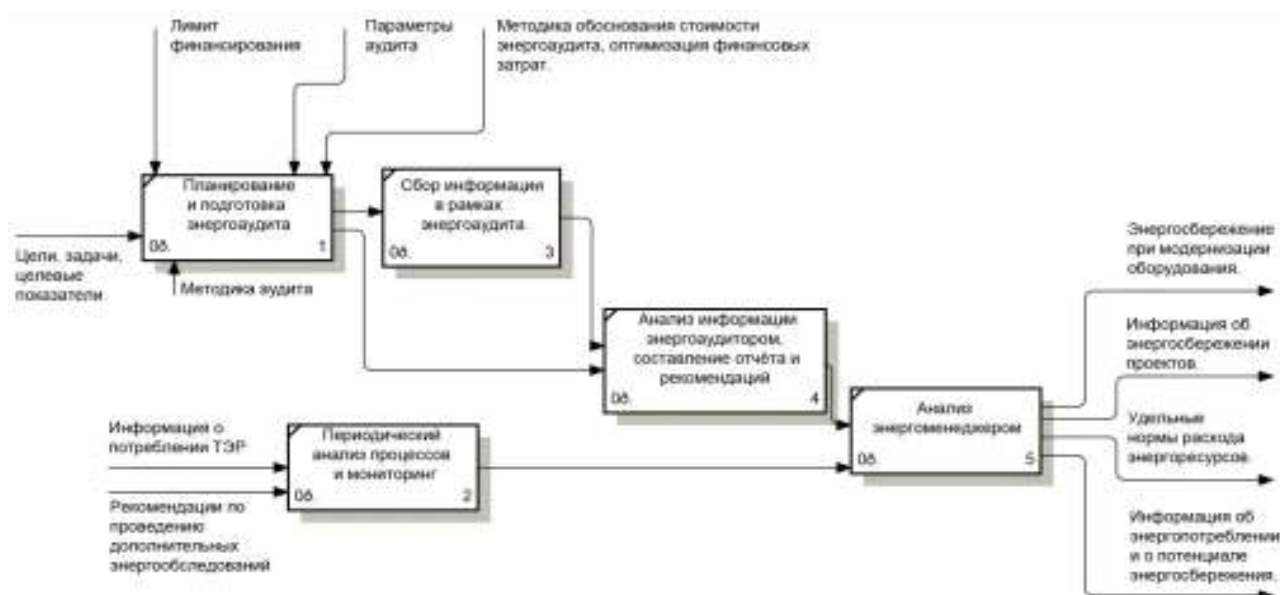
Данные процессы включают реализацию таких проектов, как энергообследования, энергосберегающие мероприятия. Также применяются факторы проектного управления: учет факторов риска, оптимизация затрат, подходы к формированию программ энергосбережения.

*Процесс анализа энергопотребления и энергосбережения на предприятии* включает (рис. 4.4):

1. Энергоаудит. Включает выбор энергоаудитора, согласование задач энергообследования, определение объёмов работ, финансирование, сбор, анализ информации, получение и обработку результатов обследования.

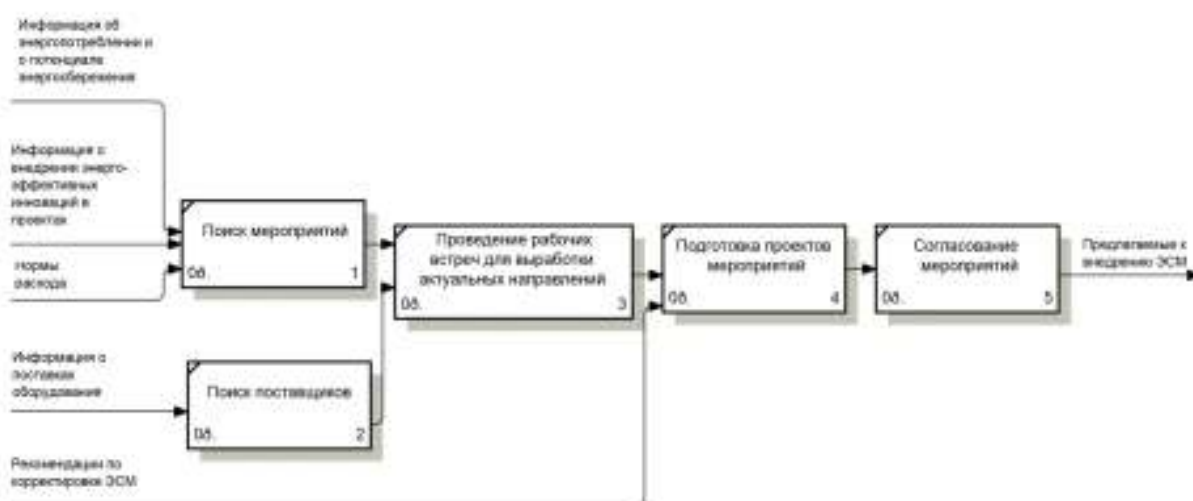
2. Мониторинг энергопотребления.

### 3. Анализ выполнения плана энергосбережения, анализ результативности энергосберегающих мероприятий.



**Рис. 4.4. Диаграмма процесса анализа энергопотребления и энергосбережения на предприятии**

*Процесс разработки мероприятий энергосбережения включает (рис. 4.5):*



**Рис. 4.5. Диаграмма процесса разработки мероприятий энергосбережения**

1. Разработка энергоменеджером предложений по возможным мероприятиям на основе следующей информации:

- информации об энергопотреблении;
- отчёта энергоаудитора, включающего выводы и рекомендации.

Информация о возможных мероприятиях:

- методические рекомендации деятельности энергоменеджера;
- поиск методик, изучение опыта данной отрасли, научной литературы, семинары, выставки и прочие источники информации.

На основе анализа информации энергоменеджер выявляет основные направления энергосбережения и готовит предложения по энергосберегающим мероприятиям.

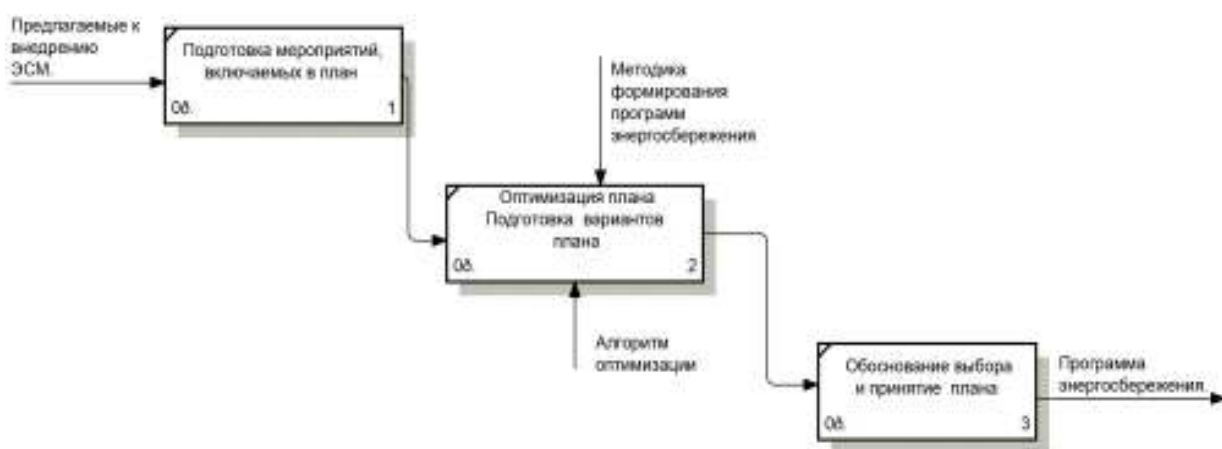
2. «Круглый стол» с представителями производственных подразделений и обсуждение способов снижения потребления энергоресурсов. Результат: протокол решений совещания.

3. Предпроектная работа с поставщиками (изучение коммерческих предложений, анализ стоимости реализации отдельных мероприятий).

4. Подготовка предпроектной документации для мероприятий, расчёт необходимых инвестиционных средств и планируемого эффекта (приобретение готовых проектов, использование проектов, применяемых в других организациях холдинга, рекомендованных ИЦЭС, разработка своих проектов).

5. Согласование проектной документации проектов (контроль расчётов) энергосберегающих мероприятий вышестоящим ответственным лицом, проверка расчётов планово-экономическим отделом.

*Этап планирования энергосбережения (рис. 4.6).*



**Рис. 4.6. Диаграмма процесса формирования плана энергосбережения**

План энергосбережения оптимизируется с помощью алгоритма максимизации достигнутой экономии с использованием согласованных ранее мероприятий с учётом следующих ограничений:

- ограничение по финансированию (проекты энергосбережения должны удовлетворять возможностям финансирования, отвечать критерию эффективности);
- целевая величина экономии энергии, с учётом попутных экономий, не зависящих от деятельности энергоаудитора.

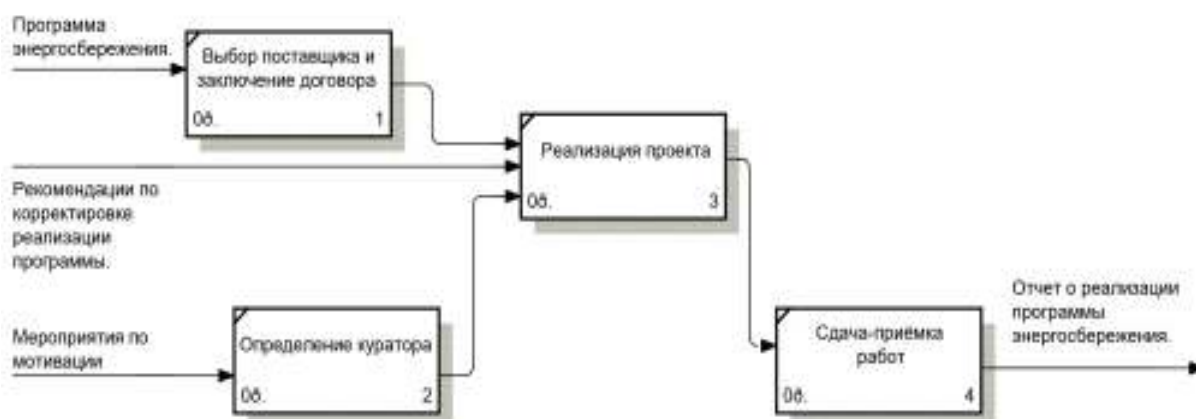
Для оптимизации данного процесса предлагается внедрить единую систему согласования внедряемых проектов с определённым перечнем согласуемых параметров. Так как параметры проектов определены на предыдущем этапе, то согласовываться должны результаты применения алгоритма оптимизации.

Проекты энергосбережения согласовываются с производственными подразделениями, с финансово-экономическим отделом.

План энергосбережения является документом, который включает:

- целевые показатели;
- план производства работ;
- финансовый план.

*Этап реализации плана энергосбережения включает (рис. 4.7):*



**Рис. 4.7. Диаграмма процесса реализации плана энергосбережения**

1. Распределение ролей (назначение ответственных, исполнителей, кураторов).
2. Заключение договоров поставки и подряда.
3. Выделение ресурсов (сотрудников, материально-технических ресурсов финансовых средств).
4. Выполнение работ, поставка, монтаж и пуско-наладка оборудования.
4. Сопровождение выполнения проектов куратором.
5. Сдача-приёмка выполненных работ.

*Процесс контроля выполнения программы энергосбережения.*

Включает приёмку реализованных мероприятий внутри организации, сравнение результатов внедрения мероприятий с поставленными задачами. Полученные результаты оформляются для отчёта, используются руководством в качестве входных параметров процессов энергосбережения и организации энергосбережения. Контроль осуществляется с различным временным интервалом: оперативный (текущий), периодический (квартал/полугодие), ежегодный (отчётный период).

Процесс энергосбережения должен быть внедрён в систему процессов предприятия, что требует их реорганизации. Процессы обеспечения процесса энергосбережения должны быть направлены на предоставление необходимых ресурсов.

*Процесс обеспечения процесса энергосбережения* включает следующие подпроцессы (в соответствии с функциями управления: планирование, организация, мотивация, контроль):

1. Подпроцесс постановки целей и задач системы энергоменеджмента. Этот подпроцесс устанавливает ориентиры для процесса энергосбережения, в частности: целевые показатели, объём выполняемых работ (текущих затрат и инвестиций) на основе согласования целей энергоменеджмента и стратегических целей предприятия (организации).

2. Организационно-управленческие подпроцессы, решающие вопросы: определения полномочий (прав и обязанностей) энергоменеджера, подчинённости (субординации), обеспечения трудовыми ресурсами энергосбережения, организации производственных связей. Данные процессы имеют результатом приказы, должностные инструкции, регламенты взаимодействия подразделений. Внедряется система документооборота, отчетности, регламент согласования принимаемых документов (решений).

3. Методологическая поддержка энергоменеджера (лица, ответственного за энергосбережение). Методическое руководство энергоменеджера, основанное на опыте предприятия, стандартах ISO 9001 «Система Менеджмента Качества», ISO 50001 «Системы энергетического менеджмента», также в методологическую поддержку входят нормативные документы, стандарты, методики принятия решения, расчёта рисков, внедрения системы мотивации [29-32].

4. Финансовая поддержка (обеспечение). Обеспечивает процесс энергосбережения необходимыми финансовыми ресурсами, согласовывает план энергосбережения с бюджетом организации (холдинга).

5. Информационная поддержка (обеспечение) направлена на разработку и внедрение программного обеспечения управления предприятием, включающего систему документооборота, предоставление необходимой информации и другие функции.

После построения схемы бизнес-процессов назначаются ответственные за их выполнение. В процессе организации энергосбережения участвуют энергоменеджеры, главный инженер, главный энергетик, сотрудники финансово-экономической службы, руководители подразделений, технологи, проектировщики, специалисты по поставкам оборудования, общий персонал.

Для комплексного описания взаимодействия участников процесса энергосбережения необходимо разработать и оптимизировать схему управления в методологии описания бизнес-процессов IDEF0 (на верхнем уровне) и IDEF3 (на нижнем уровне).

В документации внедряемой системы энергетического менеджмента должны быть отражены следующие аспекты:

- 1) определение энергетической политики организации;
- 2) определение энергетических целей и задач;
- 3) определение области применения и границы системы энергетического менеджмента;
- 4) определение ответственности и полномочий персонала, осуществляющего деятельность в области системы энергетического менеджмента;
- 5) обеспечение необходимой квалификации и компетентности персонала, осуществляющего деятельность в области системы энергетического менеджмента;
- 6) определение энергетического базиса;
- 7) планирование, мониторинг и оценку результативности мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 8) планирование, мониторинг и оценку показателей энергетической результативности организации;
- 9) процедуры системы энергетического менеджмента, включая:
  - управление документацией системы энергетического менеджмента;
  - энергетическое планирование;
  - осуществление внутреннего аудита системы энергетического менеджмента;
  - осуществление предупреждающих и корректирующих действий;
- 10) формирование отчетности о функционировании системы энергетического менеджмента, включая:
  - результаты аудита системы энергетического менеджмента;
  - результаты осуществления корректирующих и предупреждающих действий;
  - оценку системы энергоменеджмента со стороны высшего руководства.

Для определения параметров процессов заполняется матрица (табл. 4.4) [59].

**Таблица 4.4. Матрица параметров процессов энергосбережения**

| <b>№</b> | <b>Процесс</b>                              | <b>Вход процесса</b>                                                                                                                        | <b>Управление процессом</b>                                                                                                                            | <b>Ресурсы процесса</b>                                                                                               | <b>Выход процесса</b>                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Формирование энергетической политики        | Цели, задачи энергосбережения                                                                                                               | Стратегия предприятия<br>Нормативно-правовые документы<br>Бюджет энергосбережения                                                                      | Положения стандарта ISO 50001<br>Руководство, менеджеры подразделений                                                 | Цели, задачи, показатели процессов.<br>Должностные инструкции, положения о подразделениях                                                                                                                                                                     |
| 2        | Анализ энергосбережения                     | Показатели производства и потребления.<br>Описание технологии и организации производства                                                    | Цели, задачи, показатели процессов.<br>Должностные инструкции, положения о подразделениях                                                              | Службы энергосбережения.<br>Энергоаудитор.<br>Методика энергообследования.                                            | Информация о потенциале энергосбережения.<br>Отчёт по результатам анализа центров затрат. Рекомендации по закупкам оборудования, по внедрению проектов капитального строительства, реконструкции и технического перевооружения, по установлению удельных норм |
| 3        | Разработка мероприятий                      | Информация о потенциале энергосбережения.<br>Отчёт по результатам анализа центров затрат.<br>Описание технологии и организации производства | Цели, задачи, показатели процессов.<br>Должностные инструкции, положения о подразделениях<br>Производственный план                                     | Группа по разработке мероприятий.<br>Методика технико-экономического обоснования (ТЭО).<br>Лучшие практики, инновации | Проекты энергосберегающих мероприятий (ЭСМ)                                                                                                                                                                                                                   |
| 4        | Выбор мероприятий<br>Формирование программы | Проекты мероприятий.<br>Сопутствующая экономия.<br>Рекомендации по корректировке программы                                                  | Цели, задачи, показатели процессов.<br>Должностные инструкции, положения о подразделениях<br>Производственные, организационные, финансовые ограничения | Методика формирования программы энергосбережения.<br>Служба энергосбережения                                          | Программа энергосбережения.<br>Базовые величины стимулирования мотивации                                                                                                                                                                                      |
| 5        | Реализация программы энергосбережения       | Программа энергосбережения.<br>Рекомендации по корректировке программы                                                                      | Цели, задачи, показатели процессов.<br>Должностные инструкции, положения о подразделениях                                                              | Подрядчики.<br>Ключевой персонал                                                                                      | Инвестиционная деятельность, технология и организация производства.<br>Отчёт о реализации программы                                                                                                                                                           |

| №  | Процесс                                            | Вход процесса                                                                      | Управление процессом                                                                                                            | Ресурсы процесса                                            | Выход процесса                                                                                      |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6  | Контроль закупок                                   | План по закупкам нового оборудования                                               | Цели, задачи, показатели процессов.<br>Должностные инструкции, положения о подразделениях<br>Рекомендации по закупкам           | Служба закупок оборудования                                 | Инвестиционная деятельность.<br>Сопутствующая экономия.<br>Отчёт о проведении контроля закупок      |
| 7  | Контроль проектов                                  | Проекты по капитальному строительству, реконструкции и техническому перевооружению | Цели, задачи, показатели процессов.<br>Должностные инструкции, положения о подразделениях<br>Рекомендации по внедрению проектов | Проектная группа                                            | Технология и организация производства.<br>Сопутствующая экономия.<br>Отчёт                          |
| 8  | Корректировка удельных норм расхода энергоресурсов | Рекомендации по установлению удельных норм                                         | Цели, задачи, показатели процессов.<br>Должностные инструкции, положения о подразделениях                                       | Группа нормирования энергопотребления                       | Скорректированные удельные нормы энергопотребления.<br>Отчёт об установлении удельных норм          |
| 9  | Мотивация и повышение культуры энергосбережения    | Базовые величины стимулирования                                                    | Цели, задачи, показатели процессов.<br>Должностные инструкции, положения о подразделениях                                       | Методы управления персоналом.<br>Система оплата труда       | Меры по мотивации сотрудников.<br>Отчёт о результатах мотивации                                     |
| 10 | Мониторинг и контроль                              | Плановые показатели.<br>Отчёты о выполнении процессов энергосбережения             | Цели, задачи, показатели процессов.<br>Должностные инструкции, положения о подразделениях                                       | Методика мониторинга и контроля.<br>Служба энергосбережения | Результаты анализа реализации мероприятий. Результаты анализа выполнения процессов энергосбережения |
| 11 | Корректировка мероприятий                          | Результаты анализа реализации мероприятий                                          | Цели, задачи, показатели процессов.<br>Должностные инструкции, положения о подразделениях                                       | Служба энергосбережения                                     | Рекомендации по корректировке программы энергосбережения                                            |
| 12 | Корректировка энергоменеджмента                    | Результаты анализа выполнения процессов энергосбережения                           | Цели, задачи, показатели процессов.<br>Должностные инструкции, положения о подразделениях                                       | Служба энергосбережения                                     | Рекомендации по корректировке процесса управления энергосбережением                                 |

Как отмечалось выше, основу энергосбережения на горнопромышленных предприятиях составляет совершенствование технологического процесса и организации производства. Эту специфику должны учитывать процессы контроля проектных работ, закупок оборудования и корректировки удельных норм расхода энергоресурсов, предусматривающие взаимодействие ответственных за энергосбережение с такими категориями персонала, как технологи, проектировщики, специалисты по поставкам оборудования.

Для формирования системы процессов:

- производится назначение исполнителей и ответственных;
- разрабатываются система отчетности, формы документов и должностные инструкции;
- производится расчет и распределение ресурсов и времени;
- осуществляется построение диаграмм данных и диаграмм работ, а также сети бизнес-процессов.

*Рекомендуется включить в должностные инструкции лиц, выполняющих функции энергоменеджера (участвующих в деятельности по организации энергосбережения), следующие функциональные обязанности:*

1. Вести учет и целевой мониторинг эффективности использования всех видов энергоресурсов, изменений энергетической эффективности производства.
2. Уточнять, развивать механизм поиска/предотвращения нерационального использования всех видов энергетических ресурсов на предприятии.
3. Организовывать поиск решений, направленный на повышение эффективности использования всех видов энергетических ресурсов.
4. Организовывать сбор, обобщение лучших практик в области энергоменеджмента, энергосбережения и повышения энергетической эффективности.
5. Проводить маркетинг решений и мероприятий в области энергосбережения, повышения энергетической эффективности, в том числе

собирать информацию об уровне энергетической эффективности аналогичных технологических установок и оборудования по другим предприятиям.

6. Участвовать в повышении корпоративной культуры в области энергоменеджмента сотрудников организации.

7. Участвовать в разработке и сопровождении этапов реализации проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

8. Обеспечивать взаимодействие и согласование действий участников проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности предприятия.

9. Контролировать процессы выбора энергоэффективного оборудования, МТР, оказания услуг, выполнения работ, эффективности использования затрат.

10. Осуществлять сбор и консолидацию информации о статусе всех проектов, которые напрямую или косвенно влияют на величину энергетической эффективности, а также основные показатели (срок окупаемости, вид эффекта), представлять данную информацию руководству предприятия.

11. Осуществлять постоянный мониторинг фактического наличия и величины энергетического эффекта от реализации энергосберегающих мероприятий.

12. Информировать сотрудников предприятия о появившихся новых возможностях в части повышения энергетической эффективности.

13. Представлять для руководства конкретные предложения о внедрении передового опыта в рамках повышения энергетической эффективности.

14. Собирать информацию об уровне энергетической эффективности аналогичных энергетических установок и оборудования по другим предприятиям.

15. Постоянно повышать уровень собственных знаний.

16. Участвовать в корректировке удельных норм расходов энергоресурсов совместно с отделами главного энергетика, главного технолога и отделом планирования экономики и бюджета.

17. Организовывать проведение энергетических обследований, согласно существующих правовых и нормативно-технических документов.

18. Осуществлять сопровождение во время разработки проектной документации на строительство новых, реконструкцию, расширение и техническое перевооружение действующих производств и объектов.

19. Осуществлять контроль за своевременным исполнением программы энергосбережения предприятия.

20. Организовывать разработку и осуществление технической политики по повышению энергетической эффективности.

21. Организовывать и проводить научно-технические советы в части поиска и определения новых технических решений по повышению энергетической эффективности на предприятии.

22. Контролировать деятельность производственных подразделений в части реализации программ по энергосбережению предприятия.

*Разработка графической схемы организационного механизма управления энергосбережением в нотации IDEF0.* Для графического описания процессов энергосбережения в работе применена методология моделирования бизнес-процессов верхнего уровня IDEF0, разработанная на основе методологии структурного анализа и проектирования SADT. Использование методологии позволяет описать процессы и управление ими, обратные связи, движение информационных и материальных ресурсов. Анализ данной информации дает возможность повысить эффективность управления процессами [149, 158, 163].

Основой диаграмм методологии IDEF0 являются объекты Activity, отображающие процессы или подпроцессы, и графически представляющие собой четырехугольники и выполняющие функции так называемых «черных ящиков», преобразующие входные ресурсы в выходные, изображаемые в виде стрелок. Стрелки, изображенные слева, представляют собой входящие материальные и информационные ресурсы, а справа – исходящие. Стрелки, изображенные снизу, обозначают дополнительные ресурсы для функционирования процесса, а стрелки, изображенные сверху – управляющие воздействия [164, 167]. Описание процессов по методологии IDEF0 соответствует формату представления процессов по

международному стандарту ISO 9001 Системы Менеджмента Качества [161]. Схема организационного механизма управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях в нотации IDEF0 представлена на рис. 4.8.

Следующим этапом совершенствования разработанной системы управления является ее оптимизация и корректировка, которая позволяет обосновать максимально эффективную структуру управления энергосбережением на предприятии.

Кроме того, разработка системы управления энергосбережением на основе проектно-процессного подхода позволит:

- осуществить механизм формирования программ энергосбережения;
- учесть факторы риска и мотивации при планировании и реализации проектов энергосбережения;
- применить международный стандарт ISO 50001 «Энергетический менеджмент»;
- повысить энергетическую эффективность горнопромышленных предприятий с целью обеспечения их устойчивого развития.

Формирование организационного механизма управления энергосбережением осуществлено на основе проектно-процессного подхода, т.е. сочетания элементов обоих подходов:

1. Проектный подход применен при формировании программ энергосбережения, обосновании стоимости энергоаудита, решении задач оптимизации затрат на реализацию энергосберегающих мероприятий, в разделе оценки экономической эффективности с учетом факторов мотивации и рисков, а при формировании схемы управления энергосбережением в качестве элементов процессов предложено использовать разработанные модели и алгоритмы.

2. Процессный подход использован при разработке схемы управления энергосбережением, а также при исследовании степени влияния факторов человеческого капитала на мотивацию персонала (в данном случае мотивация рассматривалась как процесс).

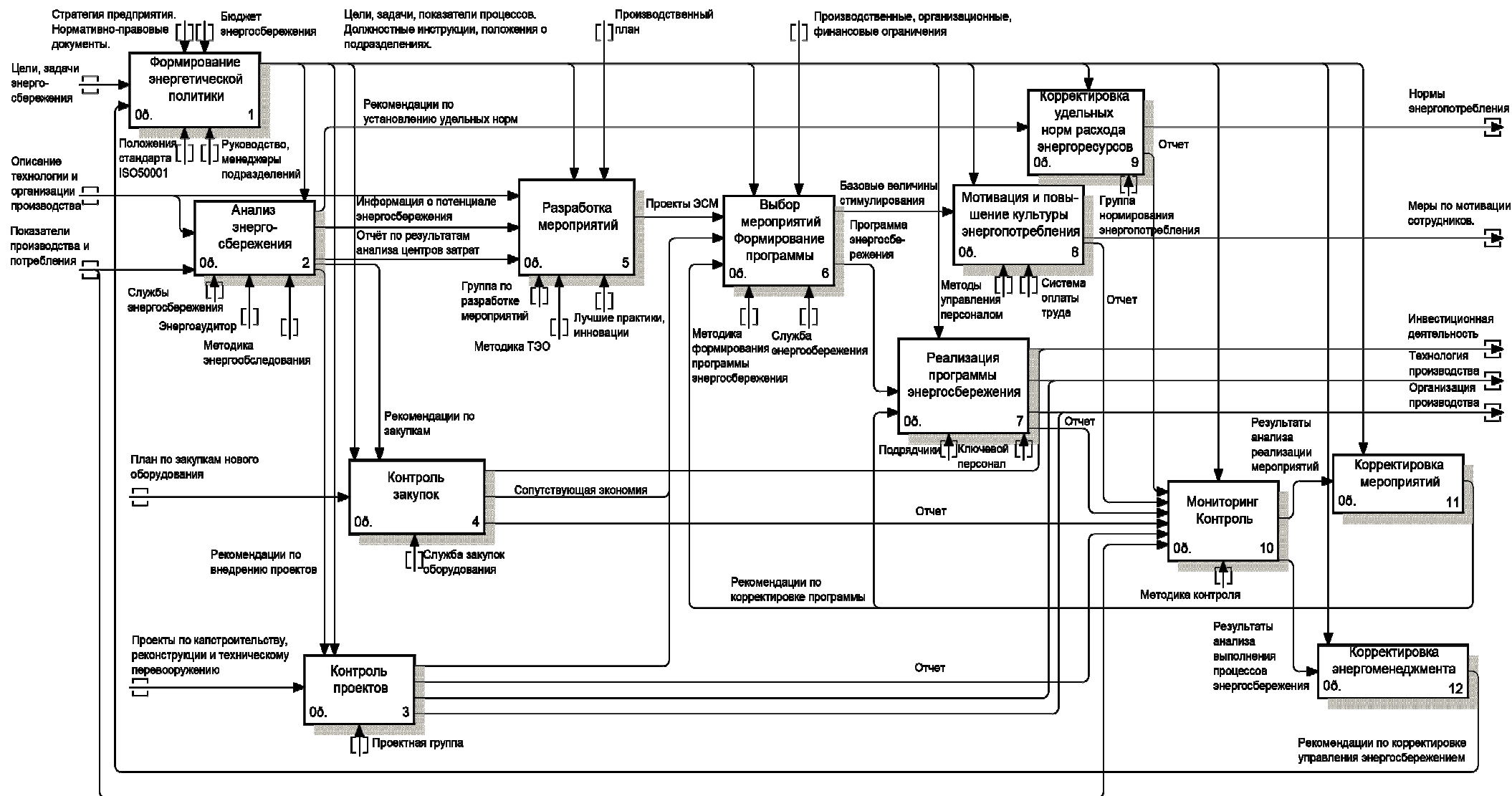


Рис. 4.8. Схема организационного механизма управления энергосбережением на горнопромышленном предприятии в нотации IDEF0

*Оценка экономического эффекта.* По мнению экспертов, сотрудников предприятий, занимающихся энергосбережением, в настоящее время программы энергосбережения, составленные без надлежащей всесторонней проработки, без учета перечисленных ограничительных факторов, привлечения руководства, служб и специалистов, от которых в конечном счете зависит успех реализации, внедряются не в полном объеме и с опозданием, по различным оценкам, от года до двух.

Применение рекомендуемого механизма формирования программ позволит ускорить выполнение программы на период ориентировочно от полугода до года. В этом случае средства, потраченные на реализацию программы энергосбережения, принесут экономию, а не упущенную выгоду.

Экономический эффект от применения организационного механизма управления энергосбережением включает:

- экономию на стоимости энергетического обследования;
- положительный эффект при реализации системы мотивации;
- выбор и реализацию наиболее экономически выгодных операционных улучшений, оптимизацию инвестиционных затрат и их совмещение с планом технического перевооружения и развития производства;
- реализацию организационного механизма в части своевременного внедрения энергосберегающих мероприятий.

*Пример расчета.* Расчетный объем программы энергосбережения АО «СУЭК-Красноярск» составляет примерно 600 млн руб. на три года (200 млн руб. в год). Упущенная выгода при неэффективном внедрении программы соответствует неполучению необходимого эффекта от инвестиций 200 млн руб.,  $200 \cdot 0,15 / 2 = 15$  млн руб. (для универсальной ставки дисконтирования, равной 15 % годовых). За три года реализации программы получаем эффект от предотвращения упущенной выгоды в размере  $15 \cdot 3 = 45$  млн руб.

С учетом оптимизации затрат на энергообследования, повышения мотивации по предложенной методике и учета фактора риска при внедрении

энергосберегающих мероприятий возможный положительный эффект составит до 5 млн руб. (в пределах 0,8-1,0 % от объема инвестиций в энергосбережение).

Суммарный расчетный экономический эффект от внедрения организационного механизма управления энергосбережением на предприятиях АО «СУЭК-Красноярск» составит около 50 млн руб.

### **Выводы по главе**

1. Предложено применение проектно-процессного подхода для формирования организационного механизма управления энергосбережением.

2. Сформулированы основные требования к разработанной на основе проектно-процессного подхода системе управления энергосбережением:

- предложенная на основе нотации IDEF0 система процессов энергосбережения должна отвечать требованиям стандартов ISO 9001 «Системы Менеджмента Качества», ISO 50001 «Системы Энергетического Менеджмента»;

- разработанная система процессов энергосбережения должна встраиваться в систему процессов предприятия, отвечать стратегическим целям предприятия и соответствовать особенностям производственного процесса;

- должны быть сформулированы входные и выходные параметры для процессов и подпроцессов энергосбережения и обеспечения энергосбережения, а также требования к формализации процессов и подпроцессов;

- в систему управления целесообразно включить подпроцессы, разработанные в данной работе (подпроцесс оптимизации инвестиций в энергосбережение, подпроцесс обоснования стоимости энергоаудита, подпроцесс разработки энергосберегающих мероприятий).

3. Разработана схема организационного механизма управления энергосбережением в графической нотации методологии функционального моделирования IDEF0, а также структурные схемы процессов энергосбережения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации в результате выполненных исследований предложено новое решение актуальной научно-квалификационной задачи по разработке методического обеспечения для формирования организационного механизма управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях, имеющей важное значение для повышения энергетической эффективности горного производства.

Основные научные и практические результаты работы, выводы и рекомендации заключаются в следующем:

1. Проанализировано состояние вопроса энергосбережения и повышения энергоэффективности на горнопромышленных предприятиях, выявлены сдерживающие факторы и предложены направления совершенствования организации и управления энергосбережением.

2. Предложен механизм формирования программ энергосбережения на горнопромышленных предприятиях на основе комплексного подхода и оптимизации затрат на энергетические обследования и реализацию мероприятий.

3. Разработаны экономико-математические модели и алгоритмы формирования планов оптимизации инвестиций в энергосбережение.

4. Проведены исследования влияния факторов человеческого капитала на мотивацию энергосбережения для различных групп персонала горнопромышленных предприятий и сформулированы предложения по ее повышению.

5. Уточнено содержание фактора риска при внедрении энергосберегающих проектов, предложены методы его оценки и определены величины рискованных надбавок к ставке дисконта.

6. Предложена методика расчета показателей экономической эффективности энергосберегающих проектов с учетом факторов риска и мотивации.

7. Разработано методическое обеспечение для формирования организационного механизма управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях

на основе проектно-процессного подхода и методологии функционального моделирования.

8. Расчётный экономический эффект от внедрения организационного механизма управления энергосбережением на предприятиях АО «СУЭК-Красноярск» за три года реализации программы энергосбережения оценивается в 50 млн руб.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агабекян А.В. Управление инвестиционными проектами энергосбережения жилищно-коммунального хозяйства на основе развития форм государственно-частного партнерства: дис. ... канд. эконом. наук. – Орел: 2009. – 159 с.
2. Агафонов В.В. Разработка научно-методического обеспечения формирования стратегии устойчивого развития горнотехнических систем угольных шахт: дис. ... докт. техн. наук. – М.: 2009. – 330 с.
3. Андрижиевский А.А., Володин В.И. Энергосбережение и энергетический менеджмент. – Мн.: Вышэйшая школа, 2005. – 296 с.
4. Андрукович П.Ф. Применение метода главных компонент в практическом исследовании. – М.: МГУ, 1973. – вып. 36. – 124 с.
5. Аникин А.В. Обоснование комплекса организационных, технических и технологических решений при формировании программ развития золотодобывающих предприятий: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: 2013. – 24 с.
6. Анчарова Т.В., Гамазин С.И., Шевченко В.В. Экономия электроэнергии на промышленных предприятиях. – М.: 1990. – 143 с.
7. Аракелов В.Е., Кремер А.И. Методические вопросы экономии энергоресурсов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 192 с.
8. Атаев А.М. Управление рисками инновационного проекта на основе экспертно-аналитических методов: дис. ...канд. эконом. наук. – М.: 2012. – 112 с.
9. Афонин А.М. Организация управления энергосбережением: автореф. дис. ... докт. эконом. наук. – М.: 2004. – 56 с.
10. Бабокин Г.И. Технические средства и методы энергосбережения. Энергоаудит предприятий. – Тула: Гриф и К, 2003. – 330 с.
11. Балберов А.А. Оценка экономической эффективности энергосберегающих мероприятий в процессе воспроизводства жилищного фонда: автореф. дис. ... канд. эконом. наук. – СПб.: 2011. – 18 с.

12. Балябина А.А. Инструменты организации инновационной деятельности по энергосбережению в жилищно-коммунальном хозяйстве: дис. ... канд. эконом. наук. – Смоленск: 2011. – 167 с.
13. Белевкин И.В. Управление процессами энергосбережения на промышленном предприятии по экономическим критериям: дис. ... канд. эконом. наук. – Челябинск: 1997. – 164 с.
14. Бендат Дж., Пирсол А. Применение корреляционного и спектрального анализа. – М.: Мир, 1983. – 312 с.
15. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1980. – 265 с.
16. Болтенков И.А. Эффективность системы управления бизнес-процессами газовой компании: дис. ... канд. эконом. наук. – СПб.: 2003. – 129 с.
17. Борисов С.А., Плеханов А.Ф. Сравнительный анализ проектного и процессного подходов в управлении инновационной деятельностью // Российское предпринимательство. – 2013. – № 13 (235). – С. 91-96.
18. Вакулко А.Г., Злобин А.А., Романов Г.А. Проблемы ценообразования при проведении энергетических обследований // Энергосбережение. – 2003. – №3.
19. Валуев А.М. Горно-геометрическое моделирование в задачах проектирования открытых горных работ. – М.: МГИ, 1989. – 107 с.
20. Варфоломеева А.М. Управление конкурентоспособностью предпринимательской структуры на основе процессного подхода: автореф. дис. ... канд. эконом. наук. – Волгоград: 2013. – 24 с.
21. Великосельский А.В. Концепция формирования системы управления угольной компанией на базе процессного и проектного подходов // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2014. – № 4. – С. 206-213.
22. Веселов В.А. Организационно-экономический механизм энергосбережения в АПК: автореф. дис. ...канд. эконом. наук. – Кострома, 2004. – 20 с.
23. Волошин Г.Я. Методы оптимизации в экономике. Учебное пособие. – М.: Издательство «Дело и сервис», 2004. – 320 с.

24. Гавришев С.Е. Обоснование организационно-технологических методов повышения надежности и эффективности работы карьеров: дис. ... докт. техн. наук. – Магнитогорск: 2002. – 305 с.
25. Ганицкий В.И. Организация и управление горным производством. – М.: Недра, 1991. – 363 с.
26. Гашо Е.Г. Приоритеты промышленной политики под углом зрения энергоэффективности // Элементы и контуры промышленной политики. – М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2015. – С. 11-16.
27. Герасимов Б.И, Шубин А.В, Романов А.П. Моделирование организационной структуры промышленного предприятия. – Тамбов: ТГТУ, 2005. – 86 с.
28. Голоушкина И. Как оценить риски проектов. – «Финансовый директор», 2008. – №4.
29. ГОСТ Р ИСО 9000-2008 – Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Введ. 2009-09-10. – М.: Стандартиформ, 2009. – 35 с.
30. ГОСТ Р ИСО 9000-2008 – Системы менеджмента качества. Требования. Введ. 2009-11-13. – М.: Стандартиформ, 2010. – 32 с.
31. ГОСТ Р ИСО 14001-2007 – Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. Введ. 2007-10-01. – М.: Стандартиформ, 2008. – 28 с.
32. ГОСТ Р 51380-99 – Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения. Введ. 2000-07-01. Переиздание – М.: Стандартиформ, 2008. – 20 с.
33. Государственная программа Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» (утверждена распоряжением Правительства РФ от 27.12.2010г. №2446-р).
34. Грушин А.В. Совершенствование методического обеспечения разработки программы энергосбережения на промышленном предприятии: дис. ... канд. эконом. наук. – М.: 2003. – 139 с.

35. Грядущий Б.А., Лисовой Г.Н., Корсун В.А. Повышение энергетической эффективности угольных шахт Украины / Материалы симпозиума «Неделя горняка – 2007». – М.: Горная книга, 2007. – С. 244-248.
36. Данилов Н.И., Щелоков Я.М. Основы энергосбережения. – Екатеринбург: ГУ СО «Институт Энергосбережения», 2008. – 526 с.
37. Дмитриев А.А. Организационно-экономическое обоснование программ технического перевооружения горно-обогатительных комбинатов медной промышленности: дис. ... канд. эконом. наук. – М.: 2004. – 107 с.
38. Дмитриев А.Н. Управление энергосберегающими инновациями. – М.: АСВ, 2001. – 320 с.
39. Долгосрочная программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года (утв. Распоряжение Правительства РФ от 24 января 2012 г. №14-п). Интернет-ресурс: [<http://minenergo.gov.ru/activity/coalindustry>].
40. Дорофеева Н.М. Человеческий капитал как фактор инновационного развития экономики: автореф. дис. ... канд. эконом. наук. – М.: 2012. – 25 с.
41. Дремин А.А. Экономическое обоснование программы энергосбережения на железорудных горно-обогатительных комбинатах: автореф. дис. ... канд. эконом. наук. – М.: 2007. – 20 с.
42. Дьяков А.Ф., Жуков В.В., Максимов Б.К., Молодюк В.В. Менеджмент и маркетинг в электроэнергетике. Учеб. пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 504 с.
43. Дьячков Н.Б. Повышение энергоэффективности алмазодобывающих предприятий на основе программно-аналитического управления энергоресурсами: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: 2012. – 24с.
44. Дятлов С.А. Теория человеческого капитала. – СПб.: Изд-во Спбуэф, 1996. – 83 с.
45. Елиферов В.Г., Репин В.В. Бизнес-процессы: Регламентация и управление: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 319 с.

46. Жуков Д.С. Алгоритм разработки и внедрения бизнес-процесса энергосбережения на промышленном предприятии // Российское предпринимательство. – 2014. – № 14 (260). – С.72-83.
47. Жуков Д.С., Зайцев Ю.В. Подходы к организации процесса энергосбережения на промышленном предприятии // Российское предпринимательство. – 2014. – № 23 (269). – С.45-56.
48. Жулина Е.Г. Экономика труда. Учеб. пособие. – М.: ЭКСМО, 2010. – 207 с.
49. Зуев Ю.Ю. Функционально-стоимостной анализ в продуктивной инженерной деятельности. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 48 с.
50. Иванов А.А., Олейников С.Я., Бочаров С.А. Риск-менеджмент: учебно-методический комплекс. – М.: ЕАОИ, 2008. – 193 с.
51. Инструкция определения стоимости оказания услуг по проведению энергетического обследования членами Саморегулируемой организации Некоммерческого партнерства «Международный центр Энергоэффективности, Энергобезопасности и Возобновляемых источников энергии» и экспертизе отчетных материалов РД 009-12-2010. – М.: 2010. – 13 с.
52. Карпенко М.С. К вопросу об инвестиционных проектах по повышению энергоэффективности на горных предприятиях // Социально-экономические и организационные проблемы стабилизации и развития угольной промышленности. Научные труды. Вып. 28. – М.: 2012. – С. 22–32.
53. Карпенко М.С. К вопросу оценки и повышения уровня мотивации энергосбережения // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2014. – №1. – С. 10-13.
54. Карпенко М.С. Учет факторов риска и неопределенности при реализации энергосберегающих проектов // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2014. – №6. – С. 13-16.
55. Карпенко М.С., Андросов В.Л. Обоснование стоимости энергетических обследований с целью оптимизации затрат // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2015. – №2. – С. 16-21.

56. Карпенко С.М., Демин А.А. К вопросу повышения эффективности управления энергосбережением на промышленных предприятиях // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2014. – №4. – С. 10-15.
57. Карпенко С.М., Карпенко М.С. Организационно-экономические аспекты внедрения системы энергоменеджмента на горных предприятиях // Антикризисное управление: производственные и территориальные аспекты. / Сб. статей. – Новокузнецк: 2012. – С. 146-155.
58. Квеско Р.Б., Квеско С.Б. Инновационный менеджмент. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 160 с.
59. Ковалев С.М., Ковалев В.М. Описание бизнес-процессов – к вершинам мастерства // Консультант директора. – 2004. – № 10.
60. Коган П.А. Разработка системы мотивации для горных предприятий // Горный журнал. – 2013. – №7. – С.51-52.
61. Кожевников Н.Н., Чинакаева Н.С., Чернова Е.В. Практические рекомендации по использованию методов оценки экономической эффективности инвестиций в энергосбережение. Пособие для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2000. – 132 с.
62. Кокорев И.А. Управление персоналом организации в свете теории человеческого капитала: дис. ... докт. эконом. наук. – М.: 2002. – 304 с.
63. Конюховский П.В. Математические методы исследования операций в экономике. – СПб.: Издательство «Питер», 2000. – 208 с.
64. Коркина Т.А. Управление инвестициями в человеческий капитал угледобывающих предприятий: дис. ... докт. эконом. наук. – Челябинск, 2010. – 312 с.
65. Крестовских Е.В. Методы определения поправок на риск в методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов // Вестник Челябинского государственного университета. – 2005. – №1, т.8. – С. 110-115.
66. Кролин А.А. Механизм и инструменты распространения инноваций в области энергосбережения: дис. ... канд. эконом. наук. – М.: 2012. – 166 с.

67. Кузнецов Е.П., Новикова О.В., Дяченко А.С. Экономика и управление энергосбережением: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 591 с.
68. Кузьменко В.В. Организационно-экономический механизм энергосбережения в АПК региона: дис. ... докт. эконом. наук. – Ставрополь: 2000. – 364 с.
69. Курбанов Н.Х., Давтаев М.В., Борисович В.Т. Управление ресурсами региона: современные подходы: Известия ВУЗов. Геология и разведка. – 2012. – №2. – С. 90-93.
70. Лаверов Н.П. Топливо-энергетические ресурсы: состояние и рациональное использование // Труды научной сессии Российской академии наук. – М.: Наука, 2006. – С. 21-29.
71. Лозенко В.К., Агеев М.К. Развитие организационных механизмов – ключевой фактор инновационного прогресса в управлении энергоэффективностью // Контроллинг. – 2012. – №1.
72. Ломоносов Г.Г. Производственные процессы подземной разработки рудных месторождений. – М.: Горная книга, 2011. – 516 с.
73. Ляхомский А.В., Бабокин Г.И. Управление энергетическими ресурсами горных предприятий: Учебное пособие. – М.: Издательство «Горная книга», 2011. – 232 с.
74. Ляхомский А.В., Перфильева Е.Н., Дьячков Н.Б. Применение теории распознавания образов для оценки энергетического менеджмента. «Электрификация и энергоэффективность» // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № ОВ 4. – С. 9-12.
75. Ляхомский А.В., Фомин В.В. Моделирование электропотребления технологических переделов железорудных горно-обогатительных предприятий. «Электрификация и энергоэффективность» // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № ОВ 4. – С. 53-61.
76. Маннапов Р.Г., Ахтариева Л.Г. Организационно-экономический механизм управления регионом: формирование, функционирование, развитие. Монография. – М.: КНОРУС, 2008. – 352 с.

77. Массеров Д.А. Управление энергосбережением на промышленных предприятиях (на примере Республики Мордовия): дис. ... канд. эконом. наук. – Ульяновск: 2004. – 158 с.
78. Мельник В.В., Карпенко М.С. Организационный механизм управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях // Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения / Сб. науч. тр. по итогам международной науч.-практ. конф. №3. – Екатеринбург: 2016. – С. 122-125.
79. Мельник В.В., Карпенко М.С. Оценка влияния факторов человеческого капитала для различных категорий персонала горнопромышленных предприятий на мотивацию энергосбережения // Актуальные аспекты организации энергосбережения на горных предприятиях. Отдельные статьи: Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – №3 (специальный выпуск 10). – С. 9-14.
80. Мельник В.В., Карпенко М.С. Совершенствование методологии формирования программ энергосбережения на горнопромышленных предприятиях // Актуальные аспекты организации энергосбережения на горных предприятиях. Отдельные статьи: Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – №3 (специальный выпуск 10). – С. 3-8.
81. Методика проведения энергетических обследований и паспортизации предприятий железнодорожного транспорта. Утверждена Министерством путей сообщения Российской Федерации и согласована с Главгосэнергонадзором России. – М.: 2001.
82. Методика проведения энергетических обследований (энергоаудита) предприятий и организаций угольной отрасли. Одобрена на заседании координационного совета Минэнерго России по энергосбережению и повышению энергоэффективности в угольной промышленности (протокол от 29.05.2012 № 6). – М.: 2011. – 89 с.
83. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов // Министерство экономики РФ, Министерство финансов РФ,

Государственный комитет РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике 21.06.1999 N ВК 477 [Электронный ресурс] // Информационно-правовая система "Консультант Плюс". – М.: 2006.

84. Миновский Ю.П. Эффективность электроснабжения угольных шахт. – М.: Недра, 1990. – 158 с.
85. Михайлов С.А. Методологические основы стратегического управления энергосбережением в региональных промышленных комплексах: дис. ... докт. эконом. наук. – М.: 2010. – 431 с.
86. Михайлов С.А. Подходы к оценке энергоэффективности промышленности регионов // Вестник Российской Академии Естественных наук (серия экономическая). – 2010. – №2. – С. 9-10.
87. Михайлов С.А. Стратегическое управление энергосбережением в промышленности. – М.: Финансы и статистика, 2010. – 288 с.
88. Михайлов С.А. Управление инвестиционными процессами в области энергосбережения // Финансовые проблемы РФ и пути их решения: теория и практика: мат. X межд. науч.-практ. конф. – СПб: СПбГПУ, 2009. – С. 211-213.
89. Мишин Ю.М. Организационно-экономический механизм повышения энергоэффективности предприятия в условиях реформирования рынка электроэнергии в РФ: автореф. дис. ... канд. эконом. наук.. – М.: 2006. – 21 с.
90. Можаяева С.В. Экономика энергетического производства: Учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 272 с.
91. Мониторинг реализации в 2014 году «Долгосрочной программы развития угольной промышленности России на период до 2030 года» (доклад в Правительство Российской Федерации). – Интернет-ресурс: [<http://minenergo.gov.ru/activity/coalindustry/>].
92. Москвин В.А. Управление рисками при реализации инвестиционных проектов. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 352 с.
93. Мотивация персонала в современной организации. / Под общ. ред. С.Ю. Трапицына. – СПб.: ООО «Книжный Дом», 2007. – 240 с.

94. Мякота О.В. Методические аспекты оценки рисков в системе управления инвестиционными проектами предприятий промышленности (на примере Республики Саха-Якутия)): автореф. дис. ... канд. эконом. наук. – М.: 2001. – 20 с.
95. Науменко С.М. Управление инновационным проектом энергосбережения в строительном комплексе на основе программно-целевого подхода: дис. ... канд. эконом. наук. – Орел: 2006. – 159 с.
96. Неретина Е.А., Корокошко И.О. Высокотехнологичные предприятия инновационного бизнеса в России в сфере энергосбережения: состояние и перспективы // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2014. – №6. – С.17-27.
97. Новикова О.А. Организационные и социально-экономические методы управления энергосбережением на тепловых электростанциях: дис. ... канд. эконом. наук. – СПб.: 2006. – 138 с.
98. Ойленбах Р. Управление процессами энергосбережения на промышленных предприятиях (на примере металлургического производства): дис. ... канд. эконом. наук. – Челябинск: 2012. – 179 с.
99. Организационно-технологические резервы в автомобильно-экскаваторном комплексе / В.А. Галкин, В.П. Кавышкин, М.Н. Полещук, А.В. Соколовский // Геотехнологические проблемы комплексного освоения недр / Сб. науч. тр. ИГД УрО РАН. – Екатеринбург, 2008. – Вып. 4 (94). – С. 110-113.
100. Организация энергосбережения (энергомеджмент). Решения ЗСМК-НКМК-НТМК-ЕВРАЗ. Учеб. пособие / Под ред. В.В. Кондратьева. – М.: 2010. – 108 с.
101. Основы энергетического менеджмента. Библиотека энергомеджера. – М.: 1997. – 87 с.
102. Павленко В.А., Ткачева А.Р., Сизова А.О. Обоснование экономической эффективности инвестиционных проектов в топливно-энергетическом комплексе с учетом экологических критериев и рисков // Российское предпринимательство. – 2009. – №6 (2). – С. 92-97.

103. Павлов Ю.А., Ткач В.Р. Организация камнеобрабатывающего производства с использованием информационных технологий. – М.: МГГУ, 2006. – 358 с.
104. Перфильева Е.Н. Повышение энергоэффективности горных предприятий на основе управления энергетическими ресурсами: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: 2007. – 22 с.
105. Петросов А.А. Стратегическое планирование, прогнозирование, экономические риски горного производства. – М.: Горная книга, 2009. – 684 с.
106. Пикалов В.А. Методологические принципы формирования эффективных организационных систем высокопроизводительных угледобывающих предприятий: дис. ... докт. техн. наук. – М.: 2003. – 265 с.
107. Плакиткин Ю.А. Инновационно-технологическое развитие и его воздействие на вектор развития глобальной энергетики. – М.: 2013. – 163 с.
108. Попкова Е.Г., Митрахович Е.Н. Мотивация как инструмент повышения энергоэффективности в промышленности // Экономические науки. – 2010. – Т. 63. – № 2. – С. 108-111.
109. Попов С.М. Эколого-экономическая эффективность освоения техногенных месторождений. – М.: МГГУ, 2010. – 226 с.
110. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации «Об утверждении примерного перечня мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, который может быть использован в целях разработки региональных, муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» от 17 февраля 2010 г. №61.
111. Приказ Министерства энергетики Российской Федерации «Об утверждении требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования и к энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, и правил направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования» от 19 апреля 2010 г. №182.

112. Прогрессивные технологические решения по комплексному освоению ресурсного потенциала угольных месторождений / В.В. Мельник, В.Н. Павлыш, С.С. Гребенкин и др.: – под общей ред. В.В. Мельника и В.Н. Павлыша – Донецк, «ВИК», 2015. – 340 с.
113. Прохоренко Г.А., Сытенков В.Н., Шеметов П.А. GPS-система диспетчерского управления экскаваторно-автомобильным комплексом и качеством рудного потока в глубоких карьерах // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2001. – №11.
114. Резниченко С.С., Ашихмин А.А. Математические методы и моделирование в горной промышленности. – М.: Издательство МГГУ, 1997. – 404 с.
115. Риск-менеджмент инвестиционного проекта: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Под ред. М.В. Грачевой, А.Б. Секерина. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2013. – 544 с.
116. Рожков А.А. Формирование организационно-экономического механизма устойчивого развития систем углеобеспечения тепловых электростанций: дис. ... канд. эконом. наук. – М.: 2007. – 147 с.
117. Рожков А.А., Карпенко М.С. Методические подходы к формированию организационно-экономического механизма энергосбережения на предприятиях угольной отрасли // Уголь. – 2014. – №7. – С. 52-56.
118. Рожков А.А., Карпенко М.С. Проектно-процессное управление энергосберегающими инновациями на горнопромышленных предприятиях // Вопросы современной экономики и менеджмента: свежий взгляд и новые решения / Сб. науч. тр. по итогам межд. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: 2015. – №2. – С. 34-36.
119. Рожков А.А., Карпенко М.С. Разработка экономико-математических моделей и алгоритмов формирования оптимальных планов инвестиций в энергосбережение на горных и промышленных предприятиях // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – №8. – С. 292-298.

120. Рожков А.А., Карпенко М.С. Управление энергосбережением на углепромышленных предприятиях на основе проектно-процессного подхода // Уголь. – 2015. – №10. – С. 54-59.
121. Рожков А.А., Карпенко М.С. Управление энергосбережением на промышленных предприятиях на основе процессного подхода //Антикризисное управление: производственные и территориальные аспекты / Сб. статей. – Новокузнецк: 2015. – С. 101-110.
122. Рожков А.А., Карпенко М.С. Экономико-математические модели и алгоритмы оптимизации финансовых затрат при управлении энергосберегающими инновациями на горнопромышленных предприятиях // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2015. – №6. – С. 307-313.
123. Романов С.Н. Организационно-экономические механизмы разработки и промышленного освоения энергосберегающих технологий (на примере сбережения бытового газа): дисс. ... канд. эконом. наук. – М.: 2010. – 132 с.
124. Рузанова Н.И., Мурашов А.О. Энергосбережение: законодательство, программы, методики, сервис, аудит. – СПб.: Издательство 7-я студия РИК, 2011. – 472 с.
125. Рыжикова О.Н. Формирование механизма управления рисками проектного финансирования: дис. ... канд. эконом. наук. – М.: 2009. – 175с.
126. Сибирская Е.В., Строева О.А., Мартов С.Н. Инновационная деятельность в национальной экономике: содержание и структура / Инновации. – 2014. – N5. – С. 30-33.
127. Симкина Л.Г. Человеческий капитал в инновационной экономике: дис ... докт. эконом. наук.– СПб.: 2000. – 349 с.
128. Соловьев В.П. Инновационная деятельность как системный процесс в конкурентной экономике: синергетические эффекты инноваций. – Киев: Феникс, 2006. – 560 с.
129. Судаков Г.В. Разработка методов управления энергосбережением на промышленных предприятиях энергетического холдинга: дис. ... канд. эконом. наук. – М.: 2003. – 197 с.

130. Сухарев О.С. Экономическая оценка инвестиций. – М.: Высшая школа, 2010. – 320 с.
131. Тельнов Ю.Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов: учебное пособие. – М.: МЭСИ, 2004. – 116 с.
132. Тарасюк О.В., Осколкова А.В. Роль профессионально-педагогического образования в развитии человеческого капитала в России // Горная промышленность. – 2012. – №6. – С. 70.
133. Троицкий-Марков Т.Е., Сенновский Д.В., Зуев В.И. и др. Методическое пособие для производственных малых и средних предприятий по вопросам повышения ресурсо- и энергоэффективности (практика энергоменеджмента). – М.: 2010. – 144 с.
134. Трубецкой К.Н., Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В. Проблемы и перспективы развития ресурсосберегающих и ресурсовоспроизводящих геотехнологий комплексного освоения недр Земли // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2012. – № 4.
135. Тугускина Г.Н. Моделирование структуры человеческого капитала // Кадровик. Кадровый менеджмент. – 2009. – № 9. – С. 12-20.
136. Тугускина Г.Н. Оценка эффективности инвестиций в человеческий капитал предприятий // Управление персоналом. – 2009. – №3. – С. 73-77.
137. Тычинский А.В. Управление инновационной деятельностью компаний: современные подходы, алгоритмы, опыт. – Таганрог: ТРГУ, 2006.
138. Указ Президента РФ «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических направлений Российской Федерации» от 07.07.2011г. № 899.
139. Усачева Ю.В. Разработка организационно-экономического механизма управления энергосбережением в инвестиционно-строительном комплексе. Автореферат дис. ... канд. эконом. наук. – М.: 2013. – 24 с.
140. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент. 6-е изд. – СПб.: Издательство Питер, 2011. – 443 с.

141. Федеральный закон Российской Федерации «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ.
142. Федоров Д.Ю. Механизм повышения эффективности инновационной деятельности энергосбытовых компаний в сфере энергосбережения: дис. ... канд. эконом. наук. – Смоленск: 2012. – 134 с.
143. Филачева О.А. Организационно-экономические механизмы и инструментальные методы стратегического корпоративного управления энергосбережением на химических предприятиях: дис. ...канд. эконом. наук. – М.: 2003. – 187 с.
144. Фитц-енц Я. Рентабельность инвестиций в персонал. Измерение экономической ценности персонала. Пер. с англ. – М.: Вершина, 2006. – 320 с.
145. Фишер С., Дорнбуш Р., Шмалензи Р. Экономика. Пер. со 2-го англ. изд. – М.: Дело ЛТД, 1995. – 864 с.
146. Фрей Д.А. Разработка методического обеспечения системы планирования производственно-хозяйственной деятельности ТЭЦ в условиях развития конкурентных отношений на энергорынках: автореф. дис. ...канд. эконом. наук. – М.: 2007. – 20 с.
147. Фролов В.С., Шевченко Т.В., Ульрих Е.В. Исследование эффективности действия флокулянтов на ОАО «ЦОФ Березовская» // Экология и промышленность России. – 2010. – №12. – С.46-47.
148. Халкечев О.М. Разработка методов эффективного управления с целью формирования механизма устойчивого развития горных предприятий: автореф. дис. ...канд. эконом. наук. – М.: 2013. – 24 с.
149. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе: Пер. с англ. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2005. – 288 с.
150. Ходак Е.А. Оптимизация управления бизнес-процессами полиграфического предприятия: дис. ... канд. эконом. наук. – М.: 2010. – 132 с.

151. Хохлявин С.А., Сакаева Т.Л., Локтева Н.Г. Внедрение системы энергоменеджмента (ISO 50001): ключевые шаги // Главный энергетик. – 2010. – №8. – С. 8-15.
152. Цатурян Р.А. Человеческий капитал и его роль в горной промышленности. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – т. 6. – №12. – С. 438-440.
153. Чеботарев Н.Ф. Оценка конкурентоспособности на предприятии: человеческий капитал // Аудит и финансовый анализ. – 2005. – №4. – С. 262-272.
154. Шеравнер В.М. Развитие методики функционально-стоимостного анализа коммерческих организаций: дис. ... канд. эконом. наук. – Ростов-на-Дону: 2006. – 176 с.
155. Шилин В.А. Управление инновационной деятельностью в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности регионов. дис. ... канд. эконом. наук. – М.: 2011. – 185 с.
156. Щелоков Я.М., Данилов Н.И. Энергосбережение в бюджетной сфере: справочное издание. – Екатеринбург: УрФУ, СРО НП «Энергоэффективность», 2012. – 237 с.
157. Яковлев М.М. Инновационные инструменты оценки и управления энергоэффективностью в Московской агломерации: дис. ....канд. эконом. наук. – М.: 2012. – 198 с.
158. Aquilano N.J., Chase R.B., Davis M.M. Fundamental of operations management. – Chicago: Irwin, 1995. – 667 p.
159. Becker, Gary S. Human Capital. – N.Y.: Columbia University Press, 1964.
160. Butler J.S., Schacter B. The Investment Decision: Estimation Risk and Risk Adjusted Discount Rates // Financial Management. 1989. Vol. 18. Winter. P. 13-22.
161. Davenport T.H. Process innovation: reengineering work through information technology. Boston, Mass.: Harvard Business School Press, 1993. – 337 p.
162. Kennedy, William J. and Wayne C. Turner. 1984. Energy Management. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., USA.

163. Miers D. Business Modeling and Analysis Tools in BPR. Richmond, Enix Ltd., v.3. 1994. – 145 p.
164. Rolstadas Asbjorn, ed. Performance Management: A Business Process Benchmarking Approach. Chapman & Hall, London, England: Chapman & Hall, 1995. – 124 p.
165. Sharp W.F. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk // Journal of Finance. – Sep. 1964. – P. 425-442.
166. Shultz T. Human Capital in the International Encyclopedia of the Social Sciences. — N.Y., 1968, vol. 6.
167. Warnock I. Manufacturing and Business Excellence Strategies. – Cambridge: Techniques and technology Prentice Hall Europe, 1996. – 126 p.
168. Wayne C. Turner and Steve Doty. Energy management handbook, 6th edition, 917 p.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1. Алгоритм формирования оптимизированного плана энергосберегающих мероприятий

В данном Приложении приведен алгоритм формирования ОПЭСМ для сценария:

*«Минимизация суммарных инвестиционных (капитальных) и эксплуатационных затрат при достижении заданного объема экономии энергоресурсов, распределенного по годам реализации плана. Риски невыполнения, срок окупаемости, эффективность энергосберегающих мероприятий не учитываются. Ограничения на объем финансирования отсутствуют»*

Для работы алгоритма задаются параметры плана энергосберегающих мероприятий (ПЭСМ):

$T$  - число лет (продолжительность) ПЭСМ;

$t$  - номер года реализации ПЭСМ ( $t = \overline{1, T}$ );

$\overline{\mathcal{E}}_t$  - объем экономии энергоресурсов в  $t$ -м году;

$\overline{\mathcal{E}}$  - суммарный объем экономии энергоресурсов за  $T$  лет;

$$\overline{\mathcal{E}} = \sum_{t=1}^T \overline{\mathcal{E}}_t.$$

Задается совокупность  $n$  энергосберегающих мероприятий (ЭСМ), из которых алгоритмом формируется ОПЭСМ.

Для каждого  $i$ -го энергосберегающего мероприятия (ЭСМ <sub>$i$</sub> ) задаются его характеристики:

$T_i$  - срок реализации (число лет);

$\tau$  - номер года реализации  $\tau = \overline{1, T_i}$ ;

$K_{i\tau}$  - объем инвестиций (капитальные затраты) в  $\tau$ -м году;

$Z_{i\tau}$  - эксплуатационные затраты в  $\tau$ -м году;

$\mathcal{E}_{i\tau}$  - объем экономии энергоресурсов в  $\tau$ -м году, достигнутый за счет реализации  $\tau$ -го этапа ЭСМ <sub>$i$</sub> .

Алгоритм формирования ОПЭСМ для пяти лет реализации содержит следующие блоки.

*Расчёт суммарных характеристик ЭСМ.* Для каждого энергосберегающего мероприятия ЭСМ<sub>*i*</sub> ( $i = \overline{1, n}$ ) определяются: суммарный объем инвестиций

$$K_i = \sum_{\tau=1}^{T_i} K_{i\tau}; \quad \text{суммарные эксплуатационные затраты} \quad Z_i = \sum_{\tau=1}^{T_i} Z_{i\tau}; \quad \text{суммарные}$$

финансовые затраты  $\Phi_i = K_i + Z_i$ ; суммарный объем экономии энергоресурсов

$$\mathcal{E}_i = \sum_{\tau=1}^{T_i} \mathcal{E}_{i\tau}.$$

*Ранжирование ЭСМ в порядке возрастания финансовых затрат.* Энергосберегающие мероприятия ЭСМ<sub>*i*</sub> ранжируются в порядке возрастания суммарных финансовых затрат  $\Phi_i$

$$\Phi_1 \geq \Phi_2 \geq \Phi_3 \geq \dots \geq \Phi_j \geq \dots$$

*Отбор ЭСМ, обеспечивающих запланированный в ОПЭСМ объём экономии энергоресурсов.* В ПЭСМ отбираются первые  $N$  мероприятий, для которых накопленный суммарный объем экономии энергоресурсов не меньше планового

$$\sum_{j=1}^N \mathcal{E}_j \geq \overline{\mathcal{E}}.$$

Далее производится формирование ПЭСМ по годам.

*Формирование ПЭСМ первого года.* В план мероприятий первого года ( $t = 1$ ) входят все пятилетние ЭСМ<sub>*j*</sub> ( $j \leq N$ ) с суммарным объемом экономии

$$\text{энергоресурсов} \quad \sum_j \mathcal{E}_{j1} = \mathcal{E}_1|_{Tj=5}.$$

Оставшиеся ЭСМ<sub>*j*</sub> поочередно включаются в план 1-го года в порядке возрастания  $\Phi_j$  до тех пор, пока накопленный объем экономии энергоресурсов, достигнутых в результате их реализации в 1-м году, не превысит запланированного

$$\text{на год} \quad \mathcal{E}_1|_{Tj=5} + \sum_j \mathcal{E}_{j1} \geq \overline{\mathcal{E}}_1.$$

*Формирование ПЭСМ второго года.* В план мероприятий второго года ( $t = 2$ ) входят находящиеся на втором году реализации: пятилетние ЭСМ<sub>j</sub>, для них суммарный объем экономии энергоресурсов равен  $\sum_j \mathcal{E}_{j2} = \mathcal{E}_2|_{Tj=5}$ ;

четырёхлетние -  $\sum_j \mathcal{E}_{j2} = \mathcal{E}_2|_{Tj=4}$ ; трёхлетние -  $\sum_j \mathcal{E}_{j2} = \mathcal{E}_2|_{Tj=3}$ ; двухлетние -

$$\sum_j \mathcal{E}_{j2} = \mathcal{E}_2|_{Tj=2}.$$

Накопленный объем экономии энергоресурсов для уже выполняемых мероприятий равен  $\mathcal{E}_2|_{Tj=5} + \mathcal{E}_2|_{Tj=4} + \mathcal{E}_2|_{Tj=3} + \mathcal{E}_2|_{Tj=2} = \mathcal{E}_2$ .

В ПЭСМ второго года включаются все оставшиеся мероприятия с 4-х летним сроком реализации. Для них -  $\mathcal{E}_1|_{Tj=4}$ .

Оставшиеся ЭСМ<sub>j</sub> поочередно включаются в план 2-го года в порядке возрастания  $\Phi_j$  до тех пор, пока накопленный объем экономии энергоресурсов не превысит запланированного на год  $\mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_1|_{Tj=4} + \sum_j \mathcal{E}_{j1} \geq \overline{\mathcal{E}_2}$ .

*Формирование ПЭСМ третьего года.* В план мероприятий третьего года ( $t = 3$ ) входят: пятилетние ЭСМ<sub>j</sub>, находящиеся на третьем году реализации, для них суммарный объем экономии энергоресурсов равен  $\sum_j \mathcal{E}_{j3} = \mathcal{E}_3|_{Tj=5}$ ; четырёхлетние

ЭСМ<sub>j</sub>, находящиеся на третьем и втором годах, -  $\sum_j \mathcal{E}_{j3} = \mathcal{E}_3|_{Tj=4}$ ; трёхлетние,

находящиеся на третьем и втором годах,  $\sum_j \mathcal{E}_{j3} = \mathcal{E}_3|_{Tj=3}$ ; двухлетние, находящиеся

на втором году, -  $\sum_j \mathcal{E}_{j3} = \mathcal{E}_3|_{Tj=2}$ .

Для перечисленных мероприятий накопленный объем экономии энергоресурсов составляет  $\mathcal{E}_3|_{Tj=5} + \mathcal{E}_3|_{Tj=4} + \mathcal{E}_3|_{Tj=3} + \mathcal{E}_3|_{Tj=2} = \mathcal{E}_3$ .

В ПЭСМ третьего года включаются все оставшиеся мероприятия с 3-х летним сроком реализации с суммарным объемом экономии энергоресурсов -  $\mathcal{E}_1|_{Tj=3}$ .

Остальные ЭСМ<sub>j</sub> порядке возрастания  $\Phi_j$  поочередно включаются в план 3-го года до тех пор, пока накопленный объем экономии энергоресурсов не превысит запланированного на год  $\mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_1|_{Tj=3} + \sum_j \mathcal{E}_{j1} \geq \overline{\mathcal{E}_3}$ .

*Формирование ПЭСМ четвертого года.* В план мероприятий четвертого года ( $t = 4$ ) входят: пятилетние ЭСМ<sub>j</sub>, находящиеся на четвертом году реализации, -

$\sum_j \mathcal{E}_{j4} = \mathcal{E}_4|_{Tj=5}$ ; четырехлетние, находящиеся на четвертом и третьем годах, -

$\sum_j \mathcal{E}_{j4} = \mathcal{E}_4|_{Tj=4}$ ; трехлетние, находящиеся на третьем и втором годах, -

$\sum_j \mathcal{E}_{j3} = \mathcal{E}_3|_{Tj=3}$ ; двухлетние, находящиеся на втором году, -  $\sum_j \mathcal{E}_{j4} = \mathcal{E}_4|_{Tj=2}$ .

Накопленный объем экономии энергоресурсов равен  $\mathcal{E}_4|_{Tj=5} + \mathcal{E}_4|_{Tj=4} + \mathcal{E}_4|_{Tj=3} + \mathcal{E}_4|_{Tj=2} = \mathcal{E}_4$ .

В ПЭСМ четвертого года включаются все оставшиеся мероприятия с 2-х летним сроком реализации. Для них -  $\mathcal{E}_1|_{Tj=2}$ .

Оставшиеся ЭСМ<sub>j</sub> в порядке возрастания  $\Phi_j$  поочередно включаются в план 4-го года до тех пор, пока накопленный объем экономии энергоресурсов не превысит запланированного на год  $\mathcal{E}_4 + \mathcal{E}_1|_{Tj=2} + \sum_j \mathcal{E}_{j1} \geq \overline{\mathcal{E}_4}$ .

*Формирование ПЭСМ пятого года.* В план мероприятий пятого года ( $t = 5$ ) входят: пятилетние ЭСМ<sub>j</sub>, находящиеся на пятом году реализации, -

$\sum_j \mathcal{E}_{j5} = \mathcal{E}_5|_{Tj=5}$ ; четырехлетние, находящиеся на четвертом году, -  $\sum_j \mathcal{E}_{j5} = \mathcal{E}_5|_{Tj=4}$ ;

трехлетние, находящиеся на третьем году, -  $\sum_j \mathcal{E}_{j5} = \mathcal{E}_5|_{Tj=3}$ ; двухлетние,

находящиеся на втором году, -  $\sum_j \mathcal{E}_{j5} = \mathcal{E}_5|_{Tj=2}$ .

Накопленный объем экономии энергоресурсов равен  $\mathcal{E}_5|_{Tj=5} + \mathcal{E}_5|_{Tj=4} + \mathcal{E}_5|_{Tj=3} + \mathcal{E}_5|_{Tj=2} = \mathcal{E}_5$ .

В ПЭСМ пятого года включаются все оставшиеся мероприятия с 1-летним сроком реализации, с суммарным объемом экономии энергоресурсов -  $\mathcal{E}_1|_{Tj=1}$ .

Оставшиеся ЭСМ<sub>j</sub> со сроком реализации 1 год включаются в план 5-го года. Накопленный объем экономии энергоресурсов в конце 5-го года составит

$$\mathcal{E}_5 + \mathcal{E}_1|_{Tj=1} + \sum_j \mathcal{E}_{j1} \geq \overline{\mathcal{E}_5}.$$

В результате реализации алгоритма строится матрица  $X_{IT}$ , с разбивкой ЭСМ по годам реализации и расчетными значениями объема экономии энергоресурсов.

**Приложение 2**

**Формирование программ энергосбережения на предприятиях  
АО «СУЭК-Кузбасс»**

*Исходные данные для формирования программ энергосбережения.*  
Рекомендуемые объемы финансирования по предприятиям АО «СУЭК-Кузбасс» приведены в табл. П 2.1

**Таблица П 2.1. Объемы финансирования энергосбережения  
для предприятий АО «СУЭК-Кузбасс»**

| Наименование предприятий       | Объем инвестиций в 2014г., млн руб. | Объем инвестиций в 2015г., млн руб. | Объем инвестиций в 2016г., млн руб. | Суммарный объем инвестиций, млн руб. |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| ПЕ Шахта Полысаевская:         | 8                                   | 12                                  | 5                                   | 25                                   |
| Шахта "Комсомолец":            | 8                                   | 12                                  | 20                                  | 40                                   |
| Шахта им. 7 Ноября:            | 5                                   | 12                                  | 8                                   | 25                                   |
| Шахте им. С.М. Кирова          | 12                                  | 6                                   | 12                                  | 30                                   |
| Шахте «Талдинская-Западная-1»: | 8                                   | 28                                  | 9                                   | 45                                   |
| Шахта имени А.Д.Рубана:        | 20                                  | 2                                   | 4                                   | 26                                   |
| ШУ Котинское:                  | 7                                   | 18                                  | 20                                  | 45                                   |
| <b>Итого:</b>                  | <b>68</b>                           | <b>90</b>                           | <b>78</b>                           | <b>236</b>                           |

Для формирования программ энергосбережения предложены организационные, специальные и сопутствующие мероприятия (табл. П 2.2).

Критерием определения перечня мероприятий является выполнение условия достижения максимальной экономии энергоресурсов при условии ограничения объема финансирования.

При формировании программ учитывались производственные, организационные, кадровые факторы, а также факторы взаимозависимости мероприятий. Результаты формирования перечней мероприятий приведены в табл. П 2.3. Средний срок окупаемости энергосберегающих проектов составил 4,2 года.

**Таблица П 2.2. Список предложенных к рассмотрению энергосберегающих мероприятий**

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Наименование мероприятий</b>                                                                                                                                                                           | <b>Величи-<br/>на<br/>затрат,<br/>млн руб.<br/>(план)</b> | <b>Ед. изм.</b> | <b>Годовая<br/>экономия<br/>ТЭР (план) в<br/>натуральном<br/>выражении</b> | <b>Годовая<br/>экономия ТЭР<br/>(план) в<br/>стоимостном<br/>выражении,<br/>млн руб.</b> | <b>Средний<br/>срок<br/>окупае-<br/>мости<br/>(план), лет</b> |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>         | <b>Организационные мероприятия</b>                                                                                                                                                                        |                                                           |                 |                                                                            |                                                                                          |                                                               |
| <b>1.1</b>       | <b>Общие мероприятия для всех видов энергоресурсов</b>                                                                                                                                                    |                                                           |                 |                                                                            |                                                                                          |                                                               |
|                  | Энергоэффективное планирование производственных процессов, совершенствование организации труда бригад и производственного процесса добычи угля                                                            | 0,35-0,65                                                 | тыс. кВт*ч      | 1100-3400                                                                  | 1,7-5                                                                                    | 0,13-0,21                                                     |
| <b>1.2</b>       | <b>Электрическая энергия</b>                                                                                                                                                                              |                                                           |                 |                                                                            |                                                                                          |                                                               |
| <b>1.3</b>       | <b>Котельно-печное топливо</b>                                                                                                                                                                            |                                                           |                 |                                                                            |                                                                                          |                                                               |
|                  | Соблюдение температурного графика теплосети                                                                                                                                                               | 0,075                                                     | тыс. кВт*ч      | 80                                                                         | 0,076                                                                                    | 1,01                                                          |
|                  | Проведение режимно-наладочных испытаний котлов центральной котельной при работе на твердом и газовом топливе и их эксплуатации в строгом соответствии с режимной картой.                                  | 0,15                                                      | тыс. кВт*ч      | 100,3                                                                      | 0,095                                                                                    | 0,63                                                          |
| <b>1.4</b>       | <b>Моторное топливо</b>                                                                                                                                                                                   |                                                           |                 |                                                                            |                                                                                          |                                                               |
|                  | Корректировка норм расхода моторного топлива                                                                                                                                                              | 0,05                                                      | т               | 3                                                                          | 0,067                                                                                    | 0,7                                                           |
|                  | Разработка и внедрение документа, регламентирующий порядок учета и отчетности по моторному топливу                                                                                                        | 0,06                                                      | т               | 3                                                                          | 0,067                                                                                    | 0,7                                                           |
|                  | Разработка системы морального и материального стимулирования за экономию моторного топлива                                                                                                                | 0,02-0,08                                                 | т               | 4                                                                          | 0,033-0,089                                                                              | 0,6-0,7                                                       |
|                  | Поддержание необходимого уровня технического состояния транспортных средств, топливотребляющих машин и оборудования за счет приведения периодичности и объемов ремонтов в соответствие с требованиями НТД | 0,02                                                      | т               | 1,5                                                                        | 0,033                                                                                    | 0,61                                                          |

| №<br>п/п   | Наименование мероприятий                                                                                                                        | Величи-<br>на<br>затрат,<br>млн руб.<br>(план) | Ед. изм.   | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>натуральном<br>выражении | Годовая<br>экономия ТЭР<br>(план) в<br>стоимостном<br>выражении,<br>млн руб. | Средний<br>срок<br>окупае-<br>мости<br>(план), лет |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>2.</b>  | <b>Технические мероприятия</b>                                                                                                                  |                                                |            |                                                                 |                                                                              |                                                    |
| <b>2.1</b> | <b>Электрическая энергия</b>                                                                                                                    |                                                |            |                                                                 |                                                                              |                                                    |
|            | Замена трансформаторных подстанций типа ТСВП (ТСШВП) на современные аналоги типа КТПВ (КТПВШ)                                                   | 4,5-6,5                                        | тыс. кВт*ч | 165-280                                                         | 0,15-0,26                                                                    | 8-14                                               |
|            | Замена трансформаторных подстанций типа ТМ на современные аналоги типа ТМГ                                                                      | 2,5-5                                          | тыс. кВт*ч | 50-130                                                          | 0,03-1,12                                                                    | 10-15                                              |
|            | Замены насосных агрегатов на новые, обладающие высоким КПД                                                                                      | 3-5                                            | тыс. кВт*ч | 350-700                                                         | 0,33-0,66                                                                    | 7-10,5                                             |
|            | Модернизация конвейерных линий. Установка ЧРП (типа ЧПСШ)                                                                                       | 3-6                                            | тыс. кВт*ч | 50-200                                                          | 0,05-0,175                                                                   |                                                    |
|            | Модернизация оборудования очистного забоя. Установка ЧРП (типа ЧПСШ)                                                                            |                                                |            |                                                                 |                                                                              |                                                    |
|            | Модернизация оборудования очистного забоя                                                                                                       | *                                              | тыс. кВт*ч | 160-230                                                         | 0,15-0,22                                                                    | *                                                  |
|            | Замена неэнергоэффективных двигателей добычного комплекса на новые с КПД 95-96 %                                                                | *                                              | тыс. кВт*ч | 200                                                             | 0,3                                                                          | *                                                  |
|            | Замена неэнергоэффективных двигателей на 2ЛУ-120 Б №2 на новые с увеличенным КПД и оптимальным согласно степени загруженности.                  | *                                              | тыс. кВт*ч | 700                                                             | 0,675                                                                        | *                                                  |
|            | Модернизация проходческого оборудования. Установка ЧРП (типа ЧПСШ)                                                                              |                                                |            |                                                                 |                                                                              |                                                    |
|            | Замена в составе проходческих комплексов двигателей на двигатели с КПД 0,95 - 0,96, Установка ЧРП (типа ЧПСШ)                                   | 2,1                                            | тыс. кВт*ч | 38,0                                                            | 0,364                                                                        | 5,7                                                |
|            | Установка автоматизированных регулирующих устройств компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения на подземных электрических сетях |                                                |            |                                                                 |                                                                              |                                                    |
|            | Установка автоматизированных регулирующих устройств компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения на подземных электрических сетях | *                                              | тыс. кВт*ч | 200-1600                                                        | 0,2-1,5                                                                      | *                                                  |
|            | Установка УКРМ                                                                                                                                  | 2,7                                            | тыс. кВт*ч | 230-340                                                         | 0,2-0,3                                                                      | 9-13,5                                             |

| №<br>п/п   | Наименование мероприятий                                                                                      | Величи-<br>на<br>затрат,<br>млн руб.<br>(план) | Ед. изм.   | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>натуральном<br>выражении | Годовая<br>экономия ТЭР<br>(план) в<br>стоимостном<br>выражении,<br>млн руб. | Средний<br>срок<br>окупае-<br>мости<br>(план), лет |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|            | Модернизация системы вентиляции                                                                               |                                                |            |                                                                 |                                                                              |                                                    |
|            | Замена вент. установки с вентилятором ВШЦ-16, ВЦ-15 с заниженным КПД из-за износа оборудования на новый       | *                                              | тыс. кВт*ч | 540,0                                                           | 0,518                                                                        | *                                                  |
|            | Замена вентилятора ВОКД-3,6 на новый, с более высоким КПД и энергоэффективным электродвигателем               | 30                                             | тыс. кВт*ч | 4400                                                            | 4,5                                                                          | 6,7                                                |
|            | Модернизация тягодутьевых механизмов котельных                                                                |                                                |            |                                                                 |                                                                              |                                                    |
|            | Замена, модернизация двигателей тягодутьевых механизмов, модернизация приводов дымососов котельной            | *                                              | тыс. кВт*ч | 16-22                                                           | 0,015-0,02                                                                   | *                                                  |
|            | Установка автоматических фильтровальных и регулирующих устройств контроля напряжения и частоты.               | *                                              | тыс. кВт*ч | 100-175                                                         | 0,06-0,16                                                                    | *                                                  |
|            | Модернизация системы освещения                                                                                |                                                |            |                                                                 |                                                                              |                                                    |
|            | Замена ламп накаливания на энергосберегающие                                                                  | 0,5                                            | тыс. кВт*ч | 300                                                             | 0,3                                                                          | 1,7                                                |
| <b>2.2</b> | <b>Тепловая энергия</b>                                                                                       |                                                |            |                                                                 |                                                                              |                                                    |
|            | Провести РНИ испытания и поддержание параметров работы котлов в котельной и ВНУ на уровне паспортных значений | 0,2-0,5                                        | тонн угля  | 115-320                                                         | 0,08-0,12                                                                    | 2,4-3,6                                            |
|            | Ремонт теплоизоляции теплового оборудования                                                                   | 0,035-0,35                                     | Гкал       | 1200-3200                                                       | 0,1-1                                                                        | 2-5                                                |
|            | Ремонт стен отапливаемых зданий и сооружений                                                                  | 1-8                                            | Гкал       | 250-1000                                                        | 0,2-1,5                                                                      | 05-12                                              |
|            | Установить средства учета потребленных и выработанных энергоресурсов (с системой АСКУТЭР)                     | 6-10                                           | Гкал       | 3500-6000                                                       | 0,5-1,5                                                                      | 6,5-11                                             |
|            | Другие мероприятия                                                                                            |                                                |            |                                                                 |                                                                              |                                                    |
|            | Замена насосного и тягодутьевого оборудования котельной с низким КПД                                          | 10                                             | Гкал       | 5837,4                                                          | 1,53                                                                         | 6,5                                                |
|            | Модернизация системы отопления с насосом К160-30                                                              | 0,1                                            | тыс. кВт*ч | 73,3                                                            | 0,07                                                                         | 1,4                                                |

| №<br>п/п   | Наименование мероприятий                                                                                                                      | Величина<br>затрат,<br>млн руб.<br>(план) | Ед. изм.   | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>натуральном<br>выражении | Годовая<br>экономия ТЭР<br>(план) в<br>стоимостном<br>выражении,<br>млн руб. | Средний<br>срок<br>окупаемости<br>(план), лет |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>2.3</b> | <b>Котельно-печное топливо</b>                                                                                                                |                                           |            |                                                                 |                                                                              |                                               |
|            | Оборудование котлоагрегатов автоматизированными системами контроля режимов работы и регулирования основных технологических процессов          | 0,4-1,0                                   | т          | 300-525                                                         | 0,14-0,34                                                                    | 2-3                                           |
|            | Прочие мероприятия                                                                                                                            |                                           |            |                                                                 |                                                                              |                                               |
|            | Поддержание параметров работы котлов в котельной на уровне паспортных значений                                                                | 2,5-4,3                                   | т.у.т      | 1050-1850                                                       | 1,1                                                                          | 2,3-3,8                                       |
|            | Замена насосных агрегатов котельной                                                                                                           | 1,36                                      | тыс. кВт*ч | 359,8                                                           | 0,34                                                                         | 4,00                                          |
| <b>2.4</b> | <b>Моторное топливо</b>                                                                                                                       |                                           |            |                                                                 |                                                                              |                                               |
|            | Внедрение эффективной автоматической системы диспетчеризации работы машин и оборудования, объективно оценивающей расход топлива оборудованием | 0,3-0,8                                   | т          | 2,7-6,7                                                         | 0,15-0,7                                                                     | 2,5-10                                        |

**Таблица П 2.3. Результаты формирования программы энергосбережения на предприятиях с учетом оптимизации затрат**

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Наименование мероприятий</b>                                                                                                                 | <b>Величина<br/>затрат,<br/>млн руб.<br/>(план)</b> | <b>Годовая<br/>экономия<br/>ТЭР (план) в<br/>натуральном<br/>выражении</b> | <b>Годовая<br/>экономия<br/>ТЭР (план) в<br/>стоимостном<br/>выражении,<br/>млн руб.</b> | <b>Срок<br/>окупае-<br/>мости,<br/>лет</b> | <b>Год<br/>внедрения</b> |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|
| <b>1</b>         | <b>ПЕ Шахта Полысаевская</b>                                                                                                                    |                                                     |                                                                            |                                                                                          |                                            |                          |
| 1.1              | Замена трансформаторных подстанций типа ТСВП (ТСШВП) на современные аналоги типа КТПВ (КТПВШ).                                                  | 1,575                                               | 165,70                                                                     | 0,16                                                                                     | 10,03                                      | 2016                     |
| 1.2              | Замена трансформаторных подстанций типа ТМ на современные аналоги типа ТМГ                                                                      | 0,700                                               | 74,10                                                                      | 0,07                                                                                     | 10,00                                      | 2016                     |
| 1.3              | Замена насосных агрегатов ЦНС60-175, Д320-50, Д500-63 на более экономичные с повышенным КПД                                                     | 3,400                                               | 496,60                                                                     | 0,45                                                                                     | 7,53                                       | 2014                     |
| 1.4              | Оснащение насосов К160-30 преобразователем частоты                                                                                              | 1,500                                               | 24,60                                                                      | 0,50                                                                                     | 3,00                                       | 2015                     |
| 1.5              | Модернизация конвейерных линий. Установка ЧРП (типа ЧПСШ)                                                                                       | 0,700                                               | 66,70                                                                      | 0,06                                                                                     | 10,94                                      | 2014                     |
| 1.6              | Модернизация оборудования очистного забоя                                                                                                       | 2,825                                               | 230,00                                                                     | 0,22                                                                                     | 12,84                                      | 2016                     |
| 1.7              | Установка автоматизированных регулирующих устройств компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения на подземных электрических сетях | 1,000                                               | 257,00                                                                     | 0,25                                                                                     | 4,07                                       | 2014                     |
| 1.8              | Провести РНИ испытания и поддержание параметров работы котлов в котельной и ВНУ на уровне паспортных значений                                   | 0,200                                               | 327,40                                                                     | 0,08                                                                                     | 2,40                                       | 2014                     |
| 1.9              | Ремонт теплоизоляции теплового оборудования                                                                                                     | 0,039                                               | 28,60                                                                      | 0,01                                                                                     | 5,20                                       | 2015                     |
| 1.10             | Ремонт стен отапливаемых зданий и сооружений                                                                                                    | 2,500                                               | 267,85                                                                     | 0,22                                                                                     | 11,50                                      | 2014                     |
| 1.11             | Установить средства учета потребленных и выработанных энергоресурсов (с системой АСКУТЭР)                                                       | 10,000                                              | 5837,40                                                                    | 1,53                                                                                     | 6,50                                       | 2015                     |
| 1.12             | Модернизация системы отопления с насосом К160-30                                                                                                | 0,100                                               | 73,30                                                                      | 0,07                                                                                     | 1,40                                       | 2016                     |

| №<br>п/п | Наименование мероприятий                                                                                                                      | Величина<br>затрат,<br>млн руб.<br>(план) | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>натуральном<br>выражении | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>стоимостном<br>выражении,<br>млн руб. | Срок<br>окупае-<br>мости,<br>лет | Год<br>внедрения |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 1.13     | Оборудование котлоагрегатов автоматизированными системами контроля режимов работы и регулирования основных технологических процессов          | 0,400                                     | 317,00                                                          | 0,16                                                                         | 2,90                             | 2016             |
| 1.14     | Внедрение эффективной автоматической системы диспетчеризации работы машин и оборудования, объективно оценивающей расход топлива оборудованием | 0,320                                     | 3,53                                                            | 0,08                                                                         | 4,20                             | 2015             |
|          | <b>Итого по ПЕ Шахта Полысаевская</b>                                                                                                         | <b>25,3</b>                               |                                                                 | <b>3,8</b>                                                                   | <b>6,6</b>                       |                  |
| <b>2</b> | <b>Шахта «Комсомолец»</b>                                                                                                                     |                                           |                                                                 |                                                                              |                                  |                  |
| 2.1      | Замена трансформаторных подстанций типа ТСВП (ТСШВП) на современные аналоги типа КТПВ (КТПВШ).                                                | 4,500                                     | 278,60                                                          | 0,28                                                                         | 16,00                            | 2016             |
| 2.2      | Замена трансформаторных подстанций типа ТМ на современные аналоги типа ТМГ                                                                    | 0,625                                     | 48,50                                                           | 0,05                                                                         | 12,50                            | 2015             |
| 2.3      | Замена насоса ЦНС 300-300 на горизонте +/-0 на новый, обладающий высоким КПД - 2 шт.                                                          | 4,400                                     | 551,80                                                          | 0,52                                                                         | 8,46                             | 2016             |
| 2.4      | Модернизация конвейерных линий. Установка ЧРП (типа ЧПСШ)                                                                                     | 1,125                                     | 128,70                                                          | 0,12                                                                         | 9,22                             | 2014             |
| 2.5      | Установка УКРМ на ПС-9 "Комсомолец" 6/6                                                                                                       | 2,700                                     | 254,00                                                          | 0,26                                                                         | 10,00                            | 2015             |
| 2.6      | Установка УКРМ на ПС-32 "Лог Широкий" 35/6                                                                                                    | 2,700                                     | 237,00                                                          | 0,24                                                                         | 11,00                            | 2016             |
| 2.7      | Замена вентилятора ВОКД-3,6 на новый, с более высоким КПД и энергоэффективным электродвигателем                                               | 7,500                                     | 733,33                                                          | 0,75                                                                         | 10,00                            | 2016             |
| 2.8      | Замена ламп накаливания на энергосберегающие                                                                                                  | 0,500                                     | 300,00                                                          | 0,30                                                                         | 1,70                             | 2014             |
| 2.9      | Ремонт и восстановление изоляции теплового оборудования и трубопроводов в котельной центральной площадки                                      | 0,300                                     | 1207,50                                                         | 0,40                                                                         | 0,80                             | 2014             |
| 2.10     | Ремонт и восстановление изоляции теплового оборудования и трубопроводов в котельной площадки вентстола №2                                     | 0,350                                     | 697,10                                                          | 0,23                                                                         | 1,50                             | 2014             |
| 2.11     | Ремонт стен зданий площадок центральная и вентстола №2                                                                                        | 0,900                                     | 1056,68                                                         | 0,91                                                                         | 10,00                            | 2015             |

| №<br>п/п | Наименование мероприятий                                                                                                                      | Величина<br>затрат,<br>млн руб.<br>(план) | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>натуральном<br>выражении | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>стоимостном<br>выражении,<br>млн руб. | Срок<br>окупае-<br>мости,<br>лет | Год<br>внедрения |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 2.12     | Установить средства учета потребленных и выработанных энергоресурсов (без системы АСКУТЭР)                                                    | 6,600                                     | 39299,70                                                        | 13,04                                                                        | 0,50                             | 2015             |
| 2.13     | Оборудование котлоагрегатов автоматизированными системами контроля режимов работы и регулирования основных технологических процессов          | 0,940                                     | 522,00                                                          | 0,34                                                                         | 2,10                             | 2016             |
| 2.14     | Поддержание параметров работы котлов в котельной на уровне паспортных значений                                                                | 4,300                                     | 1079,40                                                         | 1,14                                                                         | 3,80                             | 2014             |
| 2.15     | Внедрение эффективной автоматической системы диспетчеризации работы машин и оборудования, объективно оценивающей расход топлива оборудованием | 0,300                                     | 4,10                                                            | 0,09                                                                         | 3,30                             | 2016             |
|          | <b>Итого по Шахта «Комсомолец»</b>                                                                                                            | <b>37,7</b>                               |                                                                 | <b>18,7</b>                                                                  | <b>2,0</b>                       |                  |
| <b>3</b> | <b>Шахта им. 7 Ноября</b>                                                                                                                     |                                           |                                                                 |                                                                              |                                  |                  |
| 3.1      | Замена трансформаторных подстанций типа ТСВП (ТСШВП) на современные аналоги типа КТПВ (КТПВШ).                                                | 0,860                                     | 65,70                                                           | 0,06                                                                         | 13,65                            | 2015             |
| 3.2      | Замена трансформаторных подстанций типа ТМ на современные аналоги типа ТМГ                                                                    | 0,420                                     | 34,10                                                           | 0,03                                                                         | 13,13                            | 2016             |
| 3.3      | Замена насоса подачи горячей воды на калориферную установку Д320-50 на современный с повышенным КПД                                           | 0,325                                     | 50,00                                                           | 0,05                                                                         | 6,77                             | 2014             |
| 3.4      | Модернизация конвейерных линий. Установка ЧРП (типа ЧПСШ)                                                                                     | 0,600                                     | 48,00                                                           | 0,05                                                                         | 13,04                            | 2014             |
| 3.5      | Замена неэнергоэффективных двигателей на 2ЛУ-120 Б №2 на новые с увеличенным КПД и оптимальным согласно степени загруженности.                | 6,000                                     | 700,00                                                          | 0,68                                                                         | 8,89                             | 2016             |
| 3.6      | Установка устройств компенсации реактивной мощности в подземных распределительных сетях                                                       | 2,200                                     | 218,00                                                          | 0,21                                                                         | 10,53                            | 2014             |
| 3.7      | Замена тягодутьевого механизма с агрегатами ВДН-10 на новый, лучше соответствующий режимным параметрам котла                                  | 0,165                                     | 21,80                                                           | 0,02                                                                         | 7,89                             | 2015             |

| №<br>п/п | Наименование мероприятий                                                                                                                                                                                    | Величина<br>затрат,<br>млн руб.<br>(план) | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>натуральном<br>выражении | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>стоимостном<br>выражении,<br>млн руб. | Срок<br>окупае-<br>мости,<br>лет | Год<br>внедрения |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 3.8      | Провести испытания и поддержание параметров работы котлов в котельной и ВНУ на уровне паспортных значений                                                                                                   | 0,200                                     | 327,40                                                          | 0,08                                                                         | 2,40                             | 2015             |
| 3.9      | Ремонт теплоизоляции теплового оборудования                                                                                                                                                                 | 0,035                                     | 33,70                                                           | 0,01                                                                         | 2,90                             | 2015             |
| 3.10     | Замена насосного и тягодутьевого оборудования котельной с низким КПД                                                                                                                                        | 10,000                                    | 5837,40                                                         | 1,53                                                                         | 6,50                             | 2015             |
| 3.11     | Оборудование котлоагрегатов автоматизированными системами контроля режимов работы и регулирования основных технологических процессов                                                                        | 0,700                                     | 507,00                                                          | 0,34                                                                         | 2,10                             | 2014             |
| 3.12     | Внедрение эффективной автоматической системы диспетчеризации работы машин и оборудования, объективно оценивающей расход топлива оборудованием                                                               | 0,445                                     | 6,70                                                            | 0,15                                                                         | 2,70                             | 2015             |
|          | <b>Итого по Шахта им. 7 Ноября</b>                                                                                                                                                                          | <b>22,0</b>                               |                                                                 | <b>3,2</b>                                                                   | <b>6,9</b>                       |                  |
| <b>4</b> | <b>Шахта им. С.М. Кирова</b>                                                                                                                                                                                |                                           |                                                                 |                                                                              |                                  |                  |
| 4.1      | Соблюдение температурного графика теплосети                                                                                                                                                                 | 0,075                                     | 80,00                                                           | 0,08                                                                         | 0,99                             | 2015             |
| 4.2      | Проведения режимно-наладочных испытаний котлов центральной котельной при работе на твердом и газовом топливе и их эксплуатации в строгом соответствии с режимной картой.                                    | 0,150                                     | 100,30                                                          | 0,10                                                                         | 1,58                             | 2015             |
| 4.3      | Поддержание необходимого уровня технического состояния транспортных средств, топливопотребляющих машин и оборудования за счет приведения периодичности и объемов ремонтов в соответствие с требованиями НТД | 0,020                                     | 1,50                                                            | 0,03                                                                         | 0,61                             | 2014             |
| 4.4      | Организация системы морального и материального стимулирования за экономию моторного топлива                                                                                                                 | 0,020                                     | 1,50                                                            | 0,03                                                                         | 0,61                             | 2014             |
| 4.5      | Замена трансформаторных подстанций типа ТСВП (ТСШВП) на современные аналоги типа КТПВ (КТПВШ).                                                                                                              | 2,250                                     | 257,40                                                          | 0,26                                                                         | 8,65                             | 2015             |

| №<br>п/п | Наименование мероприятий                                                                                                                        | Величина<br>затрат,<br>млн руб.<br>(план) | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>натуральном<br>выражении | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>стоимостном<br>выражении,<br>млн руб. | Срок<br>окупае-<br>мости,<br>лет | Год<br>внедрения |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 4.7      | Замена насосных агрегатов ЦНС 300-480, ЦНС 300-240 на новые, обладающие высоким КПД.                                                            | 5,000                                     | 550,00                                                          | 0,52                                                                         | 9,58                             | 2014             |
| 4.8      | Модернизация конвейерных линий. Установка ЧРП (типа ЧПСШ)                                                                                       | 2,000                                     | 187,00                                                          | 0,18                                                                         | 11,30                            | 2015             |
| 4.9      | Установка автоматизированных регулирующих устройств компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения на подземных электрических сетях | 1,360                                     | 211,00                                                          | 0,20                                                                         | 6,80                             | 2014             |
| 4.10     | Установка регулируемых УКРМ на ПС-62 "4 вент. Ствол ш. Кирова" 35/6                                                                             | 3,000                                     | 266,00                                                          | 0,27                                                                         | 11,11                            | 2016             |
| 4.11     | Устанока автоматических фильтровальных и регулирующих устройств контроля напряжения и частоты.                                                  | 1,457                                     | 167,00                                                          | 0,16                                                                         | 9,22                             | 2014             |
| 4.12     | Ремонт теплоизоляции теплового оборудования                                                                                                     | 0,200                                     | 1121,40                                                         | 0,97                                                                         | 0,21                             | 2015             |
| 4.13     | Ремонт стен отапливаемых зданий и сооружений                                                                                                    | 8,300                                     | 954,91                                                          | 1,40                                                                         | 5,93                             | 2016             |
| 4.14     | Оборудование котлоагрегатов автоматизированными системами контроля режимов работы и регулирования основных технологических процессов (АСКУТЭР)  | 0,600                                     | 332,70                                                          | 0,29                                                                         | 2,09                             | 2014             |
| 4.15     | Поддержание параметров работы котлов в котельных центральной площадки и площадки западного ствола на уровне паспортных значений                 | 2,500                                     | 1822,25                                                         | 1,06                                                                         | 2,36                             | 2014             |
| 4.16     | Замена насосных агрегатов котельной                                                                                                             | 1,360                                     | 359,80                                                          | 0,34                                                                         | 4,00                             | 2014             |
| 4.17     | Внедрение эффективной автоматической системы диспетчеризации работы машин и оборудования, объективно оценивающей расход топлива оборудованием   | 0,550                                     | 2,70                                                            | 0,06                                                                         | 9,17                             | 2016             |
|          | <b>Итого по Шахте им. С.М. Кирова</b>                                                                                                           | <b>28,8</b>                               |                                                                 | <b>5,9</b>                                                                   | <b>4,9</b>                       |                  |

| №<br>п/п | Наименование мероприятий                                                                                                                                      | Величина<br>затрат,<br>млн руб.<br>(план) | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>натуральном<br>выражении | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>стоимостном<br>выражении,<br>млн руб. | Срок<br>окупае-<br>мости,<br>лет | Год<br>внедрения |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| <b>5</b> | <b>Шахта «Талдинская-Западная-1»</b>                                                                                                                          |                                           |                                                                 |                                                                              |                                  |                  |
| 5.1      | Энергоэффективное планирование производственных процессов, совершенствование организации труда бригад и производственного процесса добычи угля, по лаве №6708 | 0,650                                     | 3240,00                                                         | 4,90                                                                         | 0,13                             | 2014             |
| 5.2      | Энергоэффективное планирование производственных процессов, совершенствование организации труда бригад и производственного процесса добычи угля, по лаве №7008 | 0,350                                     | 1140,00                                                         | 1,70                                                                         | 0,21                             | 2014             |
| 5.3      | Замена трансформаторных подстанций типа ТСВП (ТСШВП, ТКШВП) на современные аналоги типа КТПВ (КТПВШ)                                                          | 10,935                                    | 545,05                                                          | 0,84                                                                         | 13,02                            | 2015             |
| 5.4      | Замена трансформаторных подстанций типа ТМ на современные аналоги типа ТМГ                                                                                    | 8,100                                     | 616,09                                                          | 0,95                                                                         | 8,54                             | 2015             |
| 5.5      | Замены насосных агрегатов типа ЦНС180 на новые, обладающие высоким КПД                                                                                        | 3,400                                     | 353,80                                                          | 0,33                                                                         | 10,30                            | 2014             |
| 5.6      | Замены насосных агрегатов типа ЦНС 300-540 на новые, обладающие высоким КПД                                                                                   | 5,400                                     | 553,80                                                          | 0,52                                                                         | 10,38                            | 2016             |
| 5.7      | Замена неэнергоэффективных двигателей добычного комплекса на новые с КПД 95-96 %                                                                              | 3,667                                     | 200,00                                                          | 0,30                                                                         | 12,22                            | 2016             |
| 5.8      | Применение управляемых фильтрокомпенсирующих устройств (ФКУ) против высших гармоник                                                                           | 1,367                                     | 108,10                                                          | 0,10                                                                         | 13,40                            | 2015             |
| 5.9      | Провести РНИ испытания и поддержание параметров работы котлов в котельной и ВНУ на уровне паспортных значений                                                 | 0,400                                     | 427,40                                                          | 0,11                                                                         | 3,64                             | 2014             |
| 5.10     | Ремонт теплоизоляции теплового оборудования                                                                                                                   | 0,050                                     | 35,60                                                           | 0,01                                                                         | 5,00                             | 2015             |
| 5.11     | Ремонт стен отапливаемых зданий и сооружений                                                                                                                  | 2,800                                     | 367,85                                                          | 0,42                                                                         | 6,71                             | 2014             |
| 5.12     | Установить средства учета потребленных и выработанных энергоресурсов (с системой АСКУТЭР)                                                                     | 6,000                                     | 3837,40                                                         | 0,53                                                                         | 11,32                            | 2015             |

| №<br>п/п | Наименование мероприятий                                                                                                                      | Величина<br>затрат,<br>млн руб.<br>(план) | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>натуральном<br>выражении | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>стоимостном<br>выражении,<br>млн руб. | Срок<br>окупае-<br>мости,<br>лет | Год<br>внедрения |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 5.13     | Оборудование котлоагрегатов автоматизированными системами контроля режимов работы и регулирования основных технологических процессов          | 0,480                                     | 507,00                                                          | 0,16                                                                         | 3,04                             | 2014             |
| 5.14     | Внедрение эффективной автоматической системы диспетчеризации работы машин и оборудования, объективно оценивающей расход топлива оборудованием | 0,750                                     | 4,00                                                            | 0,09                                                                         | 8,52                             | 2015             |
|          | <b>Итого по Шахте «Талдинская-Западная-1»</b>                                                                                                 | <b>44,3</b>                               |                                                                 | <b>11,0</b>                                                                  | <b>4,0</b>                       |                  |
| <b>6</b> | <b>Шахта имени А.Д.Рубана</b>                                                                                                                 |                                           |                                                                 |                                                                              |                                  |                  |
| 6.1      | Корректировка норм расхода моторного топлива                                                                                                  | 0,050                                     | 3,00                                                            | 0,07                                                                         | 0,75                             | 2015             |
| 6.2      | Разработка и внедрение документа, регламентирующий порядок учета и отчетности по моторному топливу                                            | 0,060                                     | 3,00                                                            | 0,07                                                                         | 0,90                             | 2015             |
| 6.3      | Разработка системы морального и материального стимулирования за экономию моторного топлива                                                    | 0,080                                     | 4,00                                                            | 0,09                                                                         | 0,90                             | 2015             |
| 6.4      | Замена трансформаторных подстанций типа ТСВП (ТСШВП) на современные аналоги типа КТПВ (КТПВШ), TN6                                            | 0,860                                     | 65,70                                                           | 0,06                                                                         | 13,87                            | 2015             |
| 6.5      | Замена трансформаторных подстанций типа ТМ на современные аналоги типа ТМГ.                                                                   | 0,420                                     | 34,10                                                           | 0,03                                                                         | 13,13                            | 2016             |
| 6.6      | Замена насосов ЦН400-105, ЦНС300-180, ЦНС500-560 на новые, обладающие более высоким КПД                                                       | 0,600                                     | 508,00                                                          | 0,48                                                                         | 1,25                             | 2014             |
| 6.7      | Модернизация оборудования очистного забоя. Замена низкоэффективных электродвигателей.                                                         | 1,800                                     | 160,00                                                          | 0,15                                                                         | 11,76                            | 2016             |
| 6.8      | Замена в составе проходческих комплексов двигателей на двигатели с КПД 0,95 - 0,96, Установка ЧРП (типа ЧПСШ)                                 | 2,100                                     | 38,00                                                           | 0,36                                                                         | 5,77                             | 2014             |

| №<br>п/п | Наименование мероприятий                                                                                                                      | Величина<br>затрат,<br>млн руб.<br>(план) | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>натуральном<br>выражении | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>стоимостном<br>выражении,<br>млн руб. | Срок<br>окупае-<br>мости,<br>лет | Год<br>внедрения |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 6.9      | Установка автоматизированных регулирующих устройств компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения на ПС-38 "Красноярская"        | 13,333                                    | 1570,00                                                         | 1,51                                                                         | 8,85                             | 2014             |
| 6.10     | Замена вент. установки с вентилятором ВШЦ-16, ВЦ-15 с заниженным КПД из-за износа оборудования на новый                                       | 3,267                                     | 540,00                                                          | 0,52                                                                         | 6,31                             | 2014             |
| 6.11     | Замена, модернизация двигателей тягодутьевых механизмов, модернизация приводов дымососов котельной                                            | 0,120                                     | 16,00                                                           | 0,02                                                                         | 8,00                             | 2014             |
| 6.12     | Провести РНИ испытания и поддержание параметров работы котлов в котельной и ВНУ на уровне паспортных значений                                 | 0,500                                     | 115,00                                                          | 0,12                                                                         | 4,17                             | 2015             |
| 6.13     | Ремонт теплоизоляции теплового оборудования                                                                                                   | 0,060                                     | 28,60                                                           | 0,01                                                                         | 7,50                             | 2016             |
| 6.14     | Ремонт стен отапливаемых зданий и сооружений                                                                                                  | 1,500                                     | 267,85                                                          | 0,22                                                                         | 6,91                             | 2016             |
| 6.15     | Оборудование котлоагрегатов автоматизированными системами контроля режимов работы и регулирования основных технологических процессов          | 0,400                                     | 307,00                                                          | 0,14                                                                         | 2,94                             | 2014             |
| 6.16     | Внедрение эффективной автоматической системы диспетчеризации работы машин и оборудования, объективно оценивающей расход топлива оборудованием | 0,445                                     | 4,53                                                            | 0,10                                                                         | 4,45                             | 2015             |
|          | <b>Итого по Шахта имени А.Д.Рубана</b>                                                                                                        | <b>25,6</b>                               |                                                                 | <b>3,9</b>                                                                   | <b>6,5</b>                       |                  |
| <b>7</b> | <b>ШУ Котинское</b>                                                                                                                           |                                           |                                                                 |                                                                              |                                  |                  |
| 7.1      | Замена трансформаторных подстанций типа ТСВП (ТСШВП) на современные аналоги типа КТПВ (КТПВШ).                                                | 4,400                                     | 165,70                                                          | 0,16                                                                         | 28,03                            | 2016             |
| 7.2      | Замена трансформаторных подстанций типа ТМ на современные аналоги типа ТМГ                                                                    | 4,800                                     | 127,10                                                          | 0,12                                                                         | 40,00                            | 2016             |
| 7.3      | Замена насосных агрегатов типа ЦНС, Д320, на более экономичные с повышенным КПД (в первый год)                                                | 3,400                                     | 496,60                                                          | 0,45                                                                         | 7,54                             | 2014             |

| №<br>п/п | Наименование мероприятий                                                                                                                      | Величина<br>затрат,<br>млн руб.<br>(план) | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>натуральном<br>выражении | Годовая<br>экономия<br>ТЭР (план) в<br>стоимостном<br>выражении,<br>млн руб. | Срок<br>окупае-<br>мости,<br>лет | Год<br>внедрения |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 7.4      | Замена насосных агрегатов типа ЦНС, Д320, на более экономичные с повышенным КПД (в третий год)                                                | 3,890                                     | 690,60                                                          | 0,66                                                                         | 5,93                             | 2016             |
| 7.5      | Модернизация конвейерных линий. Установка ЧРП (типа ЧПСШ)                                                                                     | 0,620                                     | 88,70                                                           | 0,08                                                                         | 7,38                             | 2015             |
| 7.6      | Установка устройств компенсации реактивной мощности в подземных распределительных сетях                                                       | 1,600                                     | 198,00                                                          | 0,18                                                                         | 8,89                             | 2016             |
| 7.7      | Установка УКРМ на ПС-105 "Котинская-Южная" 35/6                                                                                               | 2,700                                     | 260,00                                                          | 0,25                                                                         | 10,80                            | 2015             |
| 7.8      | Установка УКРМ на ПС-102 "Фланговая" 10/6                                                                                                     | 2,700                                     | 220,00                                                          | 0,20                                                                         | 13,50                            | 2015             |
| 7.9      | Установка УКРМ на ПС "Шахта № 7" 35/6/6,3                                                                                                     | 2,700                                     | 340,00                                                          | 0,30                                                                         | 9,00                             | 2016             |
| 7.10     | Установка автоматических фильтровальных и регулирующих устройств контроля напряжения и частоты.                                               | 0,800                                     | 97,00                                                           | 0,06                                                                         | 12,50                            | 2016             |
| 7.11     | Провести РНИ испытания и поддержание параметров работы котлов в котельной и ВНУ на уровне паспортных значений                                 | 0,200                                     | 327,40                                                          | 0,08                                                                         | 2,41                             | 2014             |
| 7.12     | Ремонт теплоизоляции теплового оборудования                                                                                                   | 0,039                                     | 28,60                                                           | 0,01                                                                         | 4,88                             | 2015             |
| 7.13     | Ремонт стен отапливаемых зданий и сооружений                                                                                                  | 2,500                                     | 267,85                                                          | 0,22                                                                         | 11,52                            | 2014             |
| 7.14     | Установить средства учета потребленных и выработанных энергоресурсов (с системой АСКУТЭР)                                                     | 10,000                                    | 5837,40                                                         | 1,53                                                                         | 6,54                             | 2015             |
| 7.15     | Оборудование котлоагрегатов автоматизированными системами контроля режимов работы и регулирования основных технологических процессов          | 0,400                                     | 307,00                                                          | 0,14                                                                         | 2,94                             | 2014             |
| 7.16     | Внедрение эффективной автоматической системы диспетчеризации работы машин и оборудования, объективно оценивающей расход топлива оборудованием | 0,500                                     | 5,55                                                            | 0,12                                                                         | 4,03                             | 2015             |
|          | <b>Итого по ШУ Котинское</b>                                                                                                                  | <b>41,2</b>                               |                                                                 | <b>4,6</b>                                                                   | <b>9,0</b>                       |                  |
|          | <b>Итого</b>                                                                                                                                  | <b>203,0</b>                              |                                                                 | <b>47,9</b>                                                                  | <b>4,2</b>                       |                  |

**Справка о внедрении организационного механизма управления  
энергосбережением на предприятиях АО «СУЭК-Красноярск»**



РОССИЯ, 660049, г. Красноярск,  
ул. Ленина, д. 35, стр. 2  
Тел: (391) 228-60-01, 228-60-02  
Факс: (391) 227-19-00  
E-MAIL: SUEK-KRASNOYARSK@SUEK.RU  
[WWW.SUEK.RU](http://WWW.SUEK.RU)

**СПРАВКА**

о внедрении результатов исследований диссертации  
КАРПЕНКО Михаила Сергеевича  
«Формирование организационного механизма управления энергосбережением  
на горнопромышленных предприятиях»

Настоящим подтверждаем, что разработанные Карпенко М.С. методические рекомендации по формированию организационного механизма управления энергосбережением использованы на предприятиях АО «СУЭК-Красноярск» (АО «Разрез Назаровский», АО «Разрез Березовский», «Разрез Бородинский им. М.И.Щадова») при реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности.

Справка дана для предоставления в совет по защите диссертаций при ФГАОУ ВПО НИТУ «МИСиС» (шифр Д 212.132.14).

Заместитель генерального директора  
(по экономике и финансам –  
финансовый директор)



**А.В. Великосельский**

**Справка об использовании результатов исследований в учебном процессе  
Московского института энергобезопасности и энергосбережения**



**МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ  
ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

ОГРН 1027739480976, ИНН 7719227050/КПП 771901001, место нахождения: 105425, г. Москва, Щелковский проезд, д. 13А, строение 1,  
т. (495) 965-5202, ф. (495) 965-5012, www.mieen.ru, e-mail: info@mieen.ru

№ 01.16/47

« 05 » 04 2016г.

Председателю совета  
по защите диссертаций Д 212.132.14  
при ФГАОУ ВПО НИТУ «МИСиС»

**СПРАВКА**

о внедрении результатов исследований диссертации  
КАРПЕНКО Михаила Сергеевича  
«Формирование организационного механизма управления  
энергосбережением на горнопромышленных предприятиях»

Настоящим подтверждаем использование результатов диссертации Карпенко М.С. в учебном процессе Московского института энергобезопасности и энергосбережения при составлении учебно-методических комплексов по дисциплинам «Организация производства и управление предприятием» и «Энергетический менеджмент» по программам высшего профессионального образования для студентов, обучающихся по направлению «Электроэнергетика и электротехника».

Справка дана для предоставления в совет по защите диссертаций при ФГАОУ ВПО НИТУ «МИСиС» (шифр Д 212.132.14).

Проректор по учебной и научной  
работе, к.т.н., доцент



В.М.Аванесов

**Справка об использовании результатов диссертации при выполнении НИР  
Минэнерго РФ**



**АО «РОСИНФОРМУГОЛЬ»**

119049, г. Москва, Ленинский проспект,  
д.6, стр.1, офис Г619  
тел. +7 (499) 681 39 61

15 марта 2016 г. № 1-08/21

В диссертационный совет Д 212.132.14  
при ФГАОУ ВПО НИТУ «МИСиС»

**СПРАВКА**

**о внедрении результатов диссертационного исследования  
КАРПЕНКО Михаила Сергеевича  
«Формирование организационного механизма управления  
энергосбережением на горнопромышленных предприятиях»**

АО «Росинформуголь» подтверждает, что разработанный Карпенко М.С. методический подход к формированию организационного механизма управления энергосбережением на горнопромышленных предприятиях, нашел практическое применение при выполнении с непосредственным участием автора НИР «Оказание консультационных услуг по информационно-аналитическому обеспечению осуществляемых мер по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, оценки их влияния на деятельность предприятий угольной промышленности в кризисных и посткризисных условиях» в рамках государственного контракта № 15/0412.3019999.244/11/203 от 24.11.2015 г., заключенного Министерством энергетики Российской Федерации с акционерным обществом «Региональные отраслевые системы информационного обеспечения угольной промышленности» (АО «Росинформуголь»).

Справка дана для предоставления в диссертационный совет при ФГАОУ ВПО НИТУ «МИСиС» (шифр Д 212.132.14).

Генеральный директор  
АО «Росинформуголь»



А.И.Скрыль