

**На правах рукописи**

**ХАЧУМОВ Сергей Вячеславович**

**ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АУДИТ**

**Специальность: 08.00.05 - Экономика и управление народным хозяйством**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени**

**кандидата экономических наук**

**Москва - 2002 г.**

Работа выполнена в Институте программных систем и  
Институте проблем рынка Российской Академии наук

Научный руководитель: доктор экономических наук,  
профессор Рюмина Е.В.

Официальные оппоненты: доктор экономических наук  
Моткин Г.А.  
доктор экономических наук, профессор  
Потравный И.М.

Ведущая организация: ВИЭМС Министерства природных  
Ресурсов РФ и РАН

Защита состоится "21" ноября 2002 г. в \_\_\_\_ часов на заседании  
диссертационного совета Д 002.138.01 Института проблем рынка Российской  
Академии наук по адресу: 117418, Москва, Нахимовский пр., 47.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке  
Института проблем рынка РАН.

Автореферат разослан " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2002 года

Ученый секретарь  
Диссертационного совета,  
к.э.н.

Цветков В.А.

**Актуальность темы исследования.** В связи с ухудшением общей экологической ситуации в мире возрастают требования к соблюдению общепринятых международных норм экологической безопасности. Принимаются новые стандарты, регламентирующие формирование экологической политики предприятий. При этом в современных условиях возрастает роль независимых институтов внегосударственного контроля за экологической деятельностью предприятий – экономического (общего) и экологического аудитов. В России, несмотря на наличие стандартов и нормативных документов, в настоящее время существуют значительные расхождения в понимании функций указанных видов аудитов. Поэтому необходимо более четкое разграничение этих функций и введение нового понятия эколого-экономического аудита, обоснование его места в общей системе аудита предприятий.

В последнее время появились новые методики, технологии, модели, которые могут быть полезными в процессе планирования эколого-экономической деятельности предприятия и выработки рекомендаций в ходе проведения аудита. Тем не менее, принятие решений руководством предприятий в экологической сфере осуществляется во многом интуитивно, в отрыве от современных информационных технологий и математических методов, способных точно описывать эколого-экономические процессы. Вследствие этого хозяйственная деятельность экономических субъектов является малоэффективной. Кроме того, в ходе подтверждения достоверности данных корпоративных отчетов, аудиторы часто дают рекомендации, не учитывающие процессы эколого-экономического взаимодействия из-за отсутствия надежных инструментальных средств и методик, оценивающих такие процессы.

Аудиторы должны быть оснащены самыми передовыми средствами в поддержку принятия решений, сосредоточенными, например, в интеллектуальных информационно-аналитических системах. Их назначение –

автоматизация всестороннего анализа экологического и экономического состояния предприятия, помощь в выработке конкретных предложений и рекомендаций по экологической политике и ведению бухгалтерской отчетности.

Одним из главнейших недостатков современной бухгалтерской отчетности является отсутствие выделенных экологических показателей, что приводит к снижению «прозрачности» экологической составляющей хозяйственной деятельности предприятия. Введение экологизированного баланса как мощного инструментального средства позволит: стандартизировать отражение природоохранных затрат в отчетности; более полно осуществлять оперативный контроль за экономической деятельностью предприятия при установленных экологических ограничениях; осуществлять принятие управленческих решений на основании данных, скорректированных с учетом экологического фактора.

В связи с перечисленным выше, становится актуальной задача формирования инструментов для проведения эколого-экономического аудита предприятия, включающих экологизированную бухгалтерскую отчетность и научно-обоснованный набор эколого-экономических моделей деятельности предприятий.

**Цель работы.** Целью диссертационной работы является разработка и исследование основных инструментальных средств аудитора, связывающих экологическую и экономическую составляющие хозяйственной деятельности для выработки высокоточных рекомендаций по управлению предприятием.

В соответствии с этой целью в работе были поставлены следующие **задачи:**

- формирование экологизированной бухгалтерской отчетности предприятий на основе данных оперативного экологического учета;

- разработка основных этапов проведения эколого-экономического аудита предприятия;
- формирование базовых эколого-экономических моделей предприятия для регулирования экологической ситуации;
- проведение экспериментального исследования качества разработанных инструментальных средств на промышленном предприятии.

**Объект исследования.** Объектом исследования являются предприятия, их финансовые и эколого-экономические характеристики.

**Предмет исследования.** Предметом исследования являются эколого-экономические взаимосвязи на предприятии и их учет в рекомендациях, вырабатываемых при проведении аудиторских проверок.

**Методы исследования.** В работе для проведения исследований были использованы методы и понятия экономики природопользования, экологии, теории активных систем, теории принятия решений, теории игр, а также численные методы решения оптимизационных задач. Информационной базой диссертационного исследования явились законы и нормативные акты РФ и иных государственных органов, регулирующих эколого-экономическую и аудиторскую деятельность.

**Научная новизна.** Научная новизна работы определяется комплексом научно-обоснованных экономических и технологических решений, имеющих существенное значение для эколого-экономической деятельности предприятий, а именно:

1. Определены основные направления интеграции экологического и общего (экономического) аудитов, позволяющие вырабатывать комплексные рекомендации, которые учитывают влияние эколого-экономических взаимодействий на хозяйственную деятельность предприятия.

2. Предложены методические решения по экологизации бухгалтерской отчетности, отличающиеся более полным и детальным отражением

экологической деятельности в отчетности предприятия и позволяющие осуществлять оперативные мероприятия.

3. Разработана методика поэтапного проведения эколого-экономического аудита, учитывающая особенности проверки экологизированных учетных данных.

3. Построен комплекс эколого-экономических моделей предприятия (модель оптимизации объемов производства при экологических ограничениях, модель эффективности вложений в очистку производственных отходов и др.), позволяющий аудитору рекомендовать рациональные хозяйственные решения по объему производимой продукции, вложению средств в очистные сооружения и другим важнейшим эколого-экономическим показателям в условиях экологических ограничений.

**Практическая значимость работы.** Предложенные в работе принципы адекватного отражения экологического фактора в бухгалтерской отчетности дают аудитору возможность достоверной оценки эколого-экономической ситуации и величины экономического ущерба, наносимого предприятием.

Разработанные и реализованные эколого-экономические модели хозяйствования могут быть применены для построения информационно-аналитической системы аудита, позволяющей оперативно и адекватно прогнозировать экологическую ситуацию и принимать научно-обоснованные управленческие решения.

**Апробация работы.** Основные положения работы докладывались и обсуждались на следующих научных конференциях: Тринадцатой Международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях» ММТТ-2000. (Санкт-Петербург, 2000), Международной конференции "Современные информационные технологии" (Пенза, 2000), Международной научно-практической конференции «Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах» (Новочеркасск, 2000), 14-й Международной научной конференции

«Математические методы в технике и технологиях» ММТТ-14/2001 (Смоленск, 2001), 15-й Международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях» ММТТ-15 (Тамбов, 2002), Международной научно-практической конференции «Моделирование, теория, методы и средства» (Новочеркасск, 2001), на Третьем Всероссийском симпозиуме «Стратегическое планирование и развитие предприятий», (Москва, 2002); на Международном симпозиуме «Обобщенные решения в задачах управления» (Переславль-Залесский, 2002), на семинарах научного направления по экономике природопользования Института проблем рынка РАН и Исследовательского центра процессов управления Института программных систем РАН. Полученные в диссертационной работе результаты использованы при выполнении научных проектов РГНФ № 00-02-00290 и № 02-02-00132. По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и трех приложений. Общий объем основного текста диссертации – 135 страниц, список литературы содержит 127 наименований. В работе содержится 7 рисунков и 11 таблиц.

### **Содержание работы**

**Во введении** обосновывается актуальность темы выполненных в диссертационной работе исследований, формулируется цель работы и ее задачи, обосновывается научная и практическая значимость полученных результатов, приводятся сведения об апробации и реализации основных положений диссертации.

**В первой главе** рассматриваются основные проблемы взаимодействия экономического (общего) и экологического аудита. Показано, что в настоящее время имеются существенные расхождения в описании функций этих видов аудитов. Дается определение понятия эколого-экономического аудита и обосновывается его место в общей системе аудита.

Под эколого-экономическим аудитом понимается аудит, проводимый совместно специалистом-экологом и специалистом-аудитором и представляющий собой документально оформленный процесс проверки объективно получаемых и оцениваемых аудиторских данных и сопоставления их с данными, отраженными в бухгалтерском учете и отчетности, направленный на анализ взаимосвязи финансовых показателей предприятия и экологических показателей его функционирования.

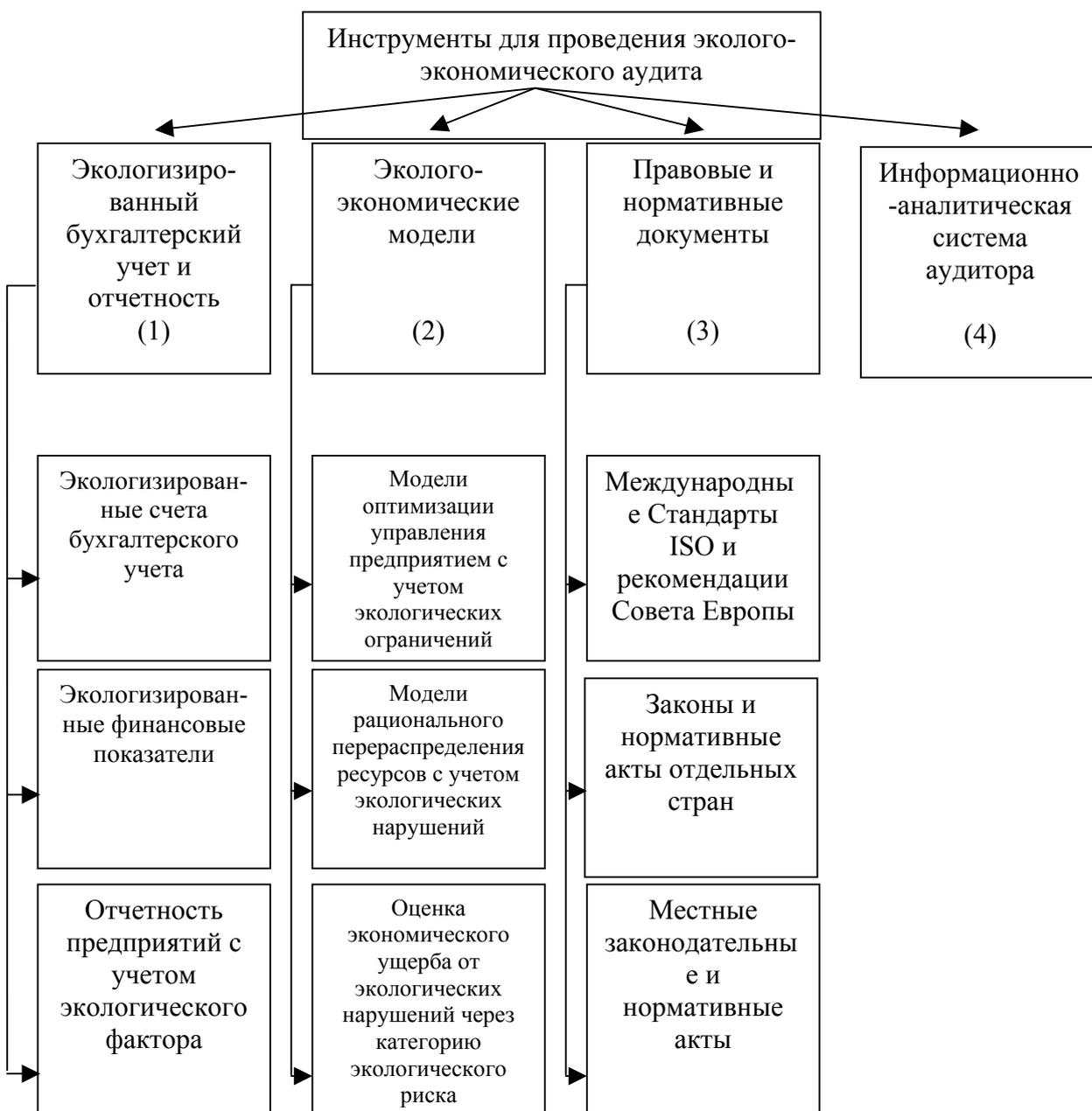


Рис.1. Инструменты эколого-экономического аудита

В связи с отсутствием в настоящее время методики проведения эколого-экономического аудита, предлагается набор инструментальных средств (рис.1.), которые могут быть полезны аудитору и руководству предприятия.

Рассмотрены основные особенности элементов набора и дан краткий обзор методик оценки экологического риска. Одно из центральных мест занимает задача формирования экологизированного бухгалтерского учета и отчетности, который рассматривается как важнейший инструмент этого набора.

Одним из главных результатов первой главы является предложение по построению информационно-аналитической системы аудитора. Данная система включает базу данных, базу эколого-экономических моделей, базу знаний и решатель.

*База данных* необходима для облегчения поиска и первичной обработки информации об эколого-экономической ситуации.

*База эколого-экономических моделей* служит для хранения алгоритмов математических, в том числе оптимизационных и имитационных эколого-экономических моделей для определения оптимальных экономических параметров.

*База знаний* содержит и накапливает оценки различных ситуаций, полученных в результате эколого-экономического анализа, а также предлагает рекомендации, которые можно применить в конкретных случаях.

*Решатель* служит для проведения эколого-экономических расчетов и поддержки принятия решений, возможно, с подключением экспертной системы.

**Во второй главе** исследуются основные направления экологизации бухгалтерского учета и отчетности и описываются основные этапы проведения эколого-экономического аудита.

Основные предложения по экологизации приведены в табл.1.

Выполненная экологизация позволяет:

- 1) Вычленив расходы на природоохранные мероприятия из общих издержек и стандартизировать их отражение в отчетности, что в свою очередь

позволяет сопоставлять информацию по затратам аналогичных предприятий отрасли.

Таблица 1

№ п/п	<b>Предложения по экологизации бухгалтерского учета и отчетности</b>
1.	<b>По внеоборотным активам</b>
1.1.	По счету 01 (основные средства) выделить субсчет – основные средства, связанные с природоохранной деятельностью.
1.2.	По счету 08 (Вложения во внеоборотные активы) выделить субсчет – вложения в объекты природопользования.
2	<b>По нематериальным активам</b>
2.1.	В разделе нематериальных активов использовать показатель «экологической стоимости предприятия».
3	<b>По затратам на производство</b>
3.1	В общем разделе «Затраты на производство» выделить счет «Экологические затраты».
3.2	В разделе амортизация основных фондов выделить группу экологических основных фондов, и амортизацию по ним учитывать на специальном счете 02/1 «Амортизация экологических основных фондов».
4.	<b>По разделу «Денежные средства»</b>
4.1.	Открыть счета для учета долгосрочных и краткосрочных экологических финансовых вложений.
5.	<b>По разделу «Расчеты»</b>
5.1.	Учитывать на отдельных счетах расчеты, связанные с экологической деятельностью, например, выделить субсчета по учету займов и кредитов, полученных на природоохранные нужды.
6.	<b>По разделу «Капитал»</b>
6.1.	Добавить отдельный счет «Экологический капитал», на котором будут собираться отчисления данного предприятия на случай экологических катастроф, техногенных аварий и происшествий.
7	<b>По разделу «Финансовые результаты»</b>
7.1.	Ввести дополнительные счета «Прочие экологические доходы» и «Прочие экологические расходы».

2) Оценить общую величину экономического ущерба, наносимого предприятием окружающей среде.

3) Более полно осуществлять оперативный контроль за экономической деятельностью предприятия при установленных экологических ограничениях.

4) Осуществлять принятие управленческих решений на основании данных, скорректированных с учетом экологического фактора.

Предлагаются основные этапы проведения эколого-экономического аудита предприятия (рис. 2). Порядок проведения эколого-экономического аудита в

1. АУДИТ УЧРЕДИТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выявление принципиальной позиции организации по вопросам охраны окружающей среды.</li> <li>2. Анализ решений, принимаемых руководством организации в области природоохранной деятельности.</li> </ol>
2. АУДИТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ структуры экологической службы организации.</li> <li>2. Анализ технологии обработки учетных данных, включая</li> <li>3. Документирование процесса экологической деятельности предприятия.</li> <li>4. Применение инструментальных средств для анализа эколого-экономических отношений на предприятии.</li> <li>5. Анализ соблюдения нормативных экологических показателей деятельности организации.</li> </ol>
3. АУДИТ ЭКОЛОГИЗИРОВАННОГО БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА ПРЕДПРИЯТИЯ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аудит статей экологизированной бухгалтерской отчетности предприятия.</li> <li>2. Анализ структуры затрат экологических подразделений организации.</li> </ol>
4. ВЫРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. По оптимизации распределения материальных ресурсов.</li> <li>2. По оптимизации вложений средств в улучшение экологической обстановки на предприятии.</li> <li>3. По уточнению используемых организацией нормативных показателей.</li> </ol>

Рис. 2. Основные этапы эколого-экономического аудита

основном аналогичен аудиту общему, однако, имеются отличия, связанные с отражением экологического фактора в отчетности предприятий.

Рассмотренные этапы фактически являются алгоритмом работы аудитора.

**В третьей главе** решается задача формирования базовых эколого-экономических моделей как инструментария для эколого-экономического аудита.

Состав предлагаемых инструментальных средств отражен на рис. 3.



Рис. 3. Набор эколого-экономических моделей для проведения аудита

Модели предназначены для широкого использования аудиторами, поэтому они не требуют сложных математических расчетов и опираются на доступный набор информации. Рассмотрим смысл и назначение некоторых из них.

*Модель максимизации прибыли* рассчитана на получение максимальной прибыли предприятиями при выполнении требований по качеству выбросов в окружающую (воздушную и водную) среду. Пусть на  $j$ -ом промышленном предприятии ( $j=1, \dots, n$ ) на каждую единицу производимой продукции в окружающую среду (атмосфера, водные бассейны) выбрасывается  $a_{ij}$  приведенных по токсичности загрязненных веществ  $i$ -го типа ( $i=1, \dots, m$ ). Требуется, чтобы  $i$ -му типу вещества соответствовали выбросы за расчетный период не больше, чем  $b_i$ . Необходимо определить максимальную прибыль предприятия или максимизировать объем производства, при которых выполняются требования по качеству выбрасываемых веществ. Задача сведена к стандартной задаче линейного программирования (ЛП). *Модель определения экологически безопасных производственных программ* предприятия рассчитана на построение оптимальных планов с минимальными затратами на содержание очистных сооружений. В функции затрат на очистные сооружения  $W$  в качестве переменных выступают удельные затраты на единицу выброса вредных веществ, скорректированные по токсичности. Математическая модель представляет собой двойственную задачу ЛП. *Модель оптимизации вложения инвестиций в улучшение технологии и совершенствование очистных сооружений* используется после того, как определен оптимальный выпуск продукции. Можно рассмотреть вопрос об увеличении выпуска:

- 1) за счет улучшения технологии;
- 2) за счет перераспределения отходов между предприятиями (посредством покупки квоты на выброс отходов у другого предприятия);
- 3) за счет улучшения работы очистных сооружений.

Представляют значительный интерес модели экономики, созданные в рамках теории активных систем (ТАС). ТАС – относительно новое направление теории управления социально-экономическими системами, изучающее свойства функционирования системы, обусловленные проявлениями активности ее элементов. В рамках этой теории предлагаются *модели рационального перераспределения квот на загрязнение*. Среди этих моделей наибольший интерес представляет *транспортная модель распределения*, которая учитывает как экологические, так и экономические факторы. После решения задачи оптимального централизованного распределения квот на загрязнение между предприятиями может оказаться, что данное распределение не удовлетворяет реальным запросам отдельных предприятий. Будем предполагать, что известны общие квоты на сброс загрязняющих веществ в целом на предприятие. Необходимо перераспределить эти величины между подразделениями предприятия некоторым наилучшим образом. На наш взгляд, в эколого-экономических системах для решения данной задачи с успехом может быть применен транспортный механизм распределения ресурса. Перечисленный набор оптимизационных задач и методов их решения не является закрытым. Он может быть пополнен и другими актуальными для аудитора моделями.

В связи с тем, что в настоящее время в процессе аудита не используется расчет экономического риска от экологических нарушений и не прогнозируется возможное развитие экологической ситуации, то рекомендации аудитора не будут полными.

Аналитический обзор типовых методик оценки экологического риска показал, что на сегодняшний день не существует единого, общепризнанного метода расчета экологических рисков.

Практически все составляющие такого метода в принципе известны и могут быть взяты из смежных научных областей, соприкасающихся с теорией риска. От исследователя требуется только искусство точного выбора,

настройки, приведения в соответствие организационного инструментария. В работе предложено: уточнение процедуры оценки ущерба и риска, рассмотрены способы нормализации факторов, выделены два адекватных метода экспертной оценки важности критериев. Подробно рассмотрена задача планирования ущерба в условиях риска с использованием элементов теории игр и алгоритм управления риском.

**В четвертой главе** выполнена практическая привязка разработанных инструментальных средств к эколого-экономическим проблемам крупного промышленного предприятия (ОАО «Компания Славич»). При этом производится отработка элементов обобщенной процедуры эколого-экономического аудита, в которой основными задачами эколого-экономического аудита являются:

- 1) исследование структуры предприятия и его территории;
- 2) определение главной экологической проблемы предприятия и ее источника;
- 3) анализ экономической обстановки и проверка достаточности принимаемых предприятием мер для устранения вредного воздействия;
- 4) прогноз и оценка экономических путей оптимального воздействия планируемой хозяйственной деятельности на окружающую среду;
- 5) выдача рекомендаций по совершенствованию управления эколого-экономической деятельностью предприятия.

Главной экологической задачей, стоящей перед Компанией, является сохранение уникального по своей природе Плещеева озера и окружающей его 200 метровой природоохранной зоны. Проведенные исследования экологической обстановки установили следующие проблемы:

- 1) превышение предельных концентраций и объемов сброса по некоторым загрязняющим веществам;
- 2) необходимость анализа эффективности локальных систем очистки сбросов;

- 3) отсутствие механизмов рационального перераспределения водных ресурсов между производствами;
- 4) наличие риска резкого превышения концентраций загрязняющих веществ в паводковый сезон.

Полученная Экологическим центром Компании информация достаточна для экологического аудита и недостаточна для проведения эколого-экономического аудита, т.к. в ней не отражена связь экологической информации с экономическими показателями предприятия за исключением анализа затрат на водозабор. Существенным недостатком проделанной Экологическим центром работы является отсутствие данных по загрязнению и объемам производства по отдельным подразделениям Компании, что не позволяет:

а) строить целевую производственную функцию (функцию прибыли) предприятия с учетом влияния на нее отдельных видов производимой продукции. Это, в свою очередь, ведет к отсутствию рычагов воздействия на элементы структуры предприятия;

б) производить рациональное перераспределение квот на загрязнение между предприятиями, как в пассивном, так и в активном режимах.

Отсутствие в бухгалтерском балансе предприятия выделенных статей на экологию не позволяет связывать экологическую и экономическую составляющие деятельности предприятия.

Вся недостающая информация была получена дополнительно, что позволило создать экологизированный баланс предприятия на основе предложений Главы 2 и произвести расчеты по двум эколого-экономическим моделям.

Экологизированный баланс предприятия показал следующее:

1. Расходы на экологические мероприятия в составе общих расходов на предприятии увеличились в абсолютном выражении, но уменьшились в относительном, что свидетельствует о необходимости проведения дополнительных исследований в этом направлении – выяснении причин такого

снижения. Предприятию необходимо разработать собственные нормативы такого рода затрат для того, чтобы более качественно сравнивать эти показатели. Так, например, если себестоимость продукции в целом возросла, но одновременно с этим возросли и экологические затраты, необходимо проанализировать, связано ли это изменение с ужесточением экологических требований, или изменения эти были связаны с нерациональным использованием материальных и иных ресурсов;

2. Общая прибыль компании составила 7 433 тыс. рублей. Величину экономического ущерба, наносимого предприятием, можно определить как сумму статей «экологические обязательства» и «задолженность по экологическим платежам» (платежам за загрязнение). Учитывая, что статья «платежи за загрязнение» отражена в бухгалтерском балансе в качестве невыплаченной задолженности, то фактическая величина чистой прибыли составит 7433 тыс. рублей минус 300 тыс. рублей = 7133 тыс. рублей. Исходя из того, что часть прибыли предприятие уже использовало на собственные нужды, экологически отрегулированная прибыль будет равна 311 тыс. рублей минус 300 тыс. рублей = 11 тыс. рублей, что существенно ниже чистой прибыли, отраженной в бухгалтерском балансе;

3. Общий вклад предприятия в улучшение экологической обстановки в денежном выражении составил 457 тыс. рублей. Текущих вложений в природоохранные основные фонды предприятие не осуществляло. При наличии таких данных за ряд лет можно судить о тенденциях: происходит ли смена устаревших основных средств, адекватны ли вложения в очистные сооружения и т.д. Экологизированный баланс дает возможность оперативно реагировать на происходящие изменения.

Рассмотрены две актуальные для предприятия задачи.

**Первая задача** связана с оптимизацией объемов производства при заданных экологических ограничениях. Определяющими по объему производства и одновременно основными загрязняющими подразделениями

Компании являются: заводы "Фотобумага", "Славпак", "Микрон", "Энергозавод". В табл. 3 приведены их основные экологические показатели, а в табл. 4 – основные технико-экономические данные, необходимые для расчета. Привязка показателей прибыли и загрязнений выполнена по отношению к главному экологическому ресурсу – воде.

Таблица 3

## Ограничения по сбросу и текущие концентрации загрязняющих веществ

Вид загрязнения	Ограничения по сбросу (т/год)	Концентрации веществ на производствах ОАО (мг/дм <sup>3</sup> )			
		Завод «Фотобумага» 1	Завод «Славпак» 2	Завод «Микрон» 3	«Энергозавод» 4
1.Взвеси	173.1	240	270	210	60.3
2.ХПК	350	140.5	180.3	127	130.4
3.Сульфат	173.1	10.4	250	15	310
4.Хлорид	230.8	10	110	11	140
5.ПАВ	11.54	2.7	3.2	1.2	0.65
6.Углеводород нефти	5.77	0.55	1.1	0.2	0.85
7.Кальций	73.74	130	152	98	220
8.Магний	23.8	55	73	32	110
9.Серебро	0.02	2.2	0	1.5	0

Данные для построения функции цели берутся из табл. 4, отражающей основные производственные показатели за 2000 год. Дополнительно следует учесть, что общий объем потребляемой воды не превышает 1208755 м<sup>3</sup> в год.

На основе исходных данных были произведены оптимизационные расчеты, которые показали, что при принятом уровне ограничительных требований на загрязнения и условии их не превышения должно быть резко снижено общее потребление воды (производство), причем для достижения

оптимального значения прибыли необходимо полное прекращение производства подразделений «Энергозавод» и завода «Микрон».

Таблица 4

## Производственные показатели предприятия

	Завод «Фотобумага»	Завод «Славпак»	Завод «Микрон»	«Энергозавод»
Объем производства (тыс.руб./год)	35393.2	94190.2	12225	46001.6
Объем потребляемого ресурса (т/год)	62553	88894	274116	783192
Прибыль (тыс.руб./год)	7940.9	12705.5	3497.6	7045
Прибыль на единицу ресурса (тыс.руб./т)	0.127	0.143	0.0128	0.009

В том случае, когда следует защитить отдельные производства в силу их особой важности, можно в функции цели добавить весовые коэффициенты, полученные в результате работы экспертов предприятия в соответствии с положениями Главы 3, или ввести дополнительные ограничения.

**Вторая задача** связана с анализом эффективности вложения средств в очистку загрязненных вод.

Рассмотрим ситуацию, когда масса сброса загрязняющих веществ превышает установленную величину нормативных экологических требований. В этом случае предстоит выбор:

- а) продолжать загрязнение с учетом пятикратных платежей за превышение нормативной массы сброса;
- б) проводить локальную очистку, вложив деньги в очистные сооружения.

Реально в производственных условиях превышение нормативной массы сброса фиксируется по величине концентрации загрязняющего вещества в отобранных пробах. Будем для простоты считать, что превышение концентрации происходит только по одному загрязняющему веществу.

С учетом возможной компенсации введение предприятием локальной очистки будет выгодным при выполнении условия:

$$5P_1 \geq (1 - \omega)yP_2 + P_1,$$

где:

$y$  –общая водная масса, сбрасываемая на городские очистные сооружения;

$$P_1 = yC \text{ – платежи за загрязнение;}$$

$C$  – плата за единицу сбрасываемой массы загрязняющего вещества, зависящая от концентрации  $a$  загрязняющих веществ в водном бассейне. Если величина  $\alpha$  превышает пороговое значения  $b$ , то плата составляет  $5C$ .

Затраты на очистку единицы сброса  $P_2$  приводят к снижению концентрации загрязняющих веществ с учетом принятой производственной функции экспоненциального вида в  $e^{-kP_2}$  раз.

При этом общие затраты на очистку всего сброса составят  $yP_2$ .

В качестве объекта выберем подразделение Энергозавода, которое обеспечивает выработку тепловой энергии. В то же время оно является источником повышенного загрязнения по тем веществам, которые не реагируют на способы очистки, применяемые на действующих очистных сооружениях, и требуют дополнительных затрат на локальную очистку.

Предельно допустимые и реальные концентрации на выходе указаны в табл. 5.:

Таблица 5

## Концентрации по видам загрязняющих веществ

$i$	Наименования загрязняющих веществ	Предельно-допустимая концентрация, $b_i$ (мг/дм <sup>3</sup> )	Реальная концентрация, $a_i$ (мг/дм <sup>3</sup> )
1	Сульфаты	200,0	430,0
2	Нитриты	0,09	0,35
3	Кальций	63,9	136,3
4	Магний	20,0	39,5

С учетом наличия нескольких веществ, по которым наблюдается превышение ПДК, расчетная формула для затрат на очистку единицы сброса приобретает следующий вид:

$$P_2 = \sum_{i=1}^4 \frac{1}{k_i} \ln\left(\frac{a_i}{b_i}\right), \text{ где } i - \text{ номер загрязняющего вещества}$$

а формула для сравнения вариантов, соответственно

$$\omega \geq 1 - \frac{4C_1}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{k_i} \ln\left(\frac{a_i}{b_i}\right)}.$$

Себестоимость очистки 1 м<sup>3</sup> сбрасываемых вод измеряется в широком диапазоне в зависимости от используемого метода. Величина коэффициентов  $k_i$  в соответствии с данными Экологического Центра Компании была принята равной  $k_i \approx 10^{-2}$  (1/руб.).

Возьмем для дальнейших расчетов  $C = 35$  (руб./ м<sup>3</sup>). Объем сброса, подлежащего очистке,  $y = 422361$  (м<sup>3</sup>) в год. Соответственно разовый сброс (за день) составит 1157 (м<sup>3</sup>). Таким образом, в нашем случае получаем условие, при котором затраты на очистку оправданы  $\omega \geq 0.61$ .

Данное условие позволяет выдвигать обоснованные требования по компенсации затрат на очистку. Если сравнивать затраты на очистку с платежами при отсутствии компенсации, т.е. когда  $\omega = 0$ , то в соответствии с приведенными выше соотношениями выгоднее не чистить, а сбрасывать.

Приведенные расчеты иллюстрируют работу аудитора, оснащенного разработанными инструментами. Результаты расчетов составили основу для выработки рекомендаций по совершенствованию природоохранной деятельности Компании «Славич» и были одобрены ее Экологическим Центром.

**В заключении** перечислены научные и практические результаты работы.

**В приложениях** приведены данные по экологическому обследованию и бухгалтерской отчетности Компании.

### **Основные результаты**

1. Исследованы принципы и задачи эколого-экономического аудита и предложен подход к интеграции экономической составляющей экологического аудита в общий (экономический) аудит. Определено понятие эколого-экономического аудита как процесса проверки достоверности экономических параметров деятельности предприятия с учетом влияния экологического фактора.
2. Предложены методические решения по экологизации бухгалтерской отчетности, отличающиеся более полным и детальным отражением производственной деятельности и отчетности предприятия и позволяющие принимать оперативные решения.
3. Осуществленная экологизация бухгалтерской отчетности дает возможность перехода к построению экологически отрегулированных показателей деятельности предприятия и закладывает основы для построения экологически скорректированных макроэкономических показателей.

4. Разработан и реализован комплекс эколого-экономических моделей предприятия, позволяющий оптимизировать хозяйственные решения по объему производимой продукции, вложению средств в очистные сооружения и другим важнейшим эколого-экономическим показателям при наличии экологических ограничений.
5. Разработанные методы и модели позволили создать аналитический инструментарий, необходимый для проведения эколого-экономического аудита и позволяющий выработать рекомендации для снижения экологических издержек и совершенствования эколого-экономической деятельности предприятий.
6. Проведено экспериментальное исследование экологической обстановки и осуществлена апробация разработанных инструментов эколого-экономического аудита (экологизированного бухгалтерского баланса и оптимизационных экономических моделей) на примере крупного промышленного предприятия.

**Основные результаты диссертации опубликованы в работах:**

1. Хачумов С.В. Управление технологическими процессами на основе согласованных решений // Сборник трудов 13-ой Международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях» ММТТ-2000 / Санкт-Петербург, 2000, том 2, 0,1 п.л.
2. Хачумов С.В. О некоторых механизмах распределения ресурса в экономических системах //Материалы международной конференции "Современные информационные технологии". – Пенза: Пензенский технологический институт, 2000, 0,3 п.л.
3. Хачумов С.В. Принципы построения информационно-аналитической системы эколого-экономического аудита //Материалы международной научно-практической конференции «Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах» (Новочеркасск, 25

- ноября 2000 г) в 8 ч./ Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. – Новочеркасск: НАБЛА, 2000, ч. 2, 0,2 п.л.
4. Хачумов С.В. Принципы реформирования бухгалтерского учета на предприятии с учетом экологического фактора //Сборник трудов 14-й Международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях» ММТТ-14/ 2001. – Смоленск, 2001, т.4, 0.2 п.л.
  - 5.Хачумов С.В. Подходы к решению задачи распределения ресурсов в активных системах // Материалы международной научно-практической конференции «Моделирование, теория, методы и средства», 11 апреля 2001 года. – Новочеркасск, 2001, часть 2, 0,1 п.л.
  6. Хачумов С.В. Эколого-экономическая информационная система. Базовые модели. – Экологические системы и приборы, № 2, 2002, 1,2 п.л..
  7. Хачумов С.В. Уточнение процедуры оценки экологического ущерба и риска / Стратегическое планирование и развитие предприятий. Секция 2 / Тезисы докладов и сообщений Третьего всероссийского симпозиума. - М.: ЦЭМИ РАН, 2002, 0,1 п.л.
  8. Хачумов С.В. Технологические аспекты расчета экономического ущерба через категорию экологического риска. – Экологические системы и приборы, №5, 2002, с.1,2 п.л.
  9. Хачумов С.В. Транспортная модель распределения квот на загрязнения между предприятиями региона // Сборник трудов 15-й Международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях» ММТТ-15. – Тамбов, Изд-во ТГТУ, 2002, т.4, 0.1 п.л.