Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

На правах рукописи

КИРИКОВА Елена Алексеевна

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

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

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель
доктор экономических наук, профессор
Кельчевская Наталья Рэмовна

Екатеринбург – 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ 11

1.1 Стратегическое значение интеллектуального энергетического менеджмента как источника экономического развития и фактора конкурентоспособности современных промышленных предприятий 11

1.2 Теоретический анализ концепции и подходов к энергосбережению в промышленности и факторы, определяющие их эффективность 27

1.3 Роль и значение интеллектуальных ресурсов организации в планировании энергетической политики и стимулировании энергосбережения 41

2 ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И МЕТОДИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ЛУЧШИХ ПРАКТИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ В РОССИИ 58

2.1 Исследование внутренней и внешней среды энергоменеджмента на металлургических предприятиях методом кейс-стади 58

2.2 Эмпирический анализ влияния отдельных практик управления человеческим капиталом на энергоэффективность в промышленности 82

2.3 Разработка методики оценки энергетической результативности производства, основанная на определении конфигурации системы энергетического менеджмента 95

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ 109

3.1 Оценка состояния интеллектуального энергоменеджмента в стратегии управления промышленным предприятием 109

3.2 Разработка и апробация методик обоснования и принятия инвестиционных решений в области внедрения и управления проектами по энергосбережению 119

3.3 Методические и практические аспекты внедрения концепции человеческого капитала в энергоменеджменте для поддержки системы энергоменеджмента 139

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 151

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 156

Приложение А. Определения термина «энергетический менеджмент» в российской и зарубежной литературе. 168

Приложение Б. Данные энергетических аудитов, проводимых на обследованных металлургических предприятиях 169

Приложение В. Анкета, разработанная автором для проведения эмпирического исследования на промышленных предприятиях 188

Приложение Г. Описательные статистики по статистическим материалам второй главы 193

Приложение Д. Результаты имитационного моделирования по алгоритму, предложенному в третьей главе 197

Приложение Е. Акты об использовании результатов исследования 201

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Изменения в политике регулирования энергопотребления на национальном уровне, повышающиеся цены на энергетические ресурсы и усиление государственного экологического контроля над производствами стимулируют промышленные предприятия по всему миру разрабатывать эффективные организационные и технические решения в области энергетического менеджмента. Усложнение инфраструктуры и взаимосвязей объектов управления в системе энергопотребления, опирающейся на принципы устойчивого развития, ставит перед организациями задачи интеграции энергетических, экологических и социальных эффектов в проектах по модернизации производств. Таким образом, важным условием достижения конкурентоспособности предприятий становится разработка и внедрение ориентированных на практику методов поддержки управленческих решений, которые бы позволили управлять энергоэффективностью организации как социальной, интеллектуальной системой. Актуальной задачей исследования становится интеграция разрозненных подходов и методов интеллектуального энергоменеджмента в рамках единой модели управления системой энергопотребления промышленного предприятия.

В последнее время методы интеллектуальной поддержки технических, организационных и экономических решений в области развития энергетического менеджмента получают широкое распространение и доказывают свою исключительную эффективность среди других практик управления предприятиями. Интеллектуальные подходы и методы учитывают специфику гармоничного взаимодействия социальных и технических систем, они должны нести в себе аналитическую, диагностическую функцию и в конечном итоге способствовать принятию управленческих решений. Однако лишь немногие публикации в России и за рубежом посвящены проблемам управления социальными аспектами систем энергетического менеджмента: вовлеченности и приверженности персонала, его энергоэффективным компетенциям. В число важнейших методов управления энергопотреблением на предприятиях входят не только способы совершенствования информационных систем, но и подходы к работе с персоналом и построению высокой внутренней культуры энергосбережения. Кроме того, актуальной задачей является разработка детализированных методик принятия управленческих решений

с учетом экономических, технологических и операционных рисков, а также факторы человеческого капитала, которые бы позволяли имитировать будущие ситуации и учитывать вероятность наступления тех или иных неблагоприятных событий. Предлагаемые решения должны быть адаптированы для уровня компетенций технических специалистов, которые будут способны самостоятельно обосновывать те или иные управленческие решения на практике.

Степень разработанности проблемы. Теоретические и методические вопросы исследования энергетического менеджмента разработаны в исследованиях зарубежных и отечественных авторов. Е. Абделазис, Б. Йованович, Д. Картес, А. Хальдорсон, М. Шульц, Л. Д. Гительман, Кокшаров В.А., В. В. Кондратьев, В.П. Ануфриев, А.В. Ляхомский, А.Ю. Домников, В. Р. Окороков, Р.В. Окороков, Л.П. Падалко и др. обосновали актуальность энергосбережения в условиях рыночных отношений в промышленности. В настоящее время действует стандарт в области систем энергетического менеджмента, разработанный международным экспертным сообществом, он регламентирует основные аспекты энергетической политики и принципы работы системы менеджмента, однако современные условия определяют необходимость внедрения методов повышения результативности работы персонала в условиях технологической модернизации энергетической инфраструктуры предприятий.

Проблемы управления энергетической системой и повышения результативности работы персонала рассматривались зарубежными и отечественными авторами, такими как: И.О. Волкова, Е.А. Выголова, А.С. Кузнецов, А.В. Кычкин, А.Р. Садриев, Б.Н. Абрамович, J.-B. Lesourd, X. Liu, D. Niu, T. Dergiades, G. Martinopoulos, L. Tsoulfidis и др.

Проблемы управления человеческим капиталом, интеллектуальными ресурсами на предприятиях освещены в работах Н.Р. Кельчевской, И.А. Майбурова, Е. А. Выголова, Д. К. Елтышев, Н. И. Хорошев, R. Costa, B. Nick, K. William Chua Chong, R. Stanley и др.

Вопросы методологии анализа инвестиционных решений в области внедрения новых энергоэффективных технологий и их риски изучали А. Е. Терский, Н.А. Бойкова, А.А. Бурчакова, Д.В. Мишин, J. Jackson, E. Mills, P. Mathew и др.

Теоретических и методических работ, посвященных целостному осмыслению интеллектуальной составляющей системы энергоменеджмента на уровне отдельного промышленного предприятия как совокупности технологических, структурных элементов организации, ее информационно-аналитических систем и человеческого капитала, недостаточно. Необходимо определить суть интеллектуального энергоменеджмента и основные социально-экономические и технологические факторы, которые способствуют его реализации на промышленных предприятиях.

Целью исследования является разработка теоретических основ и методов интеллектуального энергетического менеджмента на основе интеграции технологических факторов управления и человеческого капитала промышленного предприятия.

Цель определила ряд следующих **задач**:

1) исследовать концепции и подходы развития системы энергетического менеджмента как фактора конкурентоспособности современного промышленного предприятия и предложить структурную модель интеллектуального энергетического менеджмента, которая базируется на методах анализа, планирования и контроля, учитывающих влияние культуры энергосбережения, знания об энергоэффективных технологиях, обучение и повышение приверженности сотрудников на повышение энергоэффективности;

2) проанализировать внутреннюю и внешнюю среду энергопотребления на промышленных предприятиях Свердловской области на примере металлургической отрасли и определить влияние отдельных практик управления на энергетическую результативность;

3) разработать методики для обоснования и принятия инвестиционных решений в области внедрения новых энергоэффективных технологий в рамках структурной модели интеллектуального энергетического менеджмента.

Объект диссертационного исследования – система энергетического менеджмента на промышленных предприятиях Свердловской области.

Предмет исследования – совокупность организационно-экономических и управленческих отношений, возникающих в процессе управления энергосбережением на предприятии на основе интеллектуальных методов принятия решений.

Область исследования. Результаты исследования, представленные в диссертации, соответствуют следующим пунктам Паспорта научной специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (промышленность): 1.1.4. Инструменты внутрифирменного и стратегического планирования на промышленных предприятиях, отраслях, комплексах; 1.1.13. Инструменты и методы менеджмента промышленных предприятий, отраслей, комплексов; 1.1.22. Методология развития бизнес-процессов и бизнес-планирования в энергетике, нефтегазовой, угольной, металлургической, машиностроительной и других отраслях.

Теоретической и методологической основой диссертационного исследования выступили фундаментальные и прикладные труды ведущих российских и зарубежных теоретиков и практиков энергоменеджмента, экономики энергетических систем, экологического менеджмента и управления интеллектуальными ресурсами промышленных предприятий. Методы исследования включают теоретический анализ предшествующих исследований, регрессионный анализ, факторный анализ, моделирование структурных уравнений, метод кейс-стади и социологического опроса, моделирование бизнес-процессов и инвестиционный анализ.

Информационная база исследования. В исследовании использованы методические и статистические материалы Международного энергетического агентства, методические рекомендации ЮНИДО, результаты энергетических аудитов российских промышленных предприятий и материалы авторских эмпирических исследований.

Основные **научные и практические результаты**, полученные лично автором:

1) определены тенденции в развитии энергопотребления и повышении энергетической результативности в мировой практике управления, аргументировано применение традиционного, системного и интеллектуального подходов к реализации энергетического менеджмента на предприятии;

2) доказано, что человеческие ресурсы предприятия, культура энергосбережения и накопленные знания влияют на энергетическую результативность предприятия, в совокупности данные факторы задают определенную конфигурацию энергетического менеджмента, которая определяет успех проектов в области энергосбережения;

3) разработаны методы оценки интеллектуальной зрелости системы энергетического менеджмента и определения инвестиционных рисков, предложена имитационная модель, учитывающая влияние рисков на изменение потоков чистых дисконтированных доходов от проектов по энергосбережению, реализуемых при помощи энергосервисной компании, предложены способы организации работы с персоналом для повышения уровня энергоэффективных компетенций, метод оценки эффективности вложений в человеческий капитал в системе энергоменеджмента.

Наиболее существенные **положения, обладающие научной новизной, выносимые на защиту**:

1) расширены теоретические основы энергоменеджмента введением понятия «интеллектуальный энергетический менеджмент», а также структурных и социальных компонентов модели управления, что позволяет обосновать приоритетность интеллектуальных ресурсов и человеческого капитала в энергоменеджменте при планировании энергетической эффективности предприятия (п. 1.1.22 Паспорта специальности ВАК);

2) разработана методика оценки энергетической результативности производства, особенностью которой является определение текущей конфигурации системы энергоменеджмента на основе моделирования структурных уравнений, позволяющая учесть влияние человеческого капитала и культуры энергосбережения на достижение целей энергетической политики предприятия (п. 1.1.13 Паспорта специальности ВАК);

3) предложены методики принятия управленческих решений в энергоменеджменте, включающие этапы классификации инвестиционных проектов, оценку интеллектуальной зрелости системы энергоменеджмента и возможных экономических, технологических и операционных рисков инвестирования, а также имитационное моделирование потоков дисконтированных доходов от реализации проектов для предприятия-клиента и энергосервисной компании, что в целом позволяют повысить качество решений и создать объективную базу для заключения энергосервисных контрактов (пп. 1.1.4, 1.1.13 Паспорта специальности ВАК).

Обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов обусловлена использованием и корректной обработкой достоверных источников

теоретической и методической информации, отраженных в ведущих международных базах цитирований, системах международных статистических и управленческих стандартов, положительной апробацией результатов исследования.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертационного исследования состоит в разработке теоретических моделей и методических инструментов, отличающихся интеграцией технологических, операционных и социально-экономических факторов при оценке внутренней среды энергопотребления для принятия обоснованных инвестиционных решений и формирования человеческого капитала в энергоменеджменте. Основные теоретические и методические положения, разработанные автором, могут быть применены на практике управления энергетическими системами промышленных предприятий при развитии процессов стратегического планирования, анализа внутренней среды энергопотребления, принятия обоснованных инвестиционных решений и формировании человеческого капитала в энергоменеджменте.

Апробация результатов исследования. Основные результаты и выводы диссертационного исследования были представлены в научных докладах и получили положительную оценку на международных и всероссийских научно-практических конференциях: «Устойчивое развитие российских регионов» (Екатеринбург, 2015), «Производственный менеджмент: теория, методология, практика» (Новосибирск, 2016), «Российские регионы в фокусе перемен» (Екатеринбург, 2016 и 2017 гг.).Результаты диссертационного исследования использованы в практической деятельности таких российских предприятий, как АО «Уралэлектромедь», ОАО "СУМЗ" (Среднеуральский медеплавильный завод). Материалы исследования используются для методического обеспечения дисциплин: «Управление человеческим капиталом», «Управление интеллектуальным капитал», «Экономическая среда промышленного бизнеса», что подтверждается соответствующими актами.

Основные публикации по теме диссертации. По теме диссертационного исследования опубликовано 11 научных работ общим объемом 12,86 п. л. (авторский вклад соискателя 8,37 п. л.), из них 5 статьей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, общим объемом 2,56

п. л. (авторский вклад соискателя 1,7 п. л.). Основные положения также отражены в монографии объемом 8 п. л.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы из 130 наименований и шести приложений. Основной текст представлен на 155 страницах и включает 25 рисунков, 16 таблиц и 9 формул.

Во введении обоснована актуальность исследования, обозначены перспективные направления, цели, задачи и новизна исследования, приведены основные результаты, полученные автором лично.

В первой главе «Теоретические аспекты концепции интеллектуального энергетического менеджмента в промышленности» проведен анализ факторов, определяющих стратегическую роль энергоменеджмента в системе управления предприятием, дано определение и разработана структурная модель интеллектуального энергоменеджмента, раскрыта сущность человеческого капитала в энергоменеджменте.

Во второй главе «Исследование методов и методик энергетической политики и лучших практик энергетического менеджмента на промышленных предприятиях в России» проведено эмпирическое исследование внутренней среды энергоменеджмента четырех российских металлургических предприятий методом кейс-стади, оценен вклад факторов приверженности, вовлеченности и практик управления человеческими ресурсами в энергетическую результативность, разработана методика определения конфигурации энергетического менеджмента.

В третьей главе «Методические и практические рекомендации для оценки результативности интеллектуального энергетического менеджмента на промышленном предприятии» проведена оценка состояния интеллектуального энергоменеджмента в стратегии управления промышленным предприятием, разработаны методики принятия инвестиционных решений в области внедрения и управления проектами по энергосбережению, учитывающие возможности привлечения энергосервисных компаний, даны методические рекомендации по управлению человеческим капиталом в энергоменеджменте.

В заключении сформулированы выводы и подведены итоги проделанной работы, определены перспективные исследования.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1.1 Стратегическое значение интеллектуального энергетического менеджмента как источника экономического развития и фактора конкурентоспособности современных промышленных предприятий

Усиление глобальной конкуренции на международных рынках промышленной продукции обуславливают участие компаний по всему миру в процессах непрерывного повышения эффективности производства за счет внедрения технологических и организационных инноваций. Существенный потенциал повышения конкурентоспособности связан с энергосбережением, которое связывается с систематическим применением инструментов энергетического менеджмента для достижения гармоничного развития социальных систем и энергетической инфраструктуры предприятий. В современных условиях все большую актуальность получает феномен интеллектуализации управления, обозначающий усиление роли человеческого капитала и знаний в стратегическом управлении. Интеллектуализация активно используется при управлении энергетическими системами: с одной стороны, предприятия стремятся повысить их автономность, с другой стороны, они стремятся эффективно использовать накопленный человеческий капитал для сохранения конкурентоспособности.

Разработка и реализация эффективной энергетической политики, направленной на сокращение потребления энергетических ресурсов, оптимизацию структуры энергобаланса и гармоничное, безопасное использование окружающей среды, является приоритетным направлением развития стран в современных условиях. Ряд глобальных экономических, политических и экологических кризисов, произошедших в течение последних пятидесяти лет, стимулировал руководство стран к поиску внутренних резервов повышения энергоэффективности, а также к развитию кооперации в области совершенствования технологий с целью снижения энергоемкости производств [1]. Ряд исследователей отмечает, что существенную роль в повышении внимания к проблемам энергетической эффективности сыграл нефтяной кризис 1973–1974-х годов, обнаживший несовершенство в структуре энергетического потребления, а также высокую зависимость развитых стран от цен на нефть [2]. В результате данного кризиса при Организации эконо-

мического сотрудничества и развития (ОЭСР) было организовано Международное энергетическое агентство (МЭА), которое обеспечивает продвижение принципов безопасного энергопотребления и проводит авторитетный анализ и консультирование в области использования энергии[3]. Институционализация принципов и подходов к управлению энергетической эффективностью на международном уровне говорит о стратегическом значении проблем энергопотребления для всех стран и отраслей промышленности и необходимости выработки, и реализации целенаправленной, системной политики в области ресурсосбережения.

Проблема оптимизации энергопотребления не является новой, однако ее актуальность не снижается вот уже на протяжении двухсот последних лет [4]. За последние годы произошли серьезные изменения в факторах, определяющих успешность проектов в области энергоменеджмента, и появились новые барьеры развития технологий энергосбережения. В данной главе на основе обширного теоретического материала и эмпирических результатов предшествующих исследований мы покажем, что актуальность эффективного управления энергетическими ресурсами на основе концепции энергоменеджмента обусловлена фундаментальным значением оптимизации энергопотребления для промышленности, а перспективы развития энергоменеджмента в целом зависят не только от технологических факторов (в частности, от использования альтернативных и возобновляемых источников энергии, интеграции принципов энергоменеджмента и экологической ответственности), но и от интеллектуальных человеческих ресурсов и накопленного интеллектуального капитала компаний. Именно интеллектуализация управления в области энергетического менеджмента становится основой устойчивого развития, гармоничного совместного существования социальных и энергетических систем [5], [6].

Энергетическая эффективность становится важнейшим стратегическим фактором экономического роста как для развитых стран, так и для стран с транзитивной экономикой. Важнейшими компонентами энергетической политики на государственном уровне являются элементы налогового и экологического регулирования, инструменты финансовой поддержки и стимулирования кооперации в области энергоэффективных инноваций, подходы к работе с представителями отраслей и населением [7]. Субъектам регулирования при построении современных

моделей достижения энергоэффективности необходимо учитывать ряд факторов, отражающих ценовую динамику, структуру энергопотребления по региональному признаку, источникам энергии, субъектам-потребителям, а также климатические, демографические и социально-экономические переменные [8].

Производство, потребление энергии и экономическое развитие. Неоклассические модели, использующие традиционные производственные факторы, несколько снижают вклад энергии и энергопотребления в экономический рост, в отличие от них современные модели учитывают энергию как значимый фактор [9]. В последнее время значительно увеличилось количество исследований в области «экономики энергии», направленных на анализ трендов энергопотребления, их структурных изменений и экономических последствий [8]. На первый взгляд, изучая проблемы потребления энергии, можно прийти к парадоксальным результатам, поскольку, согласно ряду эмпирических исследований, общее увеличение в потреблении энергетических ресурсов является источником экономического роста (как положительного темпа роста валового внутреннего продукта, ВВП) и социально-экономического развития [10]–[12]. Следовательно, с одной стороны, энергетические ресурсы являются значимым источником экономического роста, стимулируя развитие промышленности. С другой стороны, цены на энергоресурсы возрастают, обуславливая снижение предельной отдачи от энергоемкости ВВП, поэтому общий вклад данного фактора также определяется структурой и характером источников энергии, которые задействованы в производстве. Например, в развитых странах экономический рост отчасти поддерживается за счет повышения доли возобновляемых источников энергии в структуре общего потребления, в том числе промышленного, несмотря на то, что альтернативные источники еще долго будут уступать традиционным в доступности[13]. Правительства стран ведут активную политику повышения энергоэффективности национальных экономик и минимизации рисков сбоев поставок энергоресурсов. Несмотря на то, что возобновляемые источники энергии еще не скоро смогут заменить традиционные, но могут обогатить видовое разнообразие энергетических ресурсов, используемых в настоящее время в промышленности. Опыт промышленных компаний в развивающихся странах показывает, что параллельное использование различных источников приводит к своеобразной гибридизации энергии и,

как следствие, значительной экономии энергии и снижению объемов выбросов парниковых газов [13].

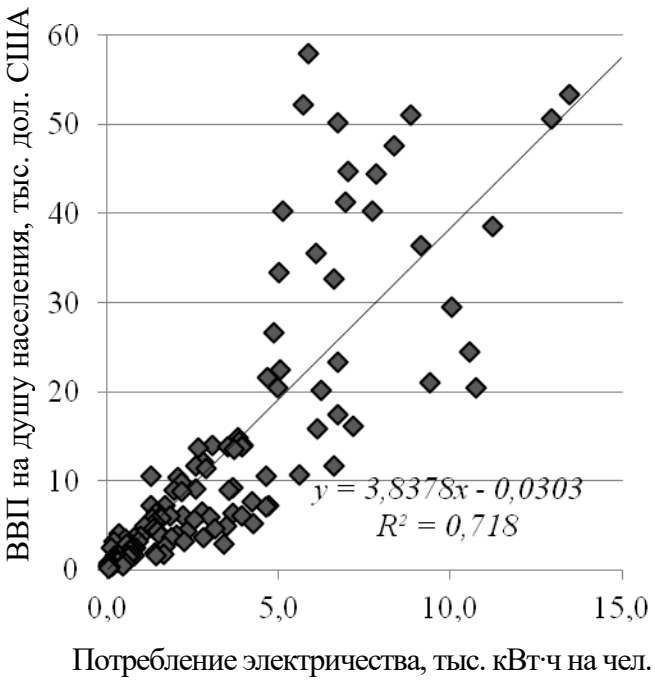


Рисунок 1.1 – Зависимость между потреблением электрической энергии и ВВП на душу населения в ценах 2010 года

Примечание к рисунку 1.1: Источник – моделирование автора по данным МЭА [3]. Рассчитано на 2014 год по 133 странам мира.

Производство и потребление энергии по-разному влияют на динамику изменения ВВП. Значительная связь прослеживается между потреблением электрической энергии как наиболее эффективного источника и величиной ВВП на душу населения (рисунок 1.1). Внутренняя структура потребления изменилась за период с 1970-х до 2014 года в результате технологического развития. Роль одних источников энергии снизилась, других наоборот значительно возросла. Например, доля применяемой электрической энергии возросла до 22,1 % по всему миру (11,5 % в 1973 году), а доля такого традиционного ресурса, как уголь, сократилась до 3,1 %. Сохраняется значительная зависимость транспортного сектора и промышленности в целом от нефти (см. рисунок 1.2). В региональной структуре потребления за последние сорок лет с момента глобального энергетического кризиса также произошли серьезные изменения, в частности, значительно повысилась роль Азиатского региона, особенно Китая, в то время как доля стран ОЭСР в об-

щемировом потреблении снизилась на 21,9 %, что связано, прежде всего, с перемещением промышленного потенциала энергоемких отраслей в развивающиеся страны. В общей структуре энергопотребления в мире важнейшую роль играют транспортный сектор, который потребляет 27,9 % всей энергии, и промышленность. В течение последних двадцати лет на долю последней приходится около трети всего энергопотребления в развитых и развивающихся странах: по данным 2014 года промышленный сектор потребляет не менее 29,2 % всей энергии.

Изучение данных мировой статистики энергопотребления позволяет сделать вывод, что каждая из отраслей промышленности в той или иной мере зависима от энергетических ресурсов. Важными факторами, определяющими экономический рост промышленности, является динамика цен на энергоресурсы, скорость развития поддерживающей инфраструктуры, а также ускорение внедрения новых технологий.

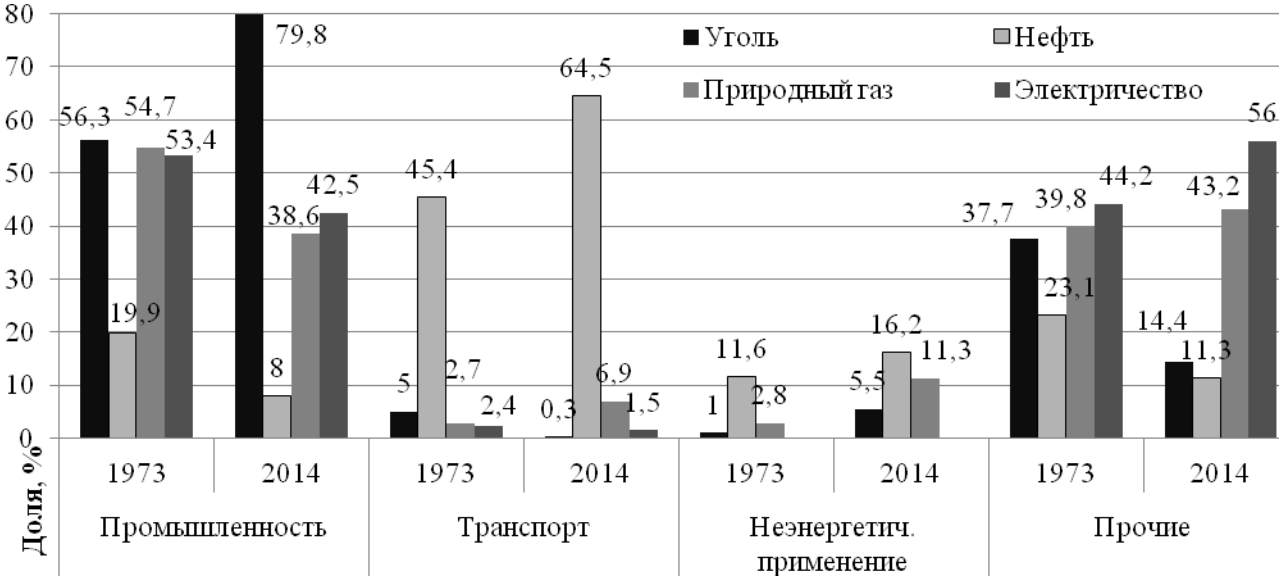


Рисунок 1.2 – Доля потребления энергоресурсов по отраслям

Примечание к рисунку 1.2: Составлено автором по данным [3]. Потребление структурировано по годам; неэнергетическое потребление – имеется в виду химическая промышленность и т. п.

Например, быстрый рост цен на энергоносители, который нельзя компенсировать за счет точечного снижения операционных затрат в производстве, в кризисные периоды приводит к банкротству многих предприятий и, как следствие, к экономическому спаду. Таким образом, ценовые факторы, определяющие закономерности потребления энергоресурсов, в значительной степени определяют стра-

тегию компаний по технической модернизации собственных промышленных производств и транспортного сектора, стимулируя поддержку качественного, инновационного роста.

Потребление и производство энергии неразрывно связано с отрицательным воздействием на окружающую среду, в частности с выбросами диоксида углерода в атмосферу, поэтому концепция энергетического менеджмента интегрирована с экологической стратегией развития хозяйствующих субъектов. В докладах МЭА отмечается, что 2015 год стал поворотным в истории человечества в связи с массовым официальным признанием проблем глобального потепления, закрепленным Парижским соглашением (OECD 21st Conference of the Parties), в котором отмечается, что приоритетной задачей является сокращение выбросов диоксида углерода, а также контроль уровня потепления глобального климата [14]. Именно поэтому создание управляемых систем, ориентированных на устойчивое развитие, неизбежно сопряжено с комплексным влиянием энергопотребления на социально-экономический прогресс, следовательно, в мире преумножается опыт адаптации чистых транспортных систем с низкими энергозатратами, внедрения технологий строительства энергоэффективных зданий, развития переработки биоотходов на урбанизированных и индустриализированных территориях [15].

В международной практике развития энергетических систем также подчеркивается значимость государственного регулирования энергетической политики на макроэкономическом уровне для достижения устойчивого развития (см. рисунок1.3). Общие концептуальные рекомендации сводятся к тому, что переход к устойчивому развитию энергосистем должен быть основан на развитии инфраструктуры и подходов к регулированию: сюда можно отнести стимулирование, финансовую и организационную поддержку амбициозных проектов в области энергосбережения, разработку требований к энергоэффективности производственных технологий.

В целом можно заключить, что высокая энергоемкость ВВП остается значительным фактором экономического и экологического риска по ряду причин.

Во-первых, повышение затрат на энергоресурсы снижает конкурентоспособность национальных предприятий на локальных и международных рынках за счет повышения общей себестоимости продукции и услуг и отсутствия возмож-

ности пройти аккредитацию производственных технологий для выхода на международные торговые площадки. Во-вторых, низкая энергоэффективность связана с отрицательными сдвигами в области изменения экологической обстановки в регионах присутствия промышленных предприятий.

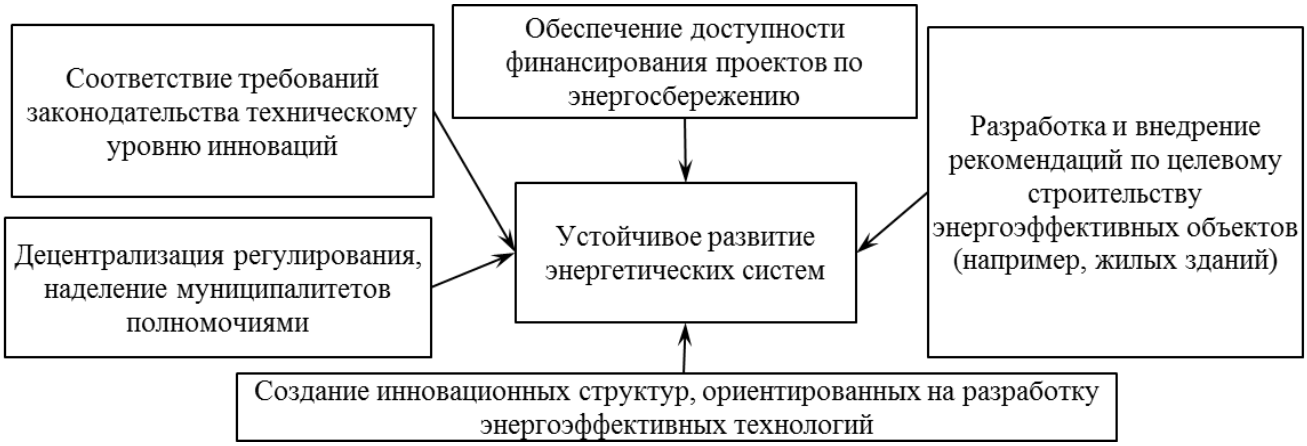


Рисунок 1.3 – Основные функции устойчивого развития энергетических систем

Примечание к рисунку 1.3: Составлено автором по материалам [14]

Правительства развивающихся стран, таких как Китай и Индия, с 1980-х годов активно финансируют программы по поддержке проектов внедрения чистых технологий и используют организационное сопровождение Всемирного банка в данной сфере [16]. Некоторые развитые страны, например Япония, вынуждены уделять особое внимание сокращению энергоемкости за счет новых энергетических стратегий в связи с угрозой национальной экологической безопасности, развивая рынок солнечной энергетики, системы интеллектуального контроля и т. п. [17]. В-третьих, стабилизация цен на энергоресурсы и последующее притупление проблем энергоэффективности замедляет инвестиционную активность производителей и внедрение более совершенных с энергетической точки зрения производственных технологий.

Развитие энергетической политики России в современный период. Россия обеспечена значительным количеством внутренних энергетических ресурсов и продолжает оставаться их значимым экспортером на международной арене. Динамика развития национальной промышленности долгое время оставляла проблемы энергоэффективности за рамками серьезного экономического анализа, проблемы энергопотребления, однако, приобрели новую окраску в связи с переходом к рыночным отношениям. Общее энергопотребление промышленности в России в

среднем выше, чем по миру, и составляет 46,2 % от всего конечного потребления в 2012 году [18]. Среди отраслей промышленности значительную долю энергопотребления берет на себя сталеплавильное производство (29 %) и химическая промышленность (23 %), таким образом, металлургический и химический секторы должны оставаться в фокусе внимания национальных программ по энергосбережению. При оценке энергопотребления, уровень которого заметно выше, чем в Европе, некоторыми авторами рекомендуется также учитывать климатические факторы. По данным Гулбрандсена Т.Х. и др., климатические факторы определяют, например, величину отопительного сезона, увеличивая потребление ресурсов на нормализацию условий проживания, и работы до 30–40 % по сравнению со странами Европы [19]. Несмотря на существенность геоклиматических факторов, по оценкам Данилова Н.И. и др., общий потенциал энергосбережения в России составляет порядка 40–50 % или 380–400 млн. toe [20]. Вероятно, что значительная часть данного потенциала может быть реализована за счет технологической модернизации производств и гибридизации источников энергии [21].

Значительная часть мероприятий по модернизации производств в развитых странах неизбежно связана с повышением энергетической результативности и экологической безопасности промышленности. Несмотря на это, в исследованиях, проводимых НИУ ВШЭ в 2012–2014 годах, отмечается, что внедряемые предприятиями инновации в разной степени влияют на повышение энергоэффективности производства через сокращение потребления или безвозвратных потерь энергетических ресурсов. Только 19,5 % организаций среди добывающих и обрабатывающих отраслей отмечают значительное положительное влияние инновационной деятельности на энергоэффективность, а около половины всех предприятий отмечают низкую степень воздействия или его отсутствие [22]. Достаточно скромные результаты наблюдаются и в сфере влияния внедряемых инноваций на снижение загрязнения окружающей среды – только 14,2 % организаций отметили высокую степень воздействия инноваций на экологическую эффективность. В 2014 году в инновационном центре «Сколково» функционировало 13 технологических платформ, которые ориентированы на развитие государственно-частного партнерства в сфере энергетических технологий[18].

Энергетическая политика в России является важным направлением, обеспечивающим регулирование экономики как на национальном уровне, так и на уровне отдельных предприятий. Руководство российских регионов признает проблему технического отставания национальных энергетических систем, их исторически сложившуюся неэффективность и низкую инновационную активность в этой области [18]. Указ Президента РФ от 2008 года устанавливает цель по снижению энергоемкости ВВП к 2020 году не менее чем на 40 % (на 2014 год энергоемкость составляет 0,22 toe на тысячу долларов ВВП по паритету покупательной способности (ППС) очевидно сокращение на 35 % даже по сравнению с 2012 годом) [23]. Кроме того, с 2013 года вступила в действие Государственная программа «Энергоэффективность и развитие энергетики» с объемом бюджетного финансирования в 90,7 млрд. рублей, которая призвана к 2020 году снизить энергоемкость ВВП РФ на 13,5 % по сравнению с 2007 годом [24]. Однако, несмотря на серьезное законодательное обеспечение, энергоемкость ВВП в России по сравнению с развитыми странами и странами БРИКС (Бразилия, Индия, Россия, Китай, Южно-Африканская Республика) остается чрезвычайно высокой, что обусловлено также зависимостью национальной экономики от экспорта энергоресурсов (рисунок 1.4). В структуре финансирования Программы только 190 млн. рублей заложено на развитие возобновляемых источников энергии (солнца, воды и ветра), значительная часть средств выделяется на организационную работу.

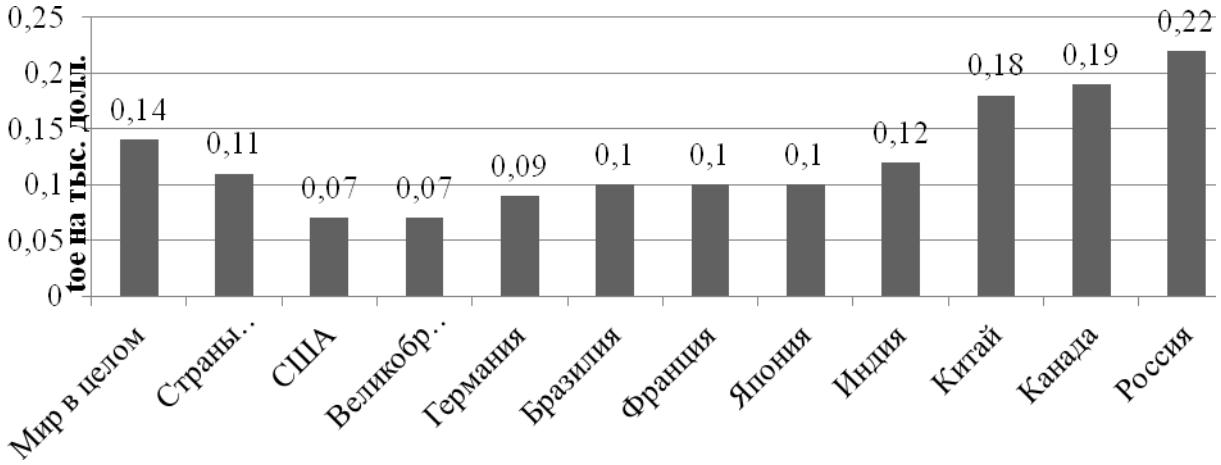


Рисунок 1.4 – Сравнение некоторых стран мира по toe на тысячу долларов по паритету покупательной способности ВВП в 2014 году

Стратегические цели энергосбережения в России планируется достигать в несколько этапов: на первом этапе необходимо обеспечить начальную перестрой-

ку энергетического сектора, затем правительство акцентирует инвестиционные программы на внедрение новых технологий [25]. Рассмотренные нами принципы децентрализации принятия решений, рекомендуемые к практическому внедрению на международном уровне, также планируется применять в российских условиях за счет наделения региональных и местных властей полномочиями и ресурсами для продвижения принципов энергоэффективности в регионах. Несмотря на разработку нормативно-правовой базы и постановку широкомасштабных целей, отсутствие конкретных мер, подкрепляющих стратегические планы, значительно сокращает перспективы достижения целевых показателей [26].

Серьезным практическим шагом в государственной поддержке энергоэффективных решений в России могут стать налоговые льготы, предоставляемые предприятиям, адаптирующим энергосберегающие технологии. Освобождение предприятий от налога на имущество, которое действует для группы активов с высокой энергетической эффективностью сроком на три года, введенное в 2015 году, призвано стимулировать российские предприятия закупать новое энергоэффективное оборудование[27]. В состав указанных активов входят такие объекты классификатора основных фондов, как приводные устройства, теплообменные аппараты, энергетические установки и генераторы энергии, трубопроводы и коллекторы. Особенностью их применения в промышленности подобного оборудования является использование в их механизме возобновляемых и вторичных видов энергии и технологических энергоэффективных решений. С 2016 года два раза в год в Правительство предоставляется доклад о практике применения данного перечня и ее основных результатах.

Государственное регулирование энергоэффективности вызывает ряд серьезных противоречий, а, следовательно, и практическая реализация концепций энергоэффективности в России ограничена. Экс-министр энергетики Шматко С.И. в своем докладе отмечает, что для того чтобы государственная поддержка в энергетической сфере в период до 2030 года осуществлялась эффективно, необходима «обоснованность и предсказуемость государственного регулирования» и поддержка предпринимательской инициативы [28]. Как отмечают эксперты МЭА, применение рассмотренного выше «перечня» в российских условиях весьма ограничено, предприятия стараются избегать высоких инвестиционных рисков, обу-

словленных ростом цен на энергоресурсы, и поэтому снижают активность по технологической модернизации производств [18]. По мнению Павловой А.С. и др., излишняя регуляция энергетической сферы, такая как обязательство предприятий по проведению энергетических обследований, установлению контрольно-измерительного оборудования, повышает давление бюрократических структур на бизнес, что приводит к усилению коррупции[29]. Серьезные различия в энергетическом развитии российских регионов также являются одним из факторов, затрудняющих федеральное регулирование: в одних регионах наблюдается низкая энерговооруженность, в других – напротив, чрезвычайно высокая энергоемкость производств. Результативность регулирования снижается при отсутствии полноценного анализа эффективности, механизмов привлечения внебюджетных средств и недостаточной общей синхронизации процессов реализации программ энергосбережения [30]. Как показывает опыт развитых стран, развитие предпринимательской инициативы в сфере промышленного бизнеса осуществляется на основе рыночных принципов регулирования энергетической политики [31]. Пример Великобритании, где либерализация энергетических рынков стала основным принципом развития государственного регулирования, может в этом плане стать показательным для России.

Проблемы привлечения частного инвестиционного капитала в промышленном секторе в современных российских условиях решаются на основе сервисного подхода посредством заключения контрактов со специализированными сервисными компаниями. Регулирование энергосервисных отношений происходит на основе федерального закона об энергосбережении, вступившего в силу в 2009 году [32]. В последние десятилетия, как в развитых, так и развивающихся странах, все большее распространение получают ориентированные на рынок энергетические сервисные компании (ЭСКО, ESCO) и компании энергетического менеджмента (ЭМКО, ЭМСО)[16]. Роль ЭСКО состоит в разработке, технико-экономическом обосновании и внедрении комплексных решений по энергосбережению. В условиях жесткой конкуренции подобные компании позволяют производственным предприятиям экономить ресурсы на внутренние исследования и поиск лучшего отраслевого опыта, предлагая готовые организационные и технические решения. Особенностью ЭСКО является использование особых методов

финансирования предлагаемых проектов по энергосбережению, что позволяет предприятиям не отвлекать собственный капитал и окупать проекты полностью за счет экономии ресурсов в производстве [33]. В своей деятельности ЭСКО учитывают затраты на проектирование, составление и ведение контракта, а также на проведение внутренних энергетических аудитов. В связи с обострением внешнеполитической обстановки в России перспективной задачей ЭСКО также становится обеспечение замещения импортной энергоэффективной продукции и технологий энергосбережения в различных сферах производства. Применение ЭСКО имеет ряд недостатков, связанных прежде всего с риском потери всей экономии, полученной на предприятии за счет внедренных технологий, в результате выплат ЭСКО за обслуживание и ведение проекта по моделям быстрой окупаемости. В таких условиях руководство компаний и инвесторы будут стремиться уменьшить количество финансирования, привлеченного в проекты на основе договоров с ЭСКО.

Современные тенденции в области энергосбережения и повышения энергетической результативности. Проведенный нами макроэкономический анализ подчеркнул актуальность темы исследования, показав, что энергетические ресурсы имеют стратегическое значение не только на уровне национальных экономик, но также и в системе управления промышленным предприятием. Общий потенциал энергосбережения, который может быть достигнут в течение ближайших лет в мире, приближается к отметке 40 % [1], [34]. Значительный прогресс возможен за счет привлечения частных инвестиций, а государству лишь необходимо обеспечить соответствующую организационную поддержку и строительство инфраструктуры [31]. На основе обзора литературы мы выделили современные тенденции институционального и технологического развития энергосбережения, которые позволят в дальнейшем определить наиболее перспективные организационные и технические подходы в сфере энергоменеджмента. В основе развития современных систем энергетического менеджмента лежат принципы непрерывного совершенствования, многосторонней кооперации в решении проблем, ориентации на удовлетворение интересов всех групп стейкхолдеров и ответственного развития внутренней среды предприятия, а также использования природных ресурсов.

Развитие технологий применения альтернативных источников энергии становится сейчас одной из наиболее исследуемых тем в экономике энергопотребления в связи с обострением глобальных экологических проблем [35], [36]. Исследования Inglesi-Lotz R. показывают, что альтернативная энергия должна стать важным объектом макроэкономического регулирования: однопроцентный рост потребления альтернативных источников энергии приводит к общему росту ВВП на 0,105 %, а ВВП на душу населения – на 0,1 % [12]. Развивающиеся страны, в которых преобладают процессы индустриализации, адаптируют законодательство к внедрению альтернативных источников в производство и инфраструктуру урбанизированных территорий[37]. Даже в странах, культивирующих энергоемкие промышленные технологии среднего уровня развития, такие как металлургия и производство нефтепродуктов, энергия солнца, ветра, воды и биомассы, занимают видное место в общей структуре потребления. Необходимым этапом внедрения альтернативных источников является адаптация технологий к местным условиям, а также обучение и мотивация сотрудников на предприятиях, которые являются основными потребителями энергоресурсов [37]. Ряд проектов в развивающихся странах иногда осуществляется в форме экспериментального производства, задачей которого является демонстрация достоинств и недостатков альтернативных источников. Основной целью развития подобных проектов является достижение устойчивости снабжения и коммерческая эффективность, наряду с повышением удельной производительности каждой новой введенной единицы производственной мощности. Перспективным направлением в области использования альтернативных ресурсов является кооперация и организация технологических трансфертов между развитыми и развивающимися странами.

Междисциплинарный характер проектов по энергосбережению и непрерывное совершенствование технологий. Современные проекты по энергосбережению всегда носят междисциплинарный характер, то есть учитывают технологические, экологические, социальные и финансовые аспекты, значительная часть инновационных решений, внедряемых в промышленности по всему миру, предусматривает оптимизацию энергетических затрат. Технологическая составляющая, как правило, обеспечивает снижение потребления энергии за счет сокращения безвозвратной потери ресурсов или принципиально иного решения какой-либо

производственной задачи. Например, технологии «низкоуглеродного» производства (low carbon production) широко пропагандируются и адаптируются в промышленности в развивающихся странах [38]. Безусловно, данные технологии привязаны к экологическим показателям проектов по модернизации производств и уровню социальной ответственности предприятий, также они акцентируют внимание на инновационных методах финансирования. Некоторые работы по энергоменеджменту связаны с параллельным изучением организационных аспектов и принципиальным устройством основных технологических решений, которые имеют большую перспективу внедрения [39], [40]. Таким образом, современный энергоменеджер должен обладать также основами инженерного образования для понимания принципов работы энергосберегающих технологий [41].

Междисциплинарный характер проектов придает технологическим решениям качественно новый уровень экономической эффективности, позволяя учитывать долговременное влияние технологий на устойчивое развитие и динамику внедрения внутренних усовершенствований. Принцип непрерывного совершенствования (постоянного улучшения) заложен в международном стандарте энергоменеджмента, он направлен на корректировку энергетической политики предприятий после анализа внутренней и внешней среды энергопотребления и проверки результатов выполнения программ по энергосбережению [42]. Изменение цены одной тонны выбросов диоксида углерода (например, повышение налога на выбросы) наряду с ожидаемым ростом цен на энергоресурсы оказывает значительное влияние на диффузию энергоэффективных «низкоуглеродных» технологий на промышленных предприятиях[38].

Развитие финансовых инструментов. В мире наблюдается тенденция повышения эффективности инвестиций в энергосбережение в промышленности, что также обусловлено обострением экологических проблем и повышением зависимости промышленности от ископаемых топлив [43]. В последнее десятилетие разработаны новые инструменты финансирования проектов по повышению энергетической эффективности. Особый интерес представляет опыт крупных развивающихся стран, являющихся значительными игроками на рынках, таких как Индия и Китай, поскольку внутренняя среда характеризуется сложными институциональными условиями, недостатком методических инструментов и несовершенством

инфраструктуры. Он показывает, что заинтересованные стороны, обеспечивающие финансирование, должны использовать ряд инструментов [16]. Во-первых, это инструменты сбора информации о текущем уровне энергоэффективности, об особенностях функционирования рынков энергии, институтов развития энергетических технологий, ключевых барьерах развития. Серьезным лимитирующим фактором остаются транзакционные издержки по поиску информации об источниках финансирования и организации проектов. Многие банки, например, завышают величину рисков из-за незнания особенностей проектов по энергосбережению, в связи с этим правительство организует целевое банковское финансирование («commercial banking windows») для проектов по энергоэффективности, в котором участвует ряд специализированных банков, предоставляющих в том числе консалтинговые услуги [16]. Во-вторых, это методики оценки соответствия инвестиционного климата характеру и целям проекта, влияния социально-экономических и политических факторов на инвестиционную привлекательность энергосберегающих технологий. В-третьих, это практические подходы к четкому определению центров ответственности, которые бы осуществляли контроль и корректировку каждого этапа выполнения инвестиционного проекта.

В течение последних 15 лет распространение получило заключение договоров об энергоэффективности (energy performance contracting, EPC) как способ распределения ответственности за энергосбережение. При данной схеме финансирования предприятие и ЭСКО заключают контракт, согласно которому ЭСКО предлагает разработку и внедрение проекта по повышению энергоэффективности на конкретном объекте, а также обучение персонала. В свою очередь предприятие выплачивает ЭСКО разницу, возникающую в результате экономии по эксплуатации объекта, которая покрывает первоначальные капитальные затраты сервисной компании [44]. ЭСКО производит работы по наладке энергоэффективного оборудования и мониторингу показателей потребления ресурсов, а также ведет расчет экономии. Такие практики распространены в Европе, США и некоторых странах Азии, они получают всё большую поддержку правительственных организаций. Понятие энергосервисного договора (контракта) также отражено и в российском законодательстве в рамках федерального закона об энергосбережении [32]. Между тем, при применении данного финансового инструмента повышаются риски

возврата инвестиций, поскольку ЭСКО необходимо вести не только гарантийное, но и текущее обслуживание и мониторинг производительности оборудования [44].

Актуализация интеллектуальных ресурсов. Необходимость повышения конкурентоспособности энергетических систем стимулирует компании использовать весь спектр доступных им ресурсов, ключевым среди которых становится интеллектуальный капитал. Ряд инновационных решений в интеллектуализации технических систем предложен отечественными авторами [5], [45]. Кроме того, широко модернизируются подходы к управлению энергоресурсами, в том числе за счет методов программно-целевого планирования [46], методов многокритериального отбора инвестиционных проектов [47], построения информационных систем анализа энергетических систем на уровне регионов [48].

Важнейшим источником интеллектуального капитала для обеспечения программ по энергосбережению на региональном и локальном уровнях являются университеты как центры инженерных научно-исследовательских компетенций [18]. Принципы управления энергоэффективностью заложены в содержании образовательных программ профессионального назначения на инженерных специальностях во всех развитых странах [49]. Россия также актуализирует внутренние образовательные технологии для формирования компетенций в сфере энергосбережения. Важнейшим принципом реализации образовательных программ становится соблюдение принципов обучения в течение всей жизни, которое предполагает активное обучение сотрудников предприятий в период их работы. Кроме того, университеты участвуют в программах исследований и разработок по энергосбережению как фундаментальных, так и прикладных, являясь актуальными базами компетенций, аккумулирующими теоретические достижения и промышленный опыт. В России, как и во всем мире, университеты являются драйверами инноваций в области технологий энергосбережения и их интеграции в промышленные проекты и повседневную жизнь людей. В дальнейшем исследовании мы более подробно остановимся на проблемах управления интеллектуальными ресурсами в энергетическом менеджменте, проследим их роль на каждом этапе планирования, организации и контроля проектов по энергосбережению на промышленных предприятиях.

1.2 Теоретический анализ концепции и подходов к энергосбережению в промышленности и факторы, определяющие их эффективность

Принципы достижения энергоэффективности в производстве были, очевидно, известны задолго до разработки и внедрения современных стандартов в данной сфере, однако современные концепции обладают рядом отличительных особенностей. Они характеризуются системным подходом к управлению и глубокой интеграцией энергетической политики и общих принципов управления компанией. Внутренняя структура и условия внешней среды значительно усложняются у современных промышленных компаний, которые функционируют в условиях глобализации, стремясь поддержать конкурентоспособность своей продукции на международном уровне. Энергетические ресурсы обеспечивают не только динамику производственного процесса, но и отвечают за устойчивое развитие предприятий как социальных и производственных систем в совокупности. Таким образом, ключевая характеристика современных концепций энергоменеджмента в глобально конкурирующих компаниях – это его направленность на поддержание и развитие основных и вспомогательных внутренних бизнес-процессов предприятия, которое не ограничивается исключительно производственной сферой, а касается каждого элемента организации.

Проведенный нами анализ нескольких определений энергетического менеджмента, приведенных в различных академических источниках и учебных изданиях (Приложение А), позволил заключить, что единого подхода к пониманию процессов и процедур, лежащих в основе данного подхода, нет. Некоторые проанализированные определения явно подчеркивают экономическую значимость энергоменеджмента, определяя его роль в повышении конкурентоспособности организаций [50]. Значение экономической эффективности и необходимости удовлетворения потребностей потребителей энергии в производственном процессе подчеркивается и в определении Abdelaziz E.A. и др., данном на основе анализа большого объема предшествующих исследований по проблемам энергосбережения в промышленности и их эффективности [51]. Исследования в области энергетического менеджмента на предприятиях, посвященные анализу факторов внутренней и внешней среды, определяющих успех реализации стратегий в области энергосбережения, составляют большую долю работ в области экономики энерге-

тических систем. Shultze M. и др. на основе обобщения значительного массива предшествующих работ по энергоменеджменту выделяет пять ключевых (и при этом довольно разнообразных) сфер исследовательских интересов: стратегическое планирование, внедрение, организация, контроль и культура [52]. К последней, в частности, относятся вопросы обучения сотрудников, мотивации и установления устойчивой внутренней коммуникации. Отметим, что в литературе не прослеживается четкая взаимосвязь между конкретными видами интеллектуальных ресурсов компании и энергетической результативностью, зачастую используются лишь обобщенные, агрегирующие понятия, такие как мотивация, обучение или организационная культура.

Стратегический энергоменеджмент предполагает долгосрочное системное планирование, организацию, контроль и мотивацию внутри системы управления энергетическими ресурсами предприятия, он может быть представлен как совокупность долгосрочных планов (документ) или набор действий (практический план), имеющий четкое экономическое обоснование [19]. Исследования в области стратегического энергоменеджмента превалируют в современной литературе, они подчеркивают общезначимость таких проблем, как необходимость долгосрочной, письменно закрепленной стратегии (энергетической политики), энергетического планирования и относящихся к нему процессов таргетирования энергопотребления, наконец, необходимость в управлении рисками для минимизации затрат и экологических отрицательных эффектов [52]. Стратегический энергоменеджмент интегрирует принципы энергетической эффективности и общей стратегии развития предприятия, он сфокусирован на реализации долгосрочной инвестиционной программы, включающей как технические проекты, так и проекты в сфере обучения, повышения осведомленности сотрудников, совершенствования организационной культуры. Подобный подход сочетает в себе достижения современной теории бизнес-процессов в организации и позволяет на системной основе осуществлять контроль энергопотребления и прогнозировать кризисы, связанные с рисками во внешней среде. Важным элементом энергетической стратегии является энергетическая политика предприятия, которая декларирует основные принципы функционирования всей системы энергоменеджмента – от уровня осведомленно-

сти каждой заинтересованной стороны до установления процедур контроля общей энергоэффективностью в компании.

Стратегическое значение энергоменеджмента во многом достигается за счет интеграции его принципов в производственные системы, его рассмотрение сквозь призму современных управленческих концепций. Кондратьева Е.В. и Погребняк Д.А. обращают внимание на необходимость построения целостной системы управления с учетом потребностей внешних заинтересованных сторон, целей организации и внутренней системы бизнес-процессов: управление персоналом, закупочная деятельность и т. п. [53]. Halldórsson A. и др. рассматривают в своем исследовании принципы управления цепью поставок (supply chain management, SCM), создают необходимые условия для анализа процессов производства, распределения и потребления энергии в производстве [54]. Идея заключается в том, что энергия является результатом преобразования ресурсов, которые могут быть переработаны на разных этапах производства с помощью различных технологий, которые необходимо координировать на протяжении всей цепи поставок – от материальных ресурсов (сырья и материалов) до распределения готовой продукции. Разнообразие причинно-следственных связей в производственном процессе ведет к тому, что энергетические показатели неизменно связаны со всеми производственными индикаторами: например, при возрастании транспортной нагрузки в цепях поставок растет энергопотребление, рост энергопотребления в свою очередь может отрицательно сказаться на росте затрат и экологической эффективности.

Современным этапом эволюции концепций энергоменеджмента стала разработка и массовое внедрение международного стандарта в области систем энергетического менеджмента [42]. Стандартизация в последние годы становится необходимым элементом построения эффективных производственных систем в промышленности. Внедрение стандартов энергетического менеджмента позволяет достичь экологических результатов – снизить воздействие на окружающую среду и добиться снижения операционных затрат на энергетические ресурсы. Методологической основой стандарта является цикл постоянного улучшения PDCA (plan, do, check, act, планирование, действие, проверка, внедрение), способствующий интеграции всех элементов энергетического менеджмента в единую систему и

обеспечивающий непрерывность бизнес-процессов в данной сфере [55]. В рамках данной основы происходит разработка и внедрение основных теоретических подходов и методических инструментов, направленных на совершенствование системы энергетического менеджмента.

Международный стандарт закрепляет в практике важное для нашего дальнейшего исследования понятие *энергетической результативности*, которая может быть трактована как способность организации достигать цели в области регулирования энергопотребления. Результативность акцентирует внимание управленцев не только на конечной эффективности (как взаимосвязи между полученным результатом (выходом системы) и входящей энергией), но и на всем объеме текущих и стратегических процессов и результатов, таких как способы управления энергопотреблением, выбор энергетического базиса, управление мотивацией внутри системы управления, выбор инвестиционной политики и т. п. [42], [56]. Таким образом, приоритетной задачей менеджмента на промышленном предприятии является анализ факторов энергетической результативности, которые бы отражали весь комплекс переменных внутренней и внешней среды конкретной организации. Стандарт закрепляет положение о том, что совокупность подобных факторов ограничена физическими границами производственной деятельности, они являются предметом изучения в рамках энергетического анализа и определяют эффективность управленческого воздействия при решении энергетических задач, то есть детализированных требований к энергетической результативности.

Подходы к стратегическому энергетическому менеджменту. Предшествующий анализ обширного теоретического материала показал, что методические и практические инструменты энергетического менеджмента могут быть классифицированы нами согласно трем подходам к управлению (см. рисунок 1.5). Они могут быть также определены в теории как эволюция развития внутренней системы энергоменеджмента. Признаки того или иного подхода могут быть определены в текущей системе управления предприятием, важным условием сохранения конкурентоспособности является использование элементов интеллектуального подхода, который основывается на лучших практиках энергетического менеджмента в развитых странах.

Первый из выделенных нами подходов определен как *традиционный*, который характеризуется доминированием технологических факторов, фокусированием внимания на текущем контроле и планировании показателей энергетической эффективности. Традиционный подход широко применяется на промышленных предприятиях со времен плановой экономики. Типовые решения в области энергосбережения приведены, например, в работе Кондратьева В.В. [57]. Традиционный подход характеризуется инерционностью развития и необходимостью принятия решений по мере возникновения оперативных проблем энергосбережения. Акцентируются процессы операционного регулирования режимов энергопотребления в производственных подразделениях, реализуется простая система внедрения усовершенствований, целью которой является поиск локальных решений технических и организационных задач по улучшению бизнес-процессов. Такие улучшения могут быть связаны с использованием вторичных энергоресурсов, которое снижают безвозвратные потери энергии. В традиционном подходе проводятся энергетические обследования (или аудиты), производится картирование бизнес-процессов и привязка потребителей энергетических ресурсов к системе оперативного планирования.

Второй подход может быть определен как системный, он характеризуется планированием, организацией и контролем внутренней совокупности элементов, входящих в систему энергетического менеджмента, регламентированных международным стандартом [42].

Рациональное управление функционированием системы энергетического менеджмента является основным признаком системного подхода. В таком подходе повышается роль пропаганды энергетической эффективности среди персонала, работа над построением эффективной системы мотивации. Особую роль играет обучение персонала принципам эффективного расходования ресурсов, обучение касается общего уровня осведомленности о программах энергосбережения и знания конкретных энергоэффективных принципов работы. Международный стандарт, используемый в большинстве современных организаций, вводит понятие энергетического базиса и комплекса взаимосвязанных, унифицированных внутри каждой организации показателей энергетической результативности [58].

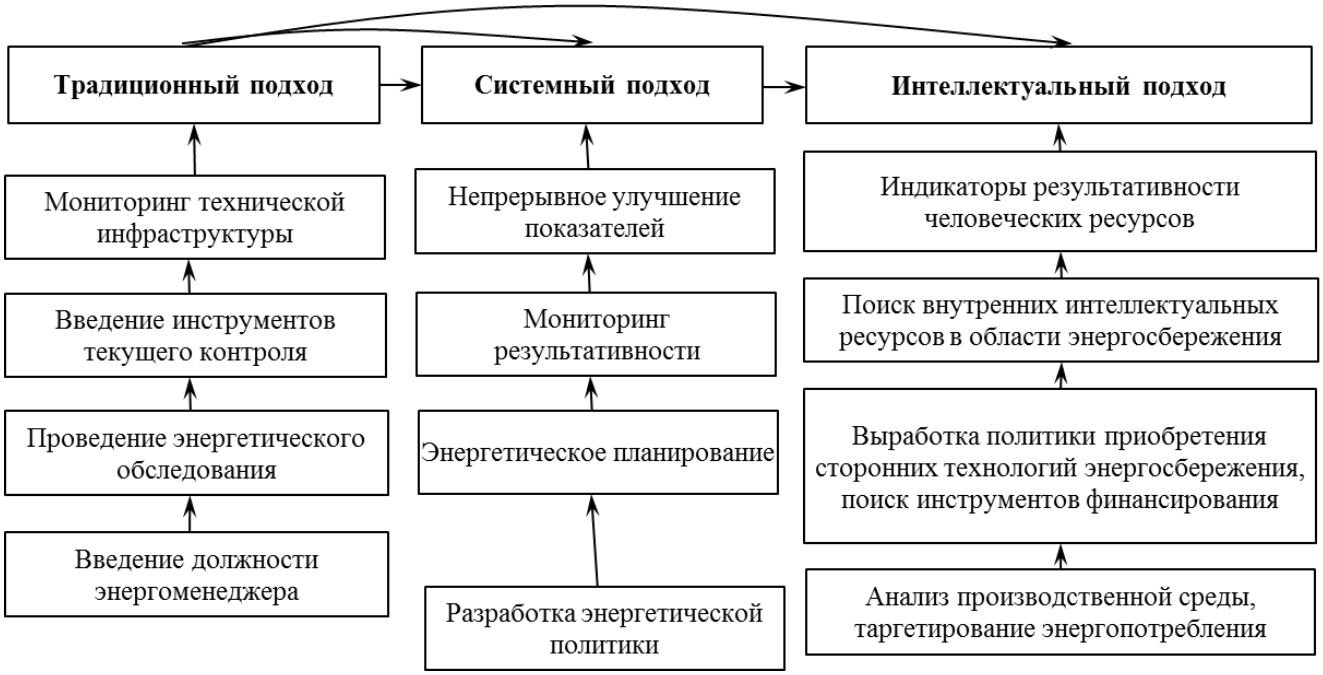


Рисунок 1.5 – Эволюция подходов к энергоменеджменту

Отличительной особенностью системного подхода является отмеченное нами ранее постоянство процесса улучшения, которое обеспечивает на предприятии непрерывность инвестиционного планирования в энергоменеджменте и обуславливает новые требования к инструментам принятия управленческих решений. При системном подходе, однако, круг управленческих решений ограничивается зачастую внедрением технических решений и проведением целевого обучения, затрагивающего общие принципы достижения энергоэффективности и конкретные способы решения определенных энергетических задач.

Третий подход мы определяем, как *интеллектуальный*, он также характеризуется рядом особенностей. Каждый сотрудник вне зависимости от принадлежности к производственным подразделениям или административным и сервисным службам характеризуется как стейкхолдер энергетической политики предприятия, субъект управления, который лично заинтересован в энергетической результативности производства. Важным условием развития системы энергетического менеджмента становятся: интеллектуальный капитал в виде человеческих ресурсов и их инновационного потенциала, внутренние и сторонние технологии и стандарты в области энергосбережения, а также система отношений по реализации энергетической политики с представителями внешней среды, в частности, по привлечению финансирования в проекты компании. Компания, придерживающаяся ин-

теллектуального подхода, становится важным потребителем на рынке энергосервиса. Внутренние проекты таких компаний учитывают в комплексе весь спектр социальных и экологических эффектов внедряемых мероприятий.

Интеллектуальный подход отличается использованием внутреннего интеллектуального потенциала сотрудников, реализация проектов в сфере энергетического менеджмента осуществляется в основном за счет внутреннего интеллектуального капитала, собственных технических и организационных решений по энергосбережению. Предприятие также взаимодействует с отраслевыми партнерами в вопросах корректировки базовой линии с использованием лучших практик в отрасли, обмен опытом осуществляется также внутри вертикально интегрированных холдингов, которые типичны для российской промышленности. Совместные проекты также могут стать основой стратегии устойчивого развития энергетической инфраструктуры предприятий. Зачастую, однако, ограничением к прямому копированию индикаторов результативности в энергоменеджменте является гетерогенность ресурсов, технологий и в итоге конечной производительности компаний [59].

Внутренние социальные факторы, относящиеся к компетенциям персонала, их удовлетворенности отдельными аспектами работы и приверженности основным положениям энергетической политики предприятия являются объектами энергетического анализа в рамках интеллектуального подхода. Понятие приверженности (commitment) в отношении ценностей культуры энергосбережения используется и в системном подходе, однако международный стандарт не обеспечивает необходимых теоретических положений и методических инструментов для измерения, контроля и улучшения данного элемента системы энергетического менеджмента. Решение данной задачи на практике остается уникальным для каждой производственной организации, в связи с этим актуальным становится изучение лучших практик и разработка теоретической основы для развития инструментов внутренней социальной среды, которая прямо определяет способность организации повышать энергетическую результативность.

Факторы успеха и барьеры во внедрении системного подхода к энергоменеджменту. В целях разработки инструментов интеллектуального энергоменеджмента необходимо проанализировать основные препятствия и драйверы на

пути к совершенствованию внутренней среды энергопотребления. Создание и использование эффективных и экологически чистых источников энергии является основной целью современных программ в области энергосбережения, однако при анализе факторов энергоэффективности возникает закономерный вопрос: а какие же причины не позволяют хозяйствующим субъектам добиваться необходимых результатов? Актуальным становится вопрос о том, связаны ли они с глобальными экономическими кризисами, несовершенством рынков, в частности, несовершенной конкуренцией, информационной асимметрией или высокими транзакционными издержками [16]. Спектр барьеров и факторов успеха при внедрении систем энергоменеджмента, таким образом, чрезвычайно широк, далее мы рассмотрим некоторые из них, основываясь на предшествующих исследованиях.

Финансово-экономические барьеры играют, вероятно, самую значительную роль в реализации проектов, это видно как по субъективным оценкам представителей менеджмента промышленных предприятий [38], так и по общим тенденциям сокращения целесообразных для предприятий сроков окупаемости проектов по энергосбережению. Оценки Rohdin P. и др. для шведских предприятий показали, что ограниченный доступ к капиталу является ведущим барьером для энергоэффективности, на подобное ограничение влияет как наличие внутренних бюджетных лимитов, так и высокая стоимость заемных средств [60]. Китайские промышленные компании также отмечают низкую доступность внешних финансовых ресурсов, а также внутренние бюджетные ограничения [38]. Экономические барьеры в большей степени связаны с неопределенностью, они включают в себя также скрытые затраты, которые возникают при сборе и анализе информации, потерях при внедрении и отладке новых энергоэффективных технологий. Низкая склонность к риску в условиях подобной неопределенности, незначительный уровень экономического эффекта и высокие сроки окупаемости проектов также сказываются на снижении энергоэффективности. Экономические барьеры могут иметь разное значение у компаний с частной, акционерной или государственной формами собственности [60].

Технологические барьеры и интеллектуальные ресурсы играют важную роль в понимании принципов развития производственных систем, ранее мы уже отмечали, что низкая инновационная активность в сфере энергосбережения может

замедлить реализацию стратегических программ по энергоэффективности. Технологические барьеры могут быть связаны с общим уровнем развития промышленных отраслей национальных экономик, высокой стоимостью импортирования интеллектуального капитала и адаптации передового опыта. На примере китайских компаний Liu X. и др. отмечают, что технологии энергоэффективности связаны с высоким риском для таких традиционных отраслей, как металлургия, поскольку они могут не удовлетворять будущие запросы [38]. В условиях развивающихся стран некоторые предприятия находятся в состоянии «выживания», для которого характерна низкая приоритетность проблем энергосбережения и внедрения экологических инноваций. Компании также склонны ожидать государственное финансирование технологий, чем самостоятельно инвестировать в подобные мероприятия, кроме того, исследователи отмечают, что менеджеры могут быть уверены, что предприятие уже достигло конкурентоспособного уровня энергоэффективности.

Размер компании является значимым лимитирующим фактором для совершенствования систем энергетического менеджмента, он определяет эффективность использования ресурсов. Janda B. и др., исследуя пример британских компаний, отмечают, что в большинстве случаев на средних и малых предприятиях нет ни должности энергоменеджера, ни даже центра ответственности по энергосбережению в рамках общего планирования [61]. Малые и средние предприятия, как правило, ограничены в ресурсах, кроме того, масштабы их деятельности зачастую снижают эффекты от внедренных мероприятий, в сфере их финансовых возможностей и компетенций остается узкий ряд специализированных усовершенствований. Так, частные компании ввиду небольшого размера отмечают отсутствие организационных методов управления энергоэффективностью, в то время как более крупные акционерные компании все чаще зависимы в этих вопросах от доступа к капиталу [60]. Несмотря на ограничения в достижении эффекта от масштаба, ряд технических решений в сфере энергосбережения специально адаптирован для малых и средних предприятий, например, некоторые проекты по использованию альтернативных источников энергии, которые теряют свою актуальность на крупных энергоемких производствах. Энергия ветра и солнца является

одной из наиболее доступных возобновляемых источников для малых и средних предприятий в зависимости от их географического положения [13].

Внутриорганизационные поведенческие аспекты, связанные с восприятием проблем энергоменеджмента высшим руководством компании и рядовыми сотрудниками, также ограничивают энергоэффективность. Информация для принятия управленческих решений зачастую ограничена, и менеджерам приходится принимать решения на основании неполного анализа ситуации. Кроме того, не только ограниченность рациональных принципов принятия решений, но и общие ценности руководства компании и их низкая осведомленность об энергетической результативности могут стать серьезным барьером развития. Кокшаров В.А. в своем исследовании региональных энергетических систем отмечает, что руководство компаний зачастую недостаточно понимает важность разработки энергетической политики и установления границ ответственности в области ее реализации [62]. Между тем социальные системы остаются сложными объектами для изучения, поскольку причинно-следственные связи обусловлены психологическим состоянием и мотивами сразу большого числа субъектов, которые стремятся, однако, к единой цели. Общая организационная культура как важная характеристика производственной системы может стать драйвером энергоэффективности в том случае, если сотрудники компании разделяют ценности по соблюдению принципов энергоэффективной работы и озабочены проблемами окружающей среды, а также намерены предпринимать активные действия по ее защите. Культура должна стимулировать выработку внутренней структуры лидерства, поскольку отсутствие лидеров энергоменеджеров, которые бы поддерживали такую организационную культуру, снижает приоритет проблем энергопотребления внутри организации [41].

Внешние факторы, такие как ужесточение экологического и налогового законодательства, привлечение государственных субсидий, льготное финансирование или высокая конкуренция в отрасли, вызванная процессами глобализации, в большинстве случаев являются серьезными стимулами для внедрения системы энергетического менеджмента [36], [51], [63]. Экологические перспективы развития систем энергетического менеджмента связаны с решением проблем глобального потепления и развития локальных природных ресурсов и экосистем [63].

Глобальная конкуренция также вносит свой вклад в усложнение систем менеджмента, повышая разнообразие функций и обуславливая необходимость контроля множества параметров внутренней среды. В связи с этим предприятия пытаются обеспечить минимальные стандарты в области энергетического менеджмента, интегрируя их в единую систему энергетического менеджмента. Развивающиеся страны, в числе которых и Россия, активно вводят в действие законы, стимулирующие производителей внедрять энергоэффективные технологии, в этих условиях в отдельных российских регионах альтернативные источники энергии получают повышенное экономическое значение[64]. Финансовые кризисы также негативно сказываются на устойчивости общих стратегий энергосбережения промышленных предприятий, оказывая системные эффекты, такие как повышение цен на энергоресурсы, снижение рыночного спроса, необходимость приостановки инвестиционных процессов в энергоменеджменте [65].

Принятие во внимание лимитирующих факторов развития системы энергетического менеджмента также необходимо для дальнейшей разработки инструментов интеллектуального энергетического менеджмента. Как видно из предшествующего анализа, интеллектуальные ресурсы и технологии управления являются ощутимыми драйверами развития внутренних систем энергетического менеджмента, их отсутствие замедляет инновационную активность организаций в данной сфере и понижает их уровень конкурентоспособности. Изученные нами ограничения позволят в дальнейшем учесть факторы риска, связанные с размером компаний, финансовыми и технологическими барьерами, внутриорганизационной социальной средой, определяющей приверженность сотрудников ценностям энергетической политики, а также внешней средой.

Распространенные практики энергетического менеджмента: планирование и энергетический анализ. Все основные функции менеджмента характерны для управления энергопотреблением, одной из ключевых функций является планирование, которому уделяется значительное внимание как в современной учебной, так и исследовательской литературе [19], [41], [58], [66]. Процесс энергетического планирования начинается с установления входных параметров энергетической системы, проведения энергетического анализа и установления базиса и набора показателей энергетической результативности [42]. Планирование вклю-

чает в себя как установление долгосрочных стратегических целей, о которых мы говорили ранее, так и текущих операционных задач. На стратегическом уровне определяется общая структура системы энергетического менеджмента, принципы энергетической политики и центры ответственности, которые выполняют процедуры организации и контроля основных индикаторов эффективности и результативности.

Значительное внимание в литературе по стратегическому энергетическому менеджменту уделяется аналитическим инструментам, позволяющим совместно измерять достижение технических, организационных и социально-экономических результатов. Фундаментальной проблемой энергетического анализа является достаточность данных об объекте управления энергопотреблением. Vikhorev K. и др. отмечают, что увеличение количества индикаторов энергетической результативности приводит к усложнению системы менеджмента и повышению затрат на измерение и анализ [67]. Современные системы мониторинга и анализа основаны на специальном программном обеспечении, которое позволяет в режиме реального времени собирать информацию об энергетических индикаторах производственных систем для последующего анализа динамики их изменения. Внедрение системы датчиков в производственных подразделениях позволяет сократить затраты на сбор информации, а использование стандартных алгоритмов обработки первичных данных – сократить затраты на ее анализ. Разработка и внедрение подобной системы становится важным этапом развития любой промышленной организации, стремящейся управлять энергетической эффективностью. Данные по собранным внутри производственной системы индикаторам являются входной информацией для последующего стратегического планирования.

Планирование и энергетический анализ являются наиболее распространенными практиками менеджмента на промышленных предприятиях, которые стремятся повысить энергетическую результативность. Исследование Boyd G.A. и др., посвященное анализу влияния таких практик на общее энергопотребление в расчете на денежную единицу выручки компании, показывает, что они по-разному влияют на результативность [59]. Авторы используют в составе предложенной регрессионной модели дамми-переменные, относящиеся к наиболее распространенным практикам менеджмента, а также ряд контрольных переменных – техниче-

ских и организационных параметров, таких как размер компании (по числу сотрудников компании), логарифм выручки от продаж, себестоимость продукции, величина активов. В результате обследования более 4000 компаний из 12 стран мира, исследователи приходят к заключению, что отдельные практики, такие как бережливое производство, положительно влияют на энергосбережение. С другой стороны, практики тщательного планирования являются признаком высокой энергоемкости производства, при этом такие компании могут достичь значительных экономических эффектов при внедрении энергосберегающих мероприятий.

Практики энергетического планирования получают все большее распространение в мировой промышленности, число сертифицированных организаций, придерживающихся принципов международного стандарта ISO 50001, в 2014 году составило более 6,5 тысяч, подавляющая часть из них расположена в странах Европы [58]. Значительное число организаций, прошедших энергоаудит по методологии данного стандарта, приходится на развитые страны, таким образом, проблема внедрения системного подхода к энергоменеджменту обостряется в развивающихся странах, где его осуществляют только крупные организации с высоким уровнем энергопотребления. Факторами успеха в реализации практик планирования на основе стандарта являются приверженность и поддержка руководства, понимание технологического потенциала энергосбережения, определение четкой энергетической политики и зон потенциального улучшения энергоэффективности внутри компании [58]. В основе процесса планирования также лежит ясная постановка целей и задач системы энергетического менеджмента, формирование системы однозначно измеримых показателей энергетической результативности. Реализация принципов стандарта на практике начинается с разработки конкретного плана действий, который позволяет разместить ресурсы организации для целей энергосбережения и четко определить центры ответственности.

Необходимость оценки результативности и совершенствования систем энергетического планирования и анализа на предприятиях привела к разработке и внедрению моделей оценки зрелости менеджмента (energy management maturity model) [68]. Оценка уровня зрелости основана на следующих градациях: начальный уровень, управляемый, определенный, количественно управляемый, оптимизированный. Оптимизированный уровень развития системы включает в себя такие

направления, как награждение лучшей энергетической результативности, определение базовой линии исходя из наилучшей доступной технологии, внедрение систем мониторинга в реальном времени, организация независимого аудита и приоритетность поставщиков экологически чистых ресурсов. Результативность работы системы энергоменеджмента должна быть отражена в ежегодной отчетности и доступна широкому кругу стейкхолдеров организации. Все данные требования можно назвать передовыми в области развития систем энергетического менеджмента, их можно использовать в составе методик оценки уровня развития подобных систем и поиска направлений их совершенствования.

Обзор литературы показал, что повышение значимости отдельных практик управления энергопотреблением в промышленности может являться признаком высокой энергоемкости производств. В то время как малые и средние предприятия получают немного выгоды от внедрения сложных энергетических систем и методов экономии ресурсов, крупные представители промышленности вполне могут рассчитывать на серьезную экономию затрат. Данная закономерность повышает актуальность разработки инструментов интеллектуального энергетического менеджмента для крупных промышленных компаний, которая бы учитывала всю сложность внутренних производственных и организационно-управленческих факторов.

1.3 Роль и значение интеллектуальных ресурсов организации в планировании энергетической политики и стимулировании энергосбережения

Исследованию роли интеллектуальных ресурсов в системе энергетического менеджмента, а также интеллектуальных технологий управления энергопотреблением посвящены некоторые зарубежные и отечественные работы. Ввиду того, что спектр интеллектуальных ресурсов чрезвычайно широк, мы ограничимся лишь теми, которые вносят вклад в поддержку управленческих решений, то есть будем рассматривать как вспомогательный ресурс в управлении. В состав интеллектуальных ресурсов мы включаем человеческий капитал сотрудников предприятий и формализованные результаты их деятельности, воплощенные во внутренних базах данных, организационных структурах и других нематериальных активах предприятия. Таким образом, в своем анализе мы опираемся на устоявшиеся элементы интеллектуального капитала организации, такие как человеческий, структурный и социальный капитал[69].

Интеллектуальный капитал в энергоменеджменте. Теория интеллектуального капитала была разработана в исследованиях зарубежных авторов еще в конце прошлого столетия [70]–[73], а в течение двух последних десятилетий была адаптирована и в российской практике менеджмента промышленных предприятий [74],[75]. Значительная часть работ в данной области посвящена проблемам оптимизации интеллектуального капитала как в общей системе управления предприятием, так и в рамках отдельных бизнес-процессов. Усложнение системы бизнес-процессов внутри организаций, обусловленная усиливающейся глобальной конкуренцией, и повышение динамики технологических изменений привели к тому, что компании начали освоение нового источника конкурентных преимуществ. Интеллектуальный капитал стал одним из важнейших стратегических ресурсов компаний, которые стремятся повысить конкурентоспособность в условиях быстро меняющихся условий внешней среды [76]. Некоторые исследования посвящены отдельным аспектам управления интеллектуальным капиталом в промышленности, таким как измерение и оценка[77],[78], составление отчетности и разработка стратегии интеграции данного компонента в систему управления предприятием [79], [80]. Между тем, количество работ, посвященных интеллектуальным ресур-

сам в системах энергетического менеджмента в промышленности, ограничено, далее мы рассмотрим некоторые из них.

Особенностью интеллектуального капитала в промышленных организациях зачастую является его *поддерживающая функция* в управлении системой бизнес-процессов: в то время как производственные процессы играют основную роль в цепочке создания ценности предприятия, задачей интеллектуальных ресурсов является техническое и организационное развитие производства, раскрытие потенциала сотрудников и обеспечение конкурентоспособности продуктов и услуг за счет инновационных решений [75]. Система энергетического менеджмента также может быть оптимизирована за счет поддержки со стороны интеллектуальных ресурсов, такая модель управления является наиболее перспективной, по сравнению с рассмотренными ранее традиционными подходами. Таким образом, мы будем рассматривать интеллектуальные ресурсы как важный инструмент поддержки управленческих решений в области энергетического менеджмента, в их состав могут входить как энергоэффективные технологии и модели управления энергопотреблением, так и подходы к развитию человеческого капитала.

Отдельное внимание необходимо уделить концепции интеллектуализации управления, разработанной в исследованиях Кельчевской Н.Р., поскольку в них определена сущность и условия внедрения интеллектуальных технологий на промышленном предприятии. Под интеллектуализацией понимается новая концепция управления, предполагающая применение интеллектуальных инструментов, носящих инновационный характер и позволяющих достигать долговременного конкурентного преимущества [81]. Тенденции в изменении внешней среды и усилении глобальной конкуренции стимулируют представителей менеджмента предприятий внедрять новые инструменты поддержки управленческих решений, которые бы позволили действовать в условиях ограниченности информации. Интеллектуализация интегрируется в систему стратегического менеджмента предприятия, позволяя приобретать, накапливать и использовать опыт эффективного управления компанией. Важную роль в интеллектуализации играет человеческий капитал, который является основой инновационного потенциала в организации. На основе обзора литературы можно обозначить ряд проблем, которые стоят пе-

ред предприятиями при осуществлении практических проектов по интеллектуализации энергосистем.

Во-первых, интеллектуализация энергетических систем все больше связывается повышением автономии функционирования энергетической инфраструктуры на предприятиях. Одной из существенных особенностей процессов интеллектуализации являются автоматизация процессов принятия управленческих решений с использованием различных информационных технологий и высокотехнологичного оборудования, а также активное применение альтернативных источников энергии для промышленного потребления. Несмотря на значительные достижения в данной области в течение последних десятилетий, актуальным остается вопрос адаптации процессов функционирования энергетических систем к поведению человека. В данном случае предполагается, что система ориентирована не только на своевременную реакцию на поведение человека в режиме реального времени на основе технических индикаторов, но и на долгосрочный анализ процессов взаимодействия человека и технических систем. Таким образом, в интеллектуальных системах появляется полноценная функция стратегического планирования, призванная обозначить долгосрочные перспективы развития энергосбережения. В таких условиях важной функцией является сбор и анализ информации по определенным алгоритмам и методам, которые были бы адаптированы к условиям быстро изменяющейся внешней среды и непрерывным технологическим инновациям, обостряющим конкуренцию.

Во-вторых, это необходимость интеграции автоматизированных систем управления с внутренней социальной средой для быстрого и эффективного принятия оперативных управленческих решений. Использование внутренней социальной среды, аккумулирующей опыт решения задач по энергоэффективности на предприятии, позволяет в большей степени использовать человеческий потенциал для решения текущих задач и разработки новых подходов к стратегическому планированию.

В-третьих, это необходимость эффективного использования всех внутренних и внешних интеллектуальных ресурсов – внешнего консалтинга и лучших доступных технологий, энергетического сервиса, внутренних инициатив работника в области энергоменеджмента [126]. Особенностью современного этапа развития

системного энергетического менеджмента является использование потенциала кооперации в решении задач снижения энергопотребления, затрагивающих как вопросы обмена и адаптации технологических инноваций, так и привлечения долгосрочного финансирования на основе современных экономических инструментов. Например, в последние годы большое практическое значение получают новые способы финансирования проектов, основанные на энергетическом сервисе.

Рассматриваемые в литературе проблемы акцентируют внимание на частных процессах развития системы энергетического менеджмента, актуальной задачей остается приближение к решению обозначенного нами выше парадокса развития энергетических систем – с одной стороны это непрерывное повышение их автономности, с другой – стремление использовать человеческие знания и творческие способности для разработки и внедрения технологических и организационных инноваций.

Ряд исследований в технических науках и менеджменте посвящен интеллектуальным энергетическим системам на мезо- и макроэкономическом уровнях. Абрамович Б.Н. и др. отмечает, что интеллектуальные энергетические системы в промышленности должны включать в себя элементы, обеспечивающие надлежащий уровень качества и надежности, бесперебойности снабжения, возможности использования альтернативных источников энергии и оперативного управления конфигурацией системы энергоменеджмента [82]. Окороков В.Р. и др. исследует элементы динамических инфраструктур, которые составляют основу интеллектуальных систем энергоменеджмента, в их состав входят виртуализация, программное обеспечение, интегрированный комплекс информационных ресурсов; в управлении интеллектуальными энергосистемами возрастает роль квалификации персонала, строгого соблюдения технологической дисциплины [83]. Интеллектуальные инструменты поддержки управленческих решений в области инвестиционного планирования энергоэффективных проектов представлены в работе Ануфриева В.П. и др. [47]. Важными компонентами данных инструментов являются блоки индикаторов энергоэффективности, их пороговые значения, а также базы данных с информацией о предшествующем опыте работы энергосистем. Многокритериальные диагностические инструменты позволяют отобрать только те проекты, которые являются оптимальными для системы энергетической безопасности

регионов в присутствии промышленных компаний. По мнению Выголовой Е.А. и др., важным этапом в интеллектуальной поддержке решений является виртуализация реального объекта энергетической политики, в основе которой является определение текущей технической конфигурации энергетической сети [84]. Инструменты программно-целевого подхода к внедрению международного стандарта рассмотрены в работе Каячева Г.Ф. и др., в которой авторы предлагают реализацию этапов цикла функционирования системы энергетического менеджмента на основе проектного подхода [85]. В каждом отчетном периоде на предприятии формируются цели, в рамках каждой из них формируется проект, набор проектов включает в себя все этапы зрелости системы менеджмента – от начального до оптимизированного. Автоматизированные системы энергетического менеджмента являются одним из этапов интеллектуализации энергетического менеджмента на промышленных предприятиях. Важной составляющей таких систем являются модели энергетического анализа, на основе которых готовится информация для принятия управленческих решений. Преимуществом таких автоматизированных систем, которые традиционно внедряются на всех крупных предприятиях, является возможность управлять производственным комплексом удаленно, избегая лишних трудозатрат на измерение и обработку информации. Казаринов Л.С. и др. анализируя существующие модели, определяют факторы энергопотребления, зависящие от объема производства и технологических условий, задающих отклонения в каждом производственном цикле [86]. Прогнозная функция на практике может реализоваться на основе текущей модели энергопотребления за счет экстраполяции с учетом коэффициента старения ретроспективной информации, выраженного в экспоненциальной форме. Прогнозирование энергопотребления на основе рассмотренных авторами моделей позволит обеспечить информацию для логистической системы предприятия и входные данные для составления годовых производственных планов для крупных промышленных предприятий. Актуальной задачей в рамках управления подобными системами становится управление потоками информации, процессом сбора релевантной информации об энергопотреблении, управление знаниями сотрудников и их энергоэффективными инициативами.

Кузнецов А.С. рассматривает работу интеллектуальных систем энергоснабжения (smart girds), под которыми понимается комплекс технических средств для

выявления слабых и уязвимых сторон с целью предупреждения потерь энергии и повышения надежности энергоснабжения конечных потребителей [87]. Интеллектуальная система обладает свойствами самодиагностики и самовосстановления в случае перебоев, обусловленных внутренней или внешней средой, общие принципы управления основаны на децентрализации, обеспечивающей гибкость процессов принятия решений. Особенностью таких систем является способность достигать энергоэффективности вне зависимости от размеров бизнеса, в отличие от традиционных систем, которые ориентированы на эффект от масштаба.

Интеллектуальные подходы получили распространение в диагностической функции в рамках рассмотренной ранее модели зрелости системы менеджмента. Кычкин А.В. и др. разработали многокритериальную модель оценки системы энергоменеджмента на предмет его соответствия процессной модели, заложенной в основе международного стандарта [88]. Для каждого из элементов цикла PDCA разработана система индикаторов, которая позволяет экспертным методом оценивать уровень развития системы с учетом заданного вектора развития. Структурная модель интеллектуальной системы состоит из операционной и решающей подсистем, которые позволяют собирать информацию по оценкам отдельных индикаторов энергоэффективности, сравнивать их с глобальными и локальными достижениями и в результате диагностировать текущее состояние, то есть уровень соответствия системы международному стандарту. Математическая составляющая модели оценки основана на нечеткой кластеризации и адаптивных нейронных сетях, позволяющих наглядно демонстрировать процессы, происходящие внутри системы.

Садриев и др. рассматривают особенности патентной деятельности предприятий в области энергосберегающих технологий как направление формирования структурного интеллектуального капитала [89]. Авторы отмечают, что предприятия фокусируют внимание на патентовании инновационных решений в области электрической энергии, подавляющая часть заявок в сфере энергосбережения в российских условиях напрямую не относится к производственным процессам. На российских предприятиях отмечается стабильно низкий уровень мотивации к разработке собственных энергоэффективных решений, который обусловлен финансовыми барьерами, отсутствием квалифицированных кадров и низким техно-

логическим уровнем производств. Это означает, что при построении системы интеллектуального менеджмента на предприятии необходимо сфокусироваться на планировании и мотивации патентной деятельности в области внедряемых энергоэффективных технологий.

Интеллектуальный энергетический менеджмент – это понятие, которое недостаточно четко определено в управленческой литературе, под ним мы будем понимать симбиоз интеллектуальных ресурсов и процессов планирования, организации, контроля и стимулирования в системе энергопотребления, опирающийся на инструменты поддержки принятия решений, которые обеспечивают адаптивность, децентрализацию и учитывают наряду с технологическими и финансовыми параметрами всю сложность внутренних и внешних социальных взаимодействий субъектов управления. Интеллектуальный энергетический менеджмент – это саморегулируемая система, которая основывается на рассмотренном нами ранее интеллектуальном подходе, импульсы к планированию энергоэффективности задаются не только извне (например, за счет роста цен на энергоресурсы или ужесточения государственного регулирования), но и внутри организации в рамках цикла постоянного совершенствования. Система интеллектуального энергетического менеджмента обладает также свойством самодиагностики уровня зрелости и развития внутренних бизнес-процессов, связанных с регулированием энергопотребления и внедрением энергоэффективных производственных технологий, а также адаптации альтернативных источников энергии.

Структурная модель интеллектуального энергоменеджмента. Современная управленческая среда характеризуется усилением динамики информационных потоков и необходимостью внедрения подсистемы управления знаниями и производственной информацией, которая отражает реальное состояние основного бизнес-процесса. Интеллектуальная поддержка управленческих решений основана на двух типах компонент, которые способствуют принятию решений в условиях подобной неопределенности и наличия большого количества качественной и количественной информации об объекте управления. Оценка релевантности и качества управленческой информации о технических процессах и организационной культуре энергосбережения и ее обработка осуществляются за счет интеграции

структурных и социальных компонент для поддержки управленческих решений (см. рисунок 1.6).

Структурные компоненты интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в сфере энергетического менеджмента представляют собой совокупность инструментов моделирования, контроля и прогнозирования, необходимых для формализации процессов управления и анализа существующей динамики развития системы энергетического менеджмента. Подобные инструменты имеют четкую структуру внутренних параметров, каждый из которых имеет какое-либо принятое обозначение, являющееся стандартом для внутренней среды организации. Внутри компании должен быть установлен стандарт данных по энергетическому менеджменту, обеспечивающий единство всех методов измерения. Важную роль в формировании структурных компонентов играет математическое моделирование и прогнозирование, которые с помощью перевода на параметрический язык всех реальных элементов системы энергетического менеджмента диагностируют текущую ситуацию и дают оценку возможных рисков, а также предлагают и обосновывают перечень мероприятий по решению конкретной практической задачи.

Структурные компоненты типичны для большинства организаций, которые уже внедрили программное обеспечение или иные инструменты автоматизации регулирования энергопотребления, предел их работы связан со снижающейся отдачей от использования все большего количества информации о внутренней среде энергопотребления, поскольку затраты на ее сбор возрастают пропорционально объему. Принятию управленческих решений способствует визуализация результатов моделирования с помощью различных информационных технологий и программного обеспечения, визуализация позволяет обоснованно принимать оперативные управленческие решения при осуществлении производственного бизнес-процесса. За счет стандартных аналитических и методических инструментов возрастает степень децентрализации управления производственной системой, когда альтернативные решения могут быть приняты, например, на уровне цехового менеджмента.

Социальные компоненты интеллектуальной поддержки опираются на человеческий капитал и интеллектуальный потенциал сотрудников, они касаются вза-

имоотношений субъектов управления внутри системы энергоменеджмента, их знаний и компетенций в технологической, экологической и экономической сферах. Предприятиям необходимо рассмотреть наряду с традиционными образовательными технологиями, которые являются основными практиками управления человеческими ресурсами при внедрении стандартов энергетического менеджмента, различные технологии повышения внутренней организационной культуры, интеграцию принципов энергосбережения в отдельные функциональные стратегии на предприятии. Специфическая область организационной культуры, обозначаемая нами как культура энергосбережения, представляет собой совокупность принципов и ценностей в области рационального использования энергии. Культура в большей степени отражает представления субъектов управления о бережном использовании природных ресурсов и роли возобновляемых источников энергии в развитии предприятий и сообщества в условиях усиливающихся глобальных климатических проблем.

Концепция *человеческого капитала в энергоменеджменте*, которая была подробно описана нами в работе [90], позволяет подчеркнуть важность социально-психологических факторов в управлении системой энергоменеджмента.

Под человеческим капиталом в энергоменеджменте мы понимаем совокупность знаний, умений и навыков сотрудников, которые составляют ядро компетенций в области энергетического менеджмента на всех уровнях предприятия и обеспечивают достижения наилучших мировых показателей использования энергетических ресурсов. Зачастую резервы энергосбережения, связанные с интеллектуальными человеческими ресурсами, оказываются скрытыми ввиду отсутствия внимания к инициативам работников и их компетенциям. Развитая система энергетического менеджмента позволяет запустить коммуникационные процессы внутри организации для улучшения информационного обеспечения всех этапов принятия управленческих решений в производстве [58]. Кроме того, мы отмечаем, что важным направлением инвестиционной политики в сфере энергоменеджмента являются инвестиции в обучение сотрудников для поддержания высокого уровня приверженности ценностям, заложенным в энергетической политике предприятия [91].

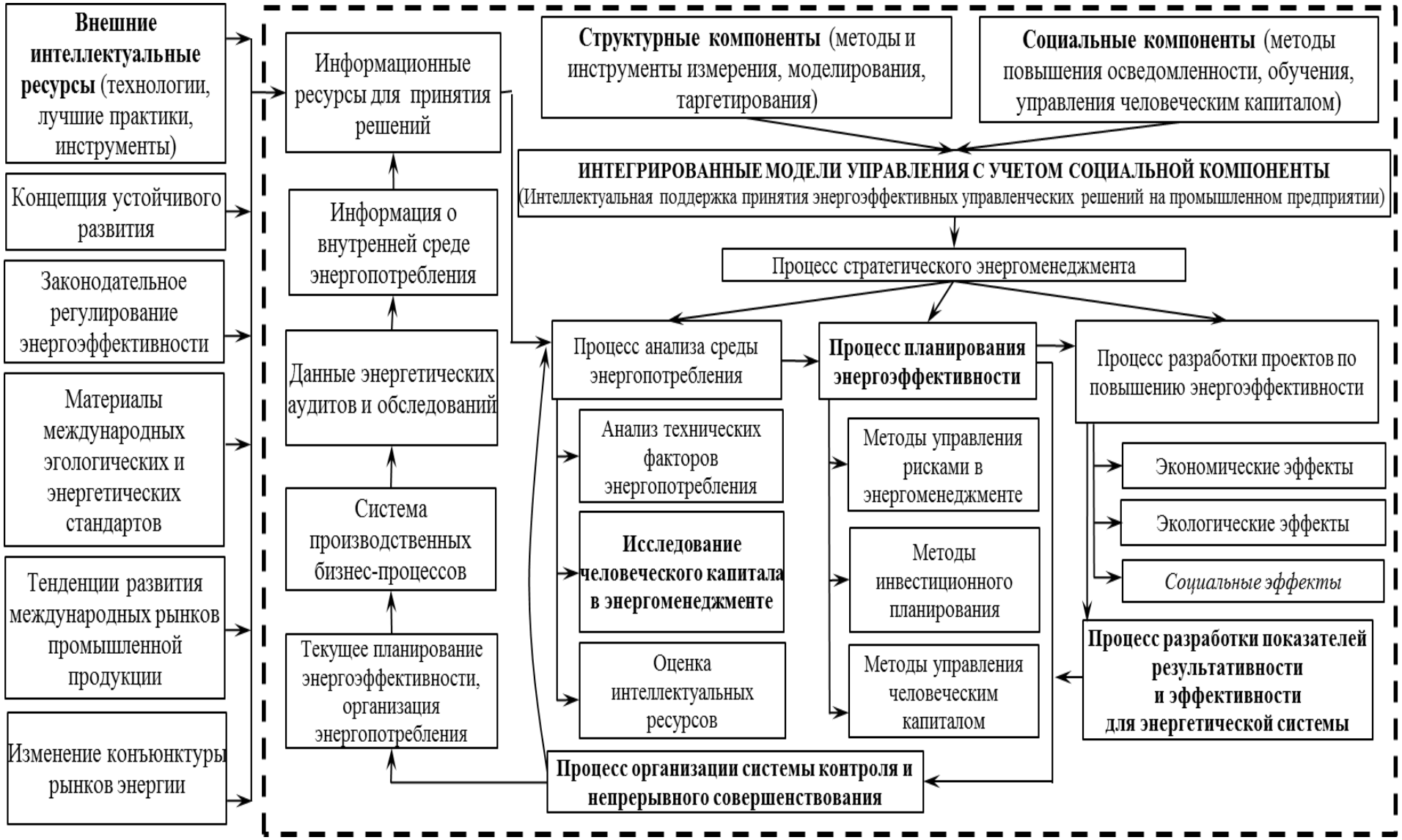


Рисунок 1.6 – Структурная модель интеллектуального энергетического менеджмента

Таким образом, на основе выделения нами структурной и социальной компонент как важнейших предпосылок интеллектуализации мы предлагаем структурную модель интеллектуального энергетического менеджмента, отражающая устройство внутренней управленческой среды, которая включает в себя такие элементы, как субъекты управления энергопотреблением (от стратегического до базового уровня), процессы управления (построение моделей анализа и прогнозирования, разработка и внедрение энергоэффективных проектов на предприятии) и управленческие функции (планирование, организация, контроль, стимулирование накопления человеческого капитала в энергоменеджменте). Модель состоит из двух крупных блоков, отражающих внешнюю и внутреннюю среду энергопотребления. Тенденции развития рынков промышленной продукции и энергетических ресурсов стимулируют разработку интеллектуальных ресурсов, направленных на повышение энергоэффективности, в них входят экологические и энергетические технологии и лучшие практики менеджмента. Кроме того, значительное влияние на процессы внедрения систем энергоменеджмента играет разработка международного стандарта, а также концепция устойчивого развития. В представленном виде модель фокусируется только на процессах управления энергосбережением, входным параметром является информация о внешней и внутренней среде, полученная на основе энергетических обследований или аудитов.

Процессы и функции интеллектуального энергоменеджмента. Основная часть нашего исследования системы интеллектуального энергоменеджмента сфокусирована на процессе принятия управленческого решения, состоящего из последовательности следующих этапов: *анализа среды энергопотребления* с учетом технических факторов и человеческого капитала в энергоменеджменте, а также интеллектуальных ресурсов, идентификации слабых и сильных сторон, возможностей и угроз, выработки альтернативных решений, их внедрения и корректировки. В *процессе планирования* энергоэффективности используется информация, полученная в ходе предшествующего анализа среды энергопотребления, его особенностью является формирование портфеля энергоэффективных проектов, которые были бы обоснованы с учетом потенциальных рисков и стратегий предприятия в области управления человеческим капиталом в энергоменеджменте. Процесс *стратегического энергоменеджмента* включает в себя оценку уровня зре-

лости системы энергоменеджмента и формирование показателей эффективности реализуемого портфеля энергоэффективных проектов, которые бы обеспечили интеграцию существующей системы энергоменеджмента в систему стратегического управления всем предприятием. Иными словами, важной задачей процесса стратегического энергоменеджмента является преемственность показателей эффективности энергетической системы и показателей эффективности реализации всего предприятия в целом.

Внутри предложенной модели мы выделяем функции. Во-первых, это *виртуализация реального объекта энергоменеджмента*, предполагающая построение структурной модели, отражающей основные технологические процессы и факторы, влияющие на них, а также процессы управления человеческим капиталом, такие как установление зон и центров ответственности, определение их индикаторов результативности и моделей реального поведения в условиях производства (рисунок 1.7). Во-вторых, это *сбор информации* о внутренней среде энергопотребления и использование внешних интеллектуальных ресурсов для последующего анализа. Внешние интеллектуальные ресурсы могут включать данные о наилучших доступных технологиях, применяемых передовыми предприятиями в условиях глобальной конкуренции, данные о лучших практиках энергоменеджмента и методах построения и управления энергетическими системами в промышленности, в состав таких ресурсов входят также технологии, повышающие экологическую эффективность реализуемых проектов. Сбор информации связан с ее организацией и хранением внутри локальной базы данных, включающей также актуальную информацию о существующих законодательных актах, регулирующих энергоэффективность на макроэкономическом уровне.

В-третьих, это комплексный энергетический *анализ* с учетом технических факторов, человеческого капитала и культуры энергосбережения. Методы такого анализа являются перспективным направлением исследования и будут обсуждены нами в дальнейшем. В-четвертых, это определение уязвимых мест и энергоэффективных технологий, способных снизить риски в данной сфере, а также *прогнозирование* состояния системы энергетического менеджмента и определение перспективной базовой линии с учетом наилучших доступных энергоэффективных технологий производства.

Рисунок 1.7 – Основные функции системы интеллектуального энергетического менеджмента под влиянием структурных и социальных компонентов на промышленном предприятии

В-пятых, это функция *корректировки* текущих и стратегических планов в энергоменеджменте в результате появления новых возможностей и альтернативных способов решений текущих задач, стоящих перед промышленным предприятием.

Организационная культура и человеческие ресурсы. Ключевое внимание в предложенной структурной модели уделяется вопросам развития человеческого капитала в энергоменеджменте на всех уровнях управления и соответствующей организационной культуры. Во-первых, при внедрении системы интеллектуального энергоменеджмента необходимо добиться высокого уровня лояльности, приверженности высшего руководства ценностям развитой культуры энергосбережения. Во-вторых, руководству компаний необходимо подчеркнуть значимость планирования и развития карьеры каждого энергоменеджера, стимулирования конкретных результатов его работы. Понимание конкретных целей и инструментов их достижения наряду с технологическими компетенциями позволит повысить лояльность на среднем и нижнем уровнях менеджмента. В-третьих, необходимым условием является перевод энергетической ответственности на уровень

отдельных сотрудников в производственной системе, внедрение показателей энергоэффективности в состав результатов, которых необходимо достичь в отчетном периоде. Распространение практик энергоэффективной работы за пределами производственных подразделений позволит достичь прямой экономии только на крупных промышленных предприятиях, с другой стороны, культура энергосбережения должна быть актуальной для предприятий любого масштаба, поскольку она повысить уровень удовлетворенности работой и значимость полученных результатов. Таким образом, вовлечение рядовых сотрудников компании в процесс реализации энергетической политики может повысить общую результативность компании. Karcher P. И др. отмечают, что успех внедрения системы энергоменеджмента зависит от четкого распределения ответственности и использования команд менеджмента и децентрализованных структур внутри организации [55]. Среди передовых практик управления человеческими ресурсами в системах энергоменеджмента применяются обучение сотрудников, еженедельные или ежемесячные консультации и совещания.

Важной составляющей системы интеллектуального энергоменеджмента является взаимодействие с внешней средой, которое приводит к расширению границ культуры энергосбережения. Большинство компаний часто прибегают к консультациям внешних специалистов и экспертов в области энергосбережения, которые помогают внедрить проекты в существующее производство. Hauser S. замечает, что на стратегию энергетического и экологического менеджмента влияют не только внутренние переменные и рынок, поддерживающий конкуренцию, а также государство как источник регулирования, но и социальная среда регионов [92]. Важными стейкхолдерами в вопросах интеллектуализации энергоменеджмента становятся не только потребители, но и инвесторы и поставщики предприятий, что особенно заметно в компаниях среднего размера. Подобные тенденции влияют на перераспределение рисков инвестиционных проектов, например, в рамках энергосервисных контрактов, когда в результативности производственной системы заинтересованы не только внутренние, но и внешние стейкхолдеры. В развитых странах интеграция интересов стейкхолдеров и получение всего спектра экономических, социальных и экологических эффектов происходит за счет постоянного совершенствования стратегии энергопотребления. В таких условиях также

меняется роль государства из субъекта регулирующего деятельность компаний, оно становится источником продвижения энергоэффективных технологий и методических инструментов управления энергосбережением в промышленности, что характерно для небольших развитых стран [92].

Предложенная модель позволит актуализировать использование и накопление интеллектуального капитала в управлении энергетической системой предприятия, сформировать устойчивую методическую основу для анализа внутренней среды энергопотребления и планирования энергоэффективности. Процессы развития человеческого капитала в энергоменеджменте определят внутренние границы индивидуальной ответственности в рамках производственного процесса и вне производственных подразделений. В дальнейшем исследовании необходимо определить условия внедрения предложенной структурной модели интеллектуального энергетического менеджмента на промышленных предприятиях, определить факторы, способствующие и ограничивающие совершенствование системы энергоменеджмента, а также разработать интеллектуальные инструменты интегрированного технического и социального анализа производственной среды и инвестиционного планирования проектов по энергосбережению. Необходимо сфокусировать внимание исследовании организационно-управленческих отношений, которые влияют на культуру энергосбережения и восприятие сотрудниками проблем энергоэффективности в общеорганизационном масштабе.

Выводы по первой главе

1. Энергетический менеджмент имеет стратегическое значение для развития национальных экономик, отраслей и отдельных предприятий, сокращение энергопотребления остается одним из ключевых факторов конкурентоспособности производимой продукции и оказываемых услуг. Промышленность как один из основных потребителей энергетических ресурсов в России концентрирует в себе значительные резервы повышения энергоэффективности, которые могут быть реализованы как за счет технологической модернизации, так и совершенствования подходов к управлению социально-экономическими и организационно-техническими системами. Нами отмечено, что в последние годы на государственном уровне были законодательно закреплены стратегии повышения энергоэффективности экономических субъектов, были запущены масштабные инвестиционные программы, призванные усилить конкурентоспособность российских предприятий. Однако серьезной проблемой остается низкий уровень мотивации российских предприятий к внедрению технологий энергосбережения ввиду сложных условий, сформировавшихся во внешней среде.

2. Значительное количество факторов, связанных с финансово-экономическим положением, технологическим развитием и доступностью интеллектуальных ресурсов, оказывают влияние на стратегии предприятий в области управления энергетическими системами. Проведенный нами анализ показал, что недостаток финансирования сказывается на стремлении предприятий выбрать проекты с минимальными масштабами и сроками окупаемости, системный эффект которых зачастую сомнителен. Несмотря на это, все большее число промышленных организаций, которые получили выходы на международные рынки, адаптируют системный подход к энергоменеджменту, основанный на методологии международного стандарта в области энергоменеджмента.

3. В нашем исследовании выделено три основных подхода, которых придерживаются предприятия при управлении системами энергоменеджмента. Первый из них обозначен как традиционный, основанный на типичных технологических решениях и подходах к обследованию внутренней среды, при таком подходе внимание акцентировано на текущих показателях энергоэффективности. Второй подход обозначен как системный, он состоит во внедрении международного стан-

дарта систем энергетического менеджмента, основанных на методологии PDCA. Третий подход является интеллектуальным, при нем возрастает роль интеллектуальных ресурсов в процессах управления энергосбережением на предприятии, внутреннего человеческого потенциала и культуры энергосбережения. Главным отличием такого подхода является гармоничное развитие технических и социальных элементов производственной среды промышленного предприятия.

4. Интеллектуальные ресурсы организации, такие как структурный и человеческий капитал играют значительную роль в информационной и аналитической поддержке процессов принятия управленческих решений в энергоменеджменте. В то время как производственные процессы являются основными бизнес-процессами на промышленном предприятии, интеллектуальный капитал играет вспомогательную роль, предоставляя спектр необходимых аналитических и методических инструментов для принятия управленческих решений. Мы предложили понятие «Интеллектуальный энергетический менеджмент», целью которого является обеспечение адаптации и децентрализации систем управления энергопотреблением, формирует необходимую базу для внедрения технологий автоматизации измерений, контроля и планирования энергоэффективности в текущей деятельности и в стратегической перспективе с учетом эффективного использования накопленного человеческого капитала.

5. В данной главе мы предложили структурную модель интеллектуального энергетического менеджмента, который включает в себя структурные и социальные компоненты поддержки управленческих решений, обеспечивающие процессы анализа, планирования и контроля необходимыми аналитическими и методическими инструментами. Важную роль в данной модели играют не только технологические факторы, но и накопленный организацией человеческий капитал в энергоменеджменте и внутренняя культура энергопотребления. Нами определено, что перспективным направлением является разработка методов интегрированного анализа социальных и технологических аспектов внутренней среды энергопотребления, которые бы позволили измерить уровень культуры энергосбережения и определить текущую конфигурацию энергоменеджмента для последующего принятия инвестиционных решений.

2 ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И МЕТОДИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ЛУЧШИХ ПРАКТИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ В РОССИИ

2.1 Исследование внутренней и внешней среды энергоменеджмента на металлургических предприятиях методом кейс-стади

Энергетическая стратегия России остается одной из наиболее актуальных тем в течение последних десятилетий, ключевым вопросом становится формирование новой энергоэффективной модели функционирования промышленности[21], [93], [94]. Перед российскими промышленными предприятиями стоит серьезная задача по внедрению системного подхода к энергетическому менеджменту, опираясь на ограниченные внутренние ресурсы и накопленный человеческий капитал. Ряд отраслей российской промышленности, где энергоемкость остается высокой ввиду технологических особенностей производственного процесса, находится под угрозой снижения конкурентоспособности вследствие повышения прямых затрат на производство и возрастания экологических платежей [95]–[97]. Прежде всего, к числу таких отраслей относятся добывающие и низкотехнологичные обрабатывающие отрасли, такие как нефтегазовая и металлургическая.

Энергосбережение в металлургии: обзор литературы. В целом отметим, что значительным потенциалом энергосбережения в развитых странах обладает металлургическая отрасль, в особенности черная металлургия, которая вносит также значительный вклад в эмиссию парниковых газов. При разработке энергоэффективных технологий для металлургии многими исследователями принимаются во внимание в первую очередь технологические факторы. Основными производителями в данном секторе являются компании Китая, Японии, Евросоюза, США и России, которые производят порядка 70 % всех черных металлов в мире [98]. К 2050 году металлургическая промышленность в развитых странах ОЭСР сократит эмиссию диоксида углерода почти вдвое (по благоприятному сценарию) именно за счет энергоэффективных технологий. Одной из наиболее перспективных с точки зрения энергоэффективности технологий в черной металлургии является электродуговое плавление стали, а также прямое восстановление железа (DRI). Значительной технической проблемой энергоэффективности является не

только непосредственная реализация технологии (например, использование устаревшей технологии, приводящей к потерям), но и недостаток качественного сырья для переработки и бедная сырьевая база [99]. Высокой энергоемкостью обладают и алюминиевая и медная отрасли, связанные со значительными затратами электрической энергии в производственном процессе.

Эксперты МЭА предлагают некоторые перспективные технологии в рамках энергосберегающих мероприятий в металлургии. К ним относятся: использование отходов пластика в процессе плавки; водородная плавка, технологии улучшения теплообмена FINEX, использование вторичных отходящих газов и т. п. [98]. В перспективе до 2030 года типичной технологией должно стать CCS (carbon capture and storage, улавливание и хранение углерода), которое было бы связано с процессами прямого восстановления железа. Общие дополнительные инвестиции для достижения таких технологических прорывов в секторе черной металлургии составят от 300 до 400 млрд. долларов в период до 2050 года.

В своем исследовании систем энергоменеджмента в российской промышленности Третьякова М.В. отмечает, что самооценка эффективности систем энергоменеджмента на крупнейших предприятиях разнится, что особенно заметно в металлургическом секторе [94]. К оцениваемым критериям эффективности относились доля затрат на энергию в себестоимости, затраты на мероприятия в области энергосбережения как процент общих затрат на топливно-энергетические ресурсы, а также экономия энергоресурсов в денежном выражении. Относительно высокую оценку (порядка 45 баллов из 100) получило предприятие ПАО «ММК», значительно более низкие оценки у ОК «РУСАЛ» и ПАО «Северсталь»; общее число энергоэффективных компаний относительно высоко в нефтегазовом и машиностроительном комплексах. Повышение рейтинга энергоэффективности сильно коррелирует с внедрением системного подхода к энергоменеджменту на основе международного стандарта, а энергетическая результативность, как правило, не связана с общей эффективностью работы компании [94]. Алтухова М.В. заключает, что основными источниками потерь энергии в промышленности являются системы электроснабжения и теплоснабжения предприятий, однако внедрение энергоменеджмента не следует начинать исключительно с технических мероприятий, важной задачей является выработка энергетической политики и связан-

ной с ней стратегии, основанной на реалистичной оценке потенциала экономии[34]. Гельманова З.С. и др. при изучении примеров технических усовершенствований в металлургической отрасли отмечают важность повышения КПД тепловых агрегатов, изменение систем газо- и водоочистки [99]. Значительный вклад в энергосбережение вносят также энергосберегающие строительные конструкции.

Лившиц И.И. и др. обращают внимание на организационные проблемы внедрения системного энергоменеджмента в низкотехнологичных отраслях российской промышленности, вводя в процесс внедрения такие этапы, как создание команды энергоменеджмента, проведение gap-анализа (анализа причин «разрыва» между реальной ситуацией и желаемым результатом), а также внедрение плана постоянного улучшения [100]. По мнению авторов, учет энергоэффективности оборудования и его структурный анализ позволят выявить наиболее уязвимые области энергетической инфраструктуры в производственной системе предприятия. В работе также приводятся типичные ошибки, которые делают предприятия в ходе анализа внутренней среды энергопотребления: отсутствие единой базы для сравнения различных энергетических ресурсов, наличие выводов, сделанных на неполных или недостоверных данных об объекте, а также избирательность в анализе данных по отдельным направлениям.

Металлургия является одной из наиболее консервативных отраслей в области технологического развития, с другой стороны, она характеризуется одним из самых высоких показателей удельных энергозатрат на производство единицы продукции. Все это говорит о том, что потенциал энергосбережения в ближайшие десятилетия возможно реализовать только за счет гибкой, сфокусированной стратегии управления, ориентированной на интенсивное использование интеллектуальных ресурсов в планировании, энергетическом анализе и мотивации сотрудников предприятий. На основе предшествующего анализа литературы мы можем сформулировать ряд исследовательских вопросов для дальнейшего анализа.

Вопрос 1. В чем специфика производственных и организационно-экономических условий внутренней среды промышленных предприятий в современной России и насколько она определяет особенности технологий и подходов к

планированию, организации и контролю энергопотребления, а также мотивации энергосбережения?

Вопрос 2. Какие факторы внутренней и внешней среды энергетического менеджмента определяют успех или провал внедрения мероприятий в области повышения энергетической результативности в российских промышленных компаниях?

Вопрос 3. Какие интеллектуальные ресурсы и технологии используются компаниями для достижения конкурентоспособности в области энергетической результативности? Какие структурные и социальные компоненты интеллектуальной поддержки решений применяются предприятиями на практике?

Вопрос 4. Насколько проблемы достижения энергетической результативности актуальны для внутренних стейкхолдеров и насколько глубока их осведомленность о проблемах энергосбережения?

Методика исследования и данные. Для поиска ответов на поставленные исследовательские вопросы мы используем метод кейс-стади – подробный анализ конкретного случая, примера конкретной организации. Анализ определенного объекта исследования или случая – кейс-стади – является одним из традиционных методов исследования в современном менеджменте. Данный метод ассоциируется обычно исключительно с качественными данными, хотя может включать и элементы количественного анализа. Метод кейс-стади предполагает исследование одного или нескольких случаев, связанных общим исследовательским вопросом, он отличается детальным анализом каждого объекта исследования по заданным направлениям (см. рисунок 2.1). Целью анализа является, как правило, изучение ряда факторов, которые влияют на процессы принятия управленческих решений на конкретном объекте исследования (организации), данная цель достигается на основе детального качественного анализа внутренней среды и условий внешней среды, конкурентной среды и дальнего окружения [101]. Преимуществом кейс-стади является возможность напрямую проследить социальные явления и связи субъектов, то есть интересующие нас организационно-управленческие отношения, возникающие в ходе решения той или иной задачи в области энергоменеджмента [102].

Рисунок 2.1 – Методы кейс-стади и их особенности

Примечание к рисунку 2.1: Составлено автором по [101], [102]

Серьезной методической проблемой является внешняя общезначимость (валидность) или способность использовать результаты полученных исследований во всех других объектах данного типа [101]. Иными словами, перед нами встает проблема справедливости полученных результатов для всего ряда компаний, которые функционируют в похожих условиях. В данном случае мы используем метод типичного или репрезентативного случая (typical representative case), что означает, что рассмотренные компании по ряду выделенных далее критериев являются типичными представителями отрасли. Таким образом, ответы на поставленные исследовательские вопросы позволят сделать общую оценку проблем энергоменеджмента в отрасли и перспективы внедрения инструментов интеллектуального энергоменеджмента.

Конкретные объекты исследования в нашем случае это четыре российских промышленных организации, входящие в состав вертикально интегрированного металлургического холдинга АО «Уральская горно-металлургическая компания» (АО «УГМК»). Производственная цепочка холдинга включает в себя переделы от добычи руды до производства конечной металлургической продукции. АО «УГМК» работает в медной, свинцовой, угольной отраслях, а также в сфере черной металлургии. Стратегия диверсификации, реализуемая руководством, позволила включить в состав холдинга строительные и агропромышленные предпри-

ятия. В целом мы можем отметить, что конкретный объект исследования методом кейс-стади является типичным российским промышленным холдингом, ориентированным на международные рынки. Социально-экономическая ситуация в отрасли и в стране в целом определяет необходимость технологической модернизации производства предприятий холдинга: проблемы энергоэффективности в связи с этим обретают особую актуальность.

В состав обследованных организаций входят АО «Уралэлектромедь», ООО «УГМК-Сталь» (Тюменское электросталеплавильное предприятие), ПАО «Надеждинский металлургический завод (г. Серов) и АО «Кировский завод по обработке цветных металлов». Перед каждым из обследованных предприятий стоит задача повышения энергетической эффективности, каждая из организаций имеет свои территориальные границы и работает в специфических рыночных условиях, характеризуется особыми условиями внутренней среды. Несмотря на то, что предприятия входят в один холдинг, они характеризуются различными условиями внутренней производственной среды, климатическими условиями регионов присутствия и различными целевыми рынками, все это делает анализируемую группу предприятий комплексным объектом анализа.

Материалы, используемые в данном исследовании, включают в себя внутреннюю управленческую отчетность, технические производственные отчеты, данные проведенных энергетических аудитов, результаты внутренних обследований и опросов сотрудников, а также внутренние технические и управленческие нормативные документы: должностные инструкции, технические условия, технологические инструкции и материалы еженедельной производственной отчетности. Кроме того, в дальнейшем исследовании мы применяем материалы оригинального опроса, проводимого в 2016 и 2017 годах на предприятиях холдинга по разработанной нами анкете.

По материалам годовой и квартальной отчетности был проведен обзор основных факторов риска, которые могут способствовать снижению конкурентоспособности рассмотренных предприятий. Во-первых, это значительная зависимость финансового положения компаний от конъюнктуры международных рынков металлов, поскольку некоторые виды медной продукции зарегистрированы на Лондонской бирже металлов. Рынок цветных металлов, таких как медь, цинк,

свинец, играет одну из ключевых позиций в мировой промышленности, потребление таких металлов зависит от общих темпов социально-экономического развития стран Европейского союза, Китая и США. Цены на медь на международных рынках неуклонно снижаются, и сокращается уровень дефицита металла. Кроме того, фактором риска является снижение внутреннего спроса в России из-за затяжного финансового кризиса в стране. Основными конкурентами компании также являются крупные промышленные предприятия, такие как ГМК «Норильский Никель» и Русская Медная Компания: конкуренция ведется за доступ к сырьевым базам. Успех предприятий на рынке, таким образом, зависит от приобретения пакетов акций горнодобывающих компаний и перерабатывающих производств.

Во-вторых, предприятие учитывает риски внутри цепочки сырьевых поставок, которые уменьшаются за счет вертикальной интеграции производств. Изменение цен на закупаемое сырье умеренно влияет на деятельность компаний холдинга: на практике реализуются программы замещения импортного сырья и оборудования, направленные на поиск и кооперацию с внутренними производителями аналогичных видов продукции. В-третьих, при анализе деятельности компаний необходимо учесть страновые и региональные риски, связанные с расширением объема санкций иностранных государств, обусловленных неопределенностью внешней политики России. В состав данных рисков можно включить и социально-экономические риски, связанные с развитием локального сообщества и функционированием рынка труда. Процессы создания свободного рынка товаров замедляются в последние годы в связи с экономическим кризисом и значительной долей заказов государственного сектора на объеме продукцию обрабатывающих производств. Кроме того, затрудняются условия предпринимательской деятельности и снижается качество свободной конкуренции. Основными факторами риска также являются перспективные изменения в законодательстве: в сфере налогового и валютного регулирования, в требованиях к лицензированию деятельности компаний, входящих в холдинг.

Проанализированные факторы риска свидетельствуют о том, что на момент исследования компании находятся в сложных условиях развития, сформированных не только конкурентными силами, но и за счет влияния факторов внешней среды – политических, социально-экономических и правовых, которые в бли-

жайшие годы, возможно, ухудшат положение компаний. Предприятия холдинга также сильно подвержены влиянию сигналов мировой конъюнктуры рынков промышленной продукции. Несмотря на это, усиливающиеся процессы девальвации рубля приводят к росту экспортной выручки обследуемых предприятий. Анализ деятельности компаний позволяет заключить, что основной конкурентной стратегией предприятий является фокусирование на снижении издержек. В таких условиях оптимизация стратегий энергосбережения и поиск новых путей для активизации внутренних инициатив по энергоменеджменту являются обязательным условием повышения конкурентоспособности предприятий.

Основные характеристики обследуемых предприятий рассмотрены в таблице 2.1, в нашем исследовании мы сфокусировались на параметрах, которые важны для определения особенностей энергетической инфраструктуры предприятий. АО «Уралэлектромедь» производит цветные металлы и их соли, в частности, медные аноды, катанку и гранулы, а также драгоценные металлы. Производство энергоемкое, поскольку включает не только пирометаллургические переделы, но и электролитическое рафинирование меди. ПАО «Надеждинский металлургический завод» специализируется на секторе черной металлургии, производя чугун и прокатную продукцию, такую как трубная и осевая заготовки. Предприятие занимает второе место среди производителей конструкционной стали и сортового проката по результатам 2015 года. ООО «УГМК–Сталь» занимается производством стали на основе электродуговой сталеплавильной технологии. Производство характеризуется высокой емкостью по электрической энергии, ежегодно предприятие затрачивает порядка 310 млн. кВт*ч энергии. АО«Кировский завод ОЦМ» занимает первое место по России в области производства медного, латунного и бронзового проката, производство менее энергоемкое, чем на остальных предприятиях.

Все обследованные предприятия являются крупными игроками в своих отраслях, занимают 1–3 места среди производителей аналогичной продукции в России, численность персонала, занятого на каждом предприятии, как правило, более 1000 человек. Финансовое положение всех предприятий, кроме предприятия АО«Надеждинский металлургический завод», можно охарактеризовать как удо-

влетворительное. Практически все обследованные предприятия вне зависимости от финансового положения ведут активную инвестиционную политику.

Таблица 2.1 – Основные характеристики обследуемых предприятий металлургического холдинга по итогам 2015 года

Характеристика	АО «Уралэлектромедь»	ООО «УГМК–Сталь»	ПАО «Надеждинский металлургический завод»	АО «Кировский завод ОЦМ»
Регион присутствия	г. Верхняя Пышма, Свердловская область	г. Тюмень, Тюменская область	г. Серов, Свердловская область	г. Киров, Кировская область
Рынок сбыта	Экспортно-ориентированное предприятие	Россия	до 65 % – Россия, рынок чугуна экспортноориентированный	до 90 % – Россия
Численность персонала, чел.	7258	1046, на 90 % местные жители	3665	948
Вид продукции	Продукция производственно-технического назначения из меди и драгоценных, редких и рассеянных металлов	Широкая номенклатура легированных, конструкционных и арматурных видов стали	Чугун, сталь, прокат, агломерационные материалы	Латунный, медный, бронзовый прокат, продукция из цветных металлов
Производительность	376 тыс. тонн меди, 208 тонн драгоценных металлов и другая продукция	550 тыс. тонн, ежегодно утилизируется 650 тыс. тонн металлолома	351 тыс. тонн чугуна, 642 тыс. тонн проката	21,8 тыс. тонн проката цветных металлов в 2015 году
Общее финансовое состояние предприятия	Рентабельность продаж 10,9 % в 2015 году	Рентабельность колеблется на уровне 1,5–2 % в 2014–2015 годах	Предприятие убыточно, в 2015 чистый убыток составил 2 млрд. рублей	Рентабельность продаж колеблется в пределах 1 % в 2014–2015 годах
Инвестиционная деятельность предприятия	Ежегодные инвестиционные затраты – порядка 1,5 млрд. рублей в 2015 и 2016 годах, инвестиции в совершенствование производственного процесса, проектные работы	Инвестиционные затраты в 2015 году – 150 млн. рублей (модернизация производства, опытно-конструкторские работы)	Инвестиционные затраты в 2015 году – менее 100 млн. рублей (модернизация основного производства)	Инвестиционные затраты 884 млн. рублей в 2015 году (модернизация основного производства)

Результаты анализа методом кейс-стади и их обсуждение. В данном разделе параграфа мы приведем основные результаты нашего анализа по ряду пунк-

тов, которые затем позволят нам ответить на поставленные в начале исследовательские вопросы.

Общая характеристика энергетической инфраструктуры обследованных предприятий включает все технические, организационные и экономические элементы системы производственного менеджмента. Финансовое состояние предприятий позволяет им поддерживать приемлемый уровень поддержки и обновления технических средств, составляющих основу энергетической инфраструктуры. Далее мы проанализируем структуру затрат на энергетические ресурсы и энергоемкость производства (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Основные энергетические затраты обследуемых предприятий в 2014 и 2015 годах

Вид энергетического ресурса	АО «Уралэлектромедь»		ПАО «Надеждинский металлургический завод»		АО «Кировский завод ОЦМ»	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Тепловая энергия, млн. рублей	167,9	171,4	554,5	560,6	52,1	72,1
Электрическая энергия, млн. рублей	997,5	943,5	1062,6	1045,2	196,0	203,1
Бензин автомобильный, млн. рублей	61,3	66,3	5,2	4,8	2,7	2,5
Топливо дизельное, млн. рублей	88,4	86,2	2,8	2,8	1,6	1,8
Мазут топочный, млн. рублей	26,4	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Газ природный, млн. рублей	472,9	474,8	649,7	694,3	10,2	10,6
Итого энергетических ресурсов, млн. рублей	1814,4	1767,2	2274,8	2307,7	262,6	290,1
Полная себестоимость продукции, млн. рублей	15849,7	18310,9	11036,0	12716,0	6170,5	7507,7
Доля энергетических затрат в себестоимости, %	11,4	9,7	20,6	18,1	4,3	3,9

Примечание к таблице 2.2: составлено автором по материалам ежегодной отчетности предприятий

Из приведенной таблицы 2.2 видно, что энергоемкость производств, рассчитанная как доля затрат на энергию в полной себестоимости продукции, достаточно высока. Доля энергозатрат колеблется в пределах от 4,3 до 20,6 % для обследованных предприятий. Особенно высокий уровень затрат, обусловленный высоким уровнем потреблением газа и электрической энергии, наблюдается на АО «Надеждинский металлургический завод». В течение анализируемого периода наблюдается сокращение энергозатрат, однако при анализе более продолжитель-

ного периода (например, 2013–2016-х годов) видно, что энергоемкость остается примерно на одном и том же уровне – в пределах 2–3 %.

Предприятия имеют в своем составе вспомогательные производственные фонды, которые преобразуют электрическую и тепловую энергию для нужд производства и его обслуживания. Все металлургические процессы требуют значительного количества затрат энергии, однако, несмотря на это, основной статьей затрат остаются сырье и материалы. Затраты на обслуживание энергетических хозяйств предприятий играют важную роль в общей смете затрат на производство.

Инструменты и методы планирования. Проведенное обследование показало, что предприятия находятся на различных этапах развития внутренней системы энергетического менеджмента, однако, все предприятия придерживаются системного подхода к анализу и планированию. Практически на всех предприятиях разработаны типовые проекты энергетической политики, которые основаны на методологии PDCA. Так на Надеждинском заводе в политике обозначено, что предприятие заинтересовано в устойчивом развитии, организации и улучшении процессов энергосбережения. Основным документом, регулирующим системный подход к энергоменеджменту, является письменно закрепленная энергетическая политика; ее пример, составленный по образцу, применяемому на АО «Уралэлектромедь», приведен на рисунке 2.2. Подобная структура и иерархия целей, принципов и обязательств характерна для всех рассматриваемых предприятий. Важным компонентом политики является наличие целей и обязательств, которые включают стратегические направления развития внутренней энергетической инфраструктуры и операционные индикаторы, на которые следует ориентироваться при составлении текущих планов. Анализ политики позволяет заключить, что она охватывает все аспекты внутренних бизнес-процессов – от основного производственного до управляющих, таких как управление персоналом и инвестиционное планирование.

На предприятиях ежегодно проводятся энергетические аудиты, которые призваны установить соответствие внутренних систем отдельным пунктам требований международного стандарта. Типичными проблемами, выявляемыми в ходе внутренних энергоаудитов является низкий уровень формализации и организации процессов энергосбережения, начиная от процессов документационного обеспе-

чения – разработки соответствующих технологических инструкций и методик, до установления центров ответственности и регламентации конкретных этапов внедрения мероприятия. Зачастую инвестиционные планы включают только те мероприятия, которые имеют низкие сроки окупаемости, то есть от них возможно получить «быстрый» эффект.

Рисунок 2.2 – Типичная энергетическая политика промышленного предприятия из обследованной группы (на примере АО «Уралэлектромедь»)

Примечание к рисунку 2.2: Составлено автором по материалам Энергетической политики АО «Уралэлектромедь».

Данные энергоаудитов дают гораздо больше качественной информации для дальнейшего качественного анализа, чем традиционные количественные технико-экономические показатели, поскольку они дают представление о развитии всех элементов системы энергоменеджмента (данные аудитов, проведенных предприятиями, используемые в данном исследовании, приведены в Приложении Б). Как правило, аудиторы имеют готовую шкалу, по которой ведется оценка соответствия, значительная часть анализа посвящена изучению документальных подтверждений, подробных инструкций работы, зафиксированных зон ответственно-

сти, ресурсного обеспечения и т. п. На каждом предприятии был разработан план-график проведения аудита и обозначены центры ответственности.

Участие в проектах энергоэффективности. Все обследуемые методом кейс-стади предприятия имеют особенность – в течение двух лет они участвовали в мероприятии ЮНИДО (UNIDO) по энергосбережению [103]. ЮНИДО является международной организацией, работающей при ООН, призванной поддержать всеобщее устойчивое развитие промышленных предприятий в развивающихся странах. Высокие темпы индустриализации как основного движущего фактора в развивающихся странах ставят экологические и энергетические проблемы на первое место, обуславливая необходимость внедрения энергетического менеджмента в промышленность. Индустриальная трансформация зачастую сопровождается негативным воздействием на окружающую среду и усилением социального неравенства, поэтому придание индустриальным ценностям социальной значимости является важной задачей предприятий. Организация специализируется на продвижении системного подхода к энергоменеджменту на основе стандарта ISO 50001, она на бесплатной основе оказывает предприятиям помощь и методическую поддержку в области программ энергосбережения, реализации инвестиционных программ. Основное внимание уделяется выработке профессиональных компетенций в области организации и контроля мероприятий по энергосбережению на предприятиях, снабжению локальных команд энергоменеджмента необходимыми инструментами планирования и контроля. В 2016 году программы ЮНИДО в России были прекращены в связи с их плановым завершением и, возможно, обострением внешнеполитической обстановки в стране. Между тем, анализ опыта их реализации в условиях российской экономики является важным этапом в осознании интеллектуальных подходов к развитию системного энергетического менеджмента в промышленности.

Предприятия холдинга участвовали в мероприятии ЮНИДО по энергосбережению в период с ноября 2014 года по январь 2016 года, весь этот промежуток времени можно разделить на этапы, приведенные в хронологической последовательности, анализ которых мы проведем в дальнейшем. С ноября 2014 года инициатива была запущена на уровне руководства холдинга, на *первом этапе* была проведена серия вебинаров (специализированных семинаров с использованием

дистанционных средств связи на основе веб-технологий), задачами которых были разъяснения сути предполагаемых проектов потенциальным участникам и поиск членов инициативной команды энергоменеджмента, которые бы являлись агентами перемен внутри промышленных предприятий. В вебинарах участвовали две стороны – эксперты ЮНИДО и инициативные группы, отобранные с каждого предприятия. Основным фактором успеха на данной стадии является формирование эффективных инструментов коммуникации участников совместного проекта для обмена данными, информацией и опытом. Эксперты и члены команд имели возможность наладить обратную связь и обмен проектными документами, шаблонами и черновиками на платформе облачных сервисов совместного хранения и редактирования информации. Использование подобного инструмента интеллектуального менеджмента позволило в скором времени построить эффективный процесс коммуникации. До этого периода представители менеджмента использовали только внутренние системы электронного документооборота и электронную почту, которые не позволяли достигнуть высокого уровня коммуникации. Таким образом, результатом первого этапа было закрепление у участников проекта теоретических представлений о системе энергетического менеджмента и уяснение положительных сторон системного подхода.

На *втором этапе*, который проходил весной-летом 2015 года, были предприняты практические шаги по обсуждению и корректировке энергетической политики предприятий. Была заново разработана энергетическая политика Надеждинского завода, в новой редакции были введены принципы, лежащие в основе концепции устойчивого развития. На каждом предприятии параллельно были запущены процессы администрирования – велось документационное обеспечение проектов и поиск внутренней информации для планирования энергосберегающих мероприятий. На предприятиях были подготовлены приказы по внедрению команд энергоменеджмента, в которых указывались центры ответственности для каждого проекта и методы стимулирования персонала. Основное внимание на втором этапе уделялось различным аспектам энергетического анализа; участникам предлагалось проанализировать не только привычную количественную технико-экономическую информацию, но и качественные аспекты работы подразделений по улучшению системы энергетического менеджмента. Выявлялись слабые

места, проводился анализ проблем, возникающих в производстве. Основным фактором успеха реализации второго этапа стал накопленный предприятиями человеческий капитал, в частности, знания сотрудников об энергетической инфраструктуре, ключевых проблемах, возникающих на практике управления энергоэффективностью производства. Существенной проблемой стал процесс сбора необходимой для энергоанализа информации, для данного процесса использовались специальные листы со списками показателей и обозначались центры ответственности, владеющие необходимой информацией. На данном этапе была выявлена системная проблема – отсутствие автоматизации в сборе, хранении и обработке информации на централизованной основе. За счет множества несвязанных программных компонентов возникала сложная цепь аналитических процедур, которые в итоге проводились с помощью традиционных офисных программ, таких как MS Excel. Все это требовало дополнительных человеко-часов времени. Для решения данных проблем ЮНИДО рекомендовала участникам некоторые направления совершенствования и интеграции программных продуктов.

На *третьем этапе*, который осуществлялся летом и осенью 2015 года, команды энергоменеджмента работали над внедрением, данный этап был посвящен вопросам практического планирования мероприятий с учетом текущих условий реальных производственных систем, а также обсуждению этапов внедрения планов. Основное внимание было уделено вопросам оптимизации энергопотребления непосредственно в рамках производственных процессов, таких как сталеплавильное производство на Тюменском заводе УГМК – Сталь и производство медных анодов на АО «Уралэлектромедь». Фактором успеха на этапе внедрения стал поиск адекватных решений по энергосбережению с финансовой точки зрения, а также поиск инвестиционных возможностей внутри компании. Для этих целей предприятия отбирали самые реалистичные варианты инвестиционных сценариев в зависимости от текущих и перспективных возможностей, используя различные критерии ранжирования. Ключевыми среди них были срок окупаемости проекта и общий объем инвестиций, который, как правило, не превышал 50–60 млн. рублей на один проект. В итоге для каждого предприятия был сформирован список возможностей с конкретными показателями экономии и сроками внедрения (Приложение Б). Список включал как возможности обучения персонала, таки и меропри-

ятия в технической сфере со значительными затратами. Для прогнозирования эффективности обучения персонала использовались только оценки экспертов.

На *четвертом этапе* в январе 2016 года проводился энергоаудит по результатам внедрения мероприятий. Целью аудита был анализ изменений в локальных системах энергетического менеджмента после внедрения организационных и технических решений. Пример результатов энергетического аудита на одном из предприятий приведен на рисунке 2.3, он позволяет заключить, что по подавляющему большинству пунктов предприятию удалось усовершенствовать системный подход к энергоменеджменту, в особенности по пунктам планирования базовой линии. В рамках инициатив по энергосбережению ЮНИДО также получила обратную связь от участников, которые отметили развитие своих навыков работы в команде.

В нашем анализе мы уделим внимание некоторым структурным элементам интеллектуализации управления, которые были адаптированы на практике. На обследованных предприятиях на практике применяются технологии планирования энергосбережения на основе регрессионных моделей и последующего таргетирования. В состав моделей предприятиями были включены специфические параметры, характерные для каждого объекта планирования, такие как разница температур внутренних и внешних контуров, объем произведенной продукции, затраты на техническое обслуживание энергетической инфраструктуры и т. п. Климатические условия компенсируются путем ввода показателя градусо-суток отопительного сезона (heating degree days, HDD), который отражает длительность периода, когда температура в регионе была выше, чем базовый показатель, установленный на уровне 15,5 градусов по Цельсию.

В планировании на предприятиях используются внешние данные для расчета показателей HDD, данные метеостанций, расположенных в регионе присутствия, публикуемые на сайтах станций. В каждом случае зависимой переменной являлось конечное потребление конкретного энергетического ресурса, например, природного газа или электрической энергии.

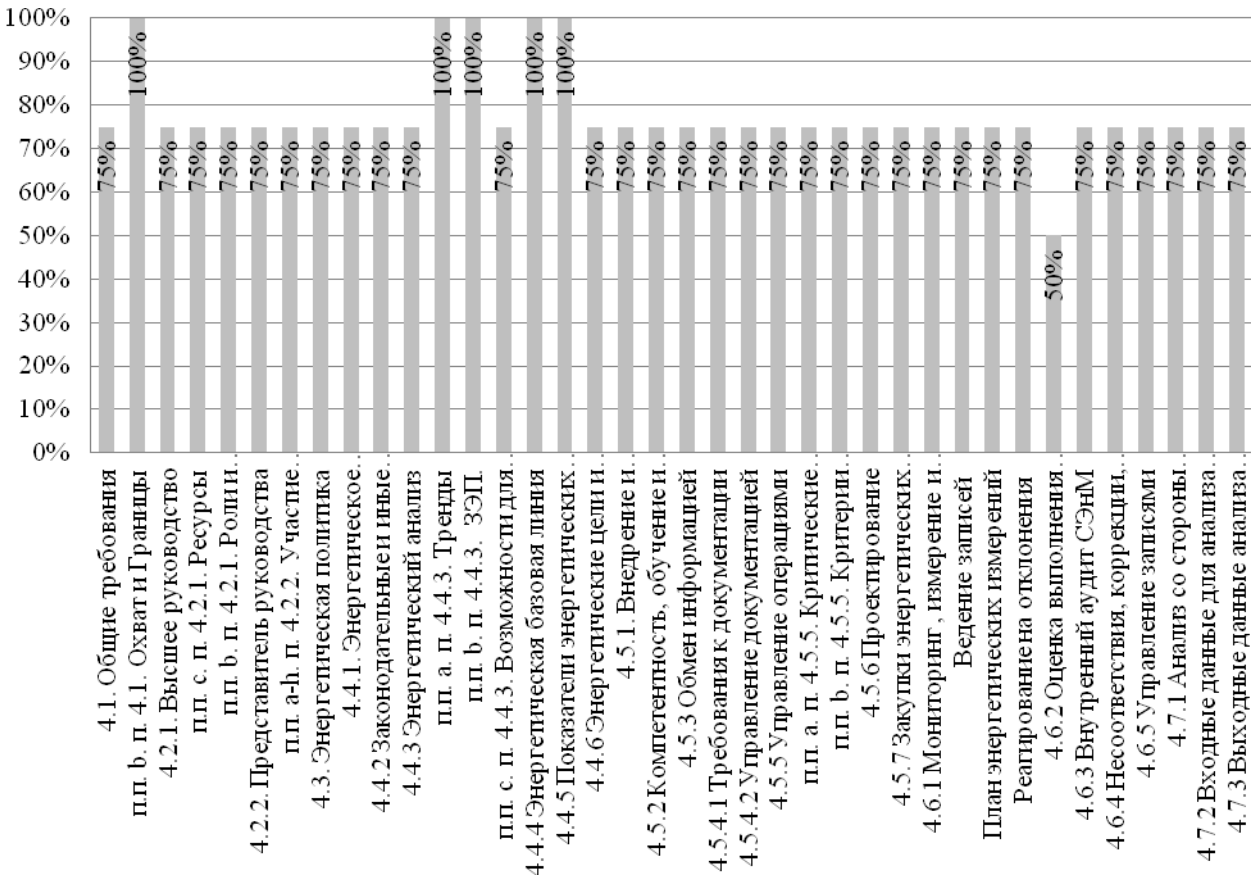


Рисунок 2.3 – Результаты энергетического аудита, проводимые на ООО «УГМК–Сталь» в 2016 году после участия мероприятии ЮНИДО по энергосбережению. Пункты, указанные на рисунке, обозначают пункты текста международного стандарта [42]

Общий вид модели, используемой на предприятиях, приведен далее (уравнение (2.1)):

$$E_t = \alpha_0 + \alpha_1 GP_t + \alpha_2 TE_t + \alpha_3 HDD_t + \varepsilon, \qquad (2.1)$$

где

E_t – показатель текущего потребления энергии, кВт*ч или Гкал;

α – коэффициенты уравнения регрессии;

GP_t – объем производства в период t (например, вес выпуска стали за один период);

TE_t – технические параметры производственного процесса в период t (например, разница температур двух контуров оборудования и т. п.);

HDD_t – показатель градусо-суток отопительного сезона.

В частности, для одного из производственных подразделений для процесса электродуговой плавки стали на ООО «УГМК–Сталь» использовалась следующая специфическая модель (уравнение (2.2)):

$$E_t = \alpha_0 + \alpha_1 ST + \alpha_2 GP^S_t + \alpha_3 SET + \alpha_4 CH_4 + \alpha_5 O_2 + \alpha_6 C + \varepsilon, \qquad (2.2)$$

где

ST – общая длительность плавки в печи, минуты;

GP^S_t – вес выпуска стали за одну плавку t, кг;

SET – время нахождения металла под током, минуты;

CH_4 – расход природного газа в пересчете на метан, м^3 на одну плавку;

O_2 – расход кислорода, м^3 на одну плавку;

C – расход углерода, м^3 на одну плавку;

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6$ – коэффициент уравнения регрессии.

При расчете коэффициентов уравнения регрессии на основе материалов внутренней статистики определяются конкретные параметры модели, которые затем используются для расчета ожидаемого потребления энергии. Описательные статистики переменных, используемых для моделирования ожидаемого энергопотребления, приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Описательные статистики основных переменных, используемых для моделирования

Показатель производственного процесса	Минимум	Максимум	Среднее	Среднекв. отклонение
Вес выпуска стали за плавку, кг	61400	121900	75556	3683
Время плавки, мин	39,9	120,0	62,9	12,1
Время, которое металл находится под током, мин	31,5	52,8	40,9	2,8
Количество загружаемого лома, т	55,2	465,6	89,4	6,6
Расход кислорода на плавку, м^3	1886,0	3615,0	2678,4	177,6
Расход углерода на плавку, кг	10,0	1200,0	630,6	142,9
Расход природного газа на плавку, м^3	209,0	627,0	400,7	55,7
Потребление электроэнергии фактическое, МВт*ч	25,5	41,0	32,6	2,1
Расход электроэнергии на тонну стали, кВтч на т	252,3	540,4	431,5	29,0

На первой стадии анализа по материалам производственной отчетности рассчитываются коэффициенты регрессии по модели 2.2 (таблица 2.4). В рассчитанном примере приведены данные по всем 5138 плавкам, произведенным в 2015 году на предприятии ООО «УГМК–Сталь», на других предприятиях применяются модели, в которых используют данные по месяцам. Ожидаемое потребление, рассчитанное на основе подстановки значений коэффициентов обратно в модель на основе тех же технологических параметров, суммируется нарастающим итогом с учетом коэффициента готовой экономии, установленного на уровне 1 %. Для указанной модели основу для планирования энергосбережения составляет энергетический базис, отражающий ориентиры для установления нормативных показателей и становящийся основой для сравнения энергетической результативности различных объектов [42]. Как показывает проведенный нами анализ, основной фактор энергопотребления относится к числу прямых производственных факторов – это время нахождения металла под током, остальные технологические параметры также вносят вклад в изменение затрат электрической энергии.

Таблица 2.4 – Результаты регрессионного анализа по модели 2.2 для сталеплавильного передела предприятия ООО «УГМК–Сталь» в 2015 году

Переменная	Модель из уравнения (2.2)			Модифицированная модель		
	Коэф.	Стандартная Ошибка	*t*	Коэф.	Стандартная Ошибка	*t*
(Константа)	0,9184	0,230	3,991	5,2603	0,488	10,781
Вес выпуска стали в т	0,0096	0,003	3,678	0,0296	0,006	5,308
Время плавки в минутах	-0,0106	0,001	-12,303	0,0392	0,002	23,481
Время, которое металл находится под током	0,7054	0,005	135,623	нет	нет	нет
Количество загружаемого лома, т	0,0021	0,002	1,392	0,0576	0,003	18,558
Расход кислорода на плавку, куб. метров	0,0011	0,000	15,288	0,0057	0,000	41,922
Расход углерода на плавку, кг	-0,0002	0,000	-2,864	-0,0014	0,000	-9,195
Расход природного газа на плавку, куб. метров	-0,0007	0,000	-3,821	-0,0031	0,000	-7,486
R^2 скорректированный	0,907			0,573		
F-статистика	7145			1149		
Число наблюдений	5138			5138		
Критерий Дарбина – Уотсона	0,687			0,891		

Расчетные значения коэффициентов регрессии из таблицы 2.4 используются для определения значений ожидаемого энергопотребления, которое умножается на коэффициент 0,99 (закладывающий дополнительную экономию в пределах 1%). Такой инструмент определяет уровень экономии, при котором система является энергоэффективной. На второй стадии анализа ожидаемое и фактическое энергопотребление сравниваются на одном графике (рисунок 2.5). Как видно из графика, фактически наблюдается перерасход энергии в течение первых января и февраля 2015 года. Рассмотренный инструмент, применяющийся на практике на предприятиях холдинга, позволяет оценить эффективность энергосберегающих мероприятий и установить степень достижения экономии на каждом предприятии холдинга.

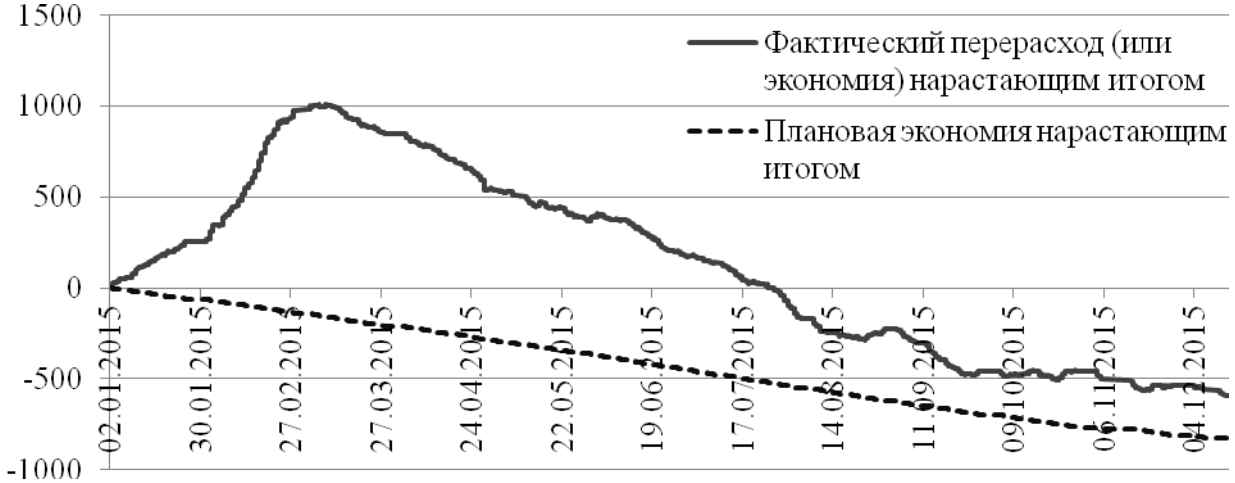


Рисунок 2.4 – Сравнение графиков фактической экономии электроэнергии нарастающим итогом и плановой экономии с учетом снижения энергопотребления на 1 % в 2015 году.

При оценке эффективности инвестиций предприятия используют наборы инструментов, также ставшие традиционными в последние десятилетия, – это расчет дисконтированных потоков платежей, сроков окупаемости, внутренней нормы доходности и индекса доходности как важнейших показателей экономической эффективности проектов. Данные инструменты используются только в рамках отдельных проектов и в перспективе необходимо внедрение инструментов портфельного инвестиционного планирования, которое бы осуществлялось ежегодно. Такой инструмент, однако, не учитывает целый ряд организационно-управленческих факторов, которые прямо или косвенно могут повлиять на процессы энергосбережения, такие как факторы человеческого капитала производ-

ственной и управленческой команды, условия принятия управленческих решений, степень внедрения технологического оборудования. Учет подобных факторов позволил бы с большей точностью определить причины разрыва в ожидаемом и фактическом энергопотреблении.

Выводы и рекомендации по результатам кейс-стади. В данном разделе мы приведем ответы на основные вопросы, поставленные в исследовании методом кейс-стади, и проанализируем перспективы решения некоторых проблем, возникших в ходе анализа.

Ответ на вопрос 1. Все предприятия находятся в сложных социально-экономических условиях развития, сформированных под влиянием современного кризиса на национальном уровне; только предприятия, ориентированные на экспорт, имеют финансовое преимущество за счет курсовых колебаний национальной валюты и обеспеченности собственными ресурсными базами. Многие предприятия наследуют энергетическую инфраструктуру и технологии, сформированные еще несколько десятилетий назад, которые существенно определяют снижение энергоэффективности. Подходы к работе в рыночных условиях предполагают установление более четкой взаимосвязи между текущими показателями деятельности компаний и инвестиционных стратегий в области энергоменеджмента. Кадровый состав предприятий характеризуется высоким средним возрастом сотрудников, технологии управления в таких условиях скорее консервативны, что обуславливает высокое сопротивление изменениям и необходимость дополнительного обучения. Предприятия декларируют использование системного подхода к энергоменеджменту, однако при проведении энергоаудитов не все пункты аудиторского листа оцениваются на удовлетворительном пятидесятипроцентном уровне. Высоких результатов удается достигнуть при внедрении команд энергетического менеджмента, целью которых является повышение соответствия внутренних бизнес-процессов требованиям системного энергоменеджмента в период от одного до двух лет. В данном случае мы рассмотрели случай четырех российских промышленных компаний, которые достигли значительных улучшений на основе методик и подходов планирования ЮНИДО. Анализируя роль ЮНИДО в отмеченных на предприятиях улучшениях в 2015-2016 годах, отметим, что данная организация являлась, в конечном счете, ничем иным как источником интеллек-

туального капитала, направленного на развитие методов менеджмента на предприятии. В итоге предприятие «заплатило» только временем своих сотрудников, которое было потрачено на планирование энергосберегающих мероприятий.

Ответ на вопрос 2. Серьезным фактором успеха при совершенствовании системного подхода к энергоменеджменту является достижение высокого уровня приверженности сотрудников ценностям культуры энергосбережения, которая складывается из информированности, документального закрепления энергетической политики, а также обучения различных категорий персонала. Ключом к успеху стала приверженность высшего руководства, которое спланировало выделение дополнительных человеческих и административных ресурсов для реализации данного проекта. Компаниям было предложено разработать несколько программ для обучения сотрудников, косвенно влияющих на процессы энергосбережения, для технического персонала и для менеджеров (в сфере энергетической ответственности). Важным условием также является составление команды энергоменеджмента на предприятии, которая бы являлась внутренним агентом перемен, источником активации механизма самосовершенствования. Наилучшие результаты в работе команд достигаются за счет формирования устойчивых процессов коммуникации на основе современных информационных технологий. Анализируя процесс работы команд в данном кейс-стади, важно отметить фактор затраченных человеко-часов работы. Каждый из основных участников затрачивал от 3 до 10 часов текущего рабочего времени в неделю, участвуя в поддержке тех или иных видов активности в рамках проекта. Важно, чтобы руководство понимало роль дополнительных человеко-часов, затраченных на проект, и выработало систему мотивации персонала.

Ответ на вопрос 3. Предприятия активно используют различные структурные и социальные компоненты модели интеллектуального энергоменеджмента, который был проанализирован в теоретической части данного исследования. В основном в состав структурных элементов входят уже готовые технологические и методические решения, которые сформированы на базе лучших практик энергоменеджмента в отрасли; роль инновационной компоненты незначительна. Кроме того, значительное методическое обновление на предприятиях произошло благодаря совместной работе команды ЮНИДО, которая осуществляла поддержку на

этапах анализа, планирования и внедрения проектов по энергосбережению. Структурные компоненты, используемые на предприятиях после проекта, включают системы автоматизации мониторинга энергетической инфраструктуры, различные оптимизационные модели, используемые для установления целевых показателей энергосбережения, методы проведения энергоаудита и внутренних текущих обследований, методы планирования текущего энергопотребления на основе базовой линии. Все рассмотренные инструменты являются способом достижения конкурентного преимущества за счет снижения затрат на энергетические ресурсы. Серьезными проблемами в данной сфере является отсутствие централизованной системы сбора и анализа информации, а также недостаточное понимание руководителями взаимосвязи структурных и социальных компонентов применяемых моделей поддержки принятия решений.

Ответ на вопрос 4. В ходе качественного анализа приходится заключить, что предприятия не используют подход к энергоменеджменту, основанный на учете интересов стейкхолдеров. Основной фокус текущих практических подходов лежит в области анализа и планирования производственных процессов с учетом единственной конкурентной стратегии – снижения затрат на производство. Причем на практике далеко не всегда анализируются потребности каждой из групп внутренних и внешних стейкхолдеров в разрезе каждого бизнес-процессов. Действия команды энергоменеджмента на обследованных предприятиях направлено на поиск текущих проблем и внедрение краткосрочных проектов по энергосбережению и повышению экологической эффективности. В данном случае нами рекомендуется для каждого укрупненного бизнес-процесса, связанного с энергоменеджментом, выделить ряд стейкхолдеров и отметить достигаемые социальные, экономические и экологические эффекты. В ходе инициативного проекта под эгидой ЮНИДО предприятиям удалось в значительной мере повысить уровень осведомленности. Системный подход направлен на повышение осведомленности о процессах энергосбережения только во внутренней среде предприятия, снижая значимость внешних стейкхолдеров.

К сожалению, системный подход также дает только косвенные ответы на вопрос эффективности влияния организационной культуры и проведенного обучения на общую энергетическую результативность. Перспективным направлени-

ем остается интеграция социальных и структурных компонент интеллектуального энергетического менеджмента, которая бы обеспечила процесс принятия решений дополнительными сведениями о внутренней среде энергопотребления с учетом приверженности и уровня развития коммуникаций, технологий управления знаниями внутри организации. Важной задачей в рамках интеллектуализации управления является не только массовое внедрение отдельных инструментов управления знаниями и усовершенствований в состав моделей управления производственными процессами, но и измерение их эффективности и, в конечном счете, – целесообразности. Например, для традиционного промышленного предприятия, которое является иерархической структурой, массовое применение технологий совместного проектирования и создание гибких команд энергоменеджмента может нарушить работу централизованных структур управления и негативно сказаться на результативности всей компании. Таким образом, актуальной задачей становится поиск оптимального набора инструментов интеллектуализации с учетом реальных потребностей промышленных предприятий.

2.2 Эмпирический анализ влияния отдельных практик управления человеческим капиталом на энергоэффективность в промышленности

В данном разделе мы приведем некоторые эмпирические данные диссертационного исследования, которые позволили бы подтвердить основную гипотезу исследования – насколько внедрение интеллектуального энергетического менеджмента влияет на энергоэффективность и на общую результативность деятельности промышленных компаний. Предшествующий анализ показал, что для планирования эффективной стратегии энергетического менеджмента необходима интеграция структурных и социальных компонентов. Однако актуальным остается вопрос эмпирической оценки влияния таких компонентов менеджмента, как культура энергосбережения, практики управления человеческими ресурсами, накопленные знания в области энергосберегающих технологий на общую результативность компании.

Общая результативность. Нам удалось установить, что согласно теоретическим представлениям энергосбережение является фактором конкурентоспособности предприятий, работающих в условиях повышающихся цен на энергоресурсы [36], [52], [63]. Предприятиям удается сократить затраты на энергетические ресурсы, доля которых, например, среди проанализированных ранее компаний в энергоемком металлургическом секторе, может составлять до 25 % в общей структуре полной себестоимости. В условиях глобальной конкуренции на международных рынках компаниям необходимо активно внедрять технологии и подходы к энергетическому менеджменту [104]. Таким образом, первой гипотезой для дальнейшей эмпирической оценки станет следующее утверждение:

H1: энергетическая результативность компании имеет значимую взаимосвязь с общей организационной результативностью, выраженной через рост объема продаж, рентабельность и прирост доли рынка.

Организационная культура. Организационная культура включает в себя как ценности, актуализирующие новизну и инновации, так и ценности, ориентированные на повышение экономической эффективности за счет использования уже существующего лучшего опыта. Каждый из элементов культуры имеет стратегическое основание [105]. Отметим, что организационная культура является предметом отдельного изучения, а в нашем исследовании мы сконцентрируемся

на ее проекции в системном энергоменеджменте. В качестве элементов организационной культуры в энергоменеджменте Schulze M. и др. приводят обучение, мотивацию и внутренние коммуникации [52]. Для обозначения особого элемента общей организационной культуры, который относится к принципам энергоменеджмента, мы также применяем введенный ранее термин «культура энергосбережения». Это внутренние разделяемые сотрудниками ценности и ожидания в области развития и практической реализации принципов энергетического менеджмента для системного достижения энергетической результативности. Культура энергосбережения во всех случаях представляет собой комплексное, сложное явление, она формируется за счет внутренних целей энергоменеджмента и уяснения его принципов управления на всех уровнях; признаком высокой культуры является системный подход к проблемам энергосбережения. Schulze M. и др. на основе изучения весьма обширного материала по теме сводят проблемы управления культурой к обучению, мотивации и установлению внутренних взаимосвязей [52]. Необходимость четкого разделения центров ответственности при работе с персоналом внутри организации выявляется и на примере французских компаний с повышенной энергоемкостью производства (переработка нефти, металлургия, транспорт и т. п.) [106]. Задачами топ-менеджмента являются: выработка стратегии потребления энергоресурсов; координация инвестиций; поддержка и развитие отношений с государственными организациями, проводящими контроль и местным сообществом. Трансляция принципов энергоэффективного производства происходит за счет специализированного обучения, в том числе основанного на непрерывных технологиях [106]. Таким образом, культура имеет большое значение в достижении высокой результативности в производстве. На основании данного предположения сформулируем следующие гипотезы:

H2: существует значимая взаимосвязь между культурой энергосбережения и энергетической результативностью производства.

H3: существует значимая взаимосвязь между культурой энергосбережения и общей организационной результативностью.

Анализ методом кейс-стади показал, что наиболее распространенной технологией является обучение сотрудников по различным программам в зависимости от степени влияния на процессы энергетического менеджмента. С теоретической

точки зрения практики управления человеческими ресурсами являются инструментом трансляции культуры энергосбережения на все уровни. Предшествующие эмпирические работы говорят о разной степени влияния практик управления человеческими ресурсами на энергетическую и экологическую результативность. Например, Ulubeyli S. на примере цементных заводов Турции не находит значимой взаимосвязи между стратегией управления человеческими ресурсами и энергетической стратегией, а также экологической результативностью [107]. Однако Liu X. на примере промышленных предприятий Китая выявляет положительную взаимосвязь между интенсивностью внутреннего обучения и уровнем активности компании по внедрению энергосберегающих мероприятий. При этом исследователь не находит значимой связи между подобной активностью и уровнем уже полученного сотрудниками образования и их осведомленностью о программах энергоменеджмента [108]. На основании предшествующих исследований мы сформулируем следующие гипотезы для проверки:

H4: существует значимая взаимосвязь между практиками управления человеческими ресурсами и энергетической результативностью производства.

H5: существует значимая взаимосвязь между практиками управления человеческими ресурсами и общей организационной результативностью.

Инструменты интеллектуального энергоменеджмента, которые объединяют как социальные компоненты – концепции культуры энергосбережения и практик управления человеческими ресурсами, а также структурные компоненты – в виде методов, моделей и знаний о границах и потенциале их применения, вносят определенный вклад в поддержание результативности. Источником интеллектуализации также может стать последовательное внедрение инноваций. Jacobs E.F. и др., исследующие пример транснациональной компании ExxonMobil, отмечают, что повышение энергетической результативности возможно через поддержание инноваций и сотрудничество различных заинтересованных сторон между собой [109]. В стимулировании инновационной активности персонала ключевыми факторами, по мнению автора, являются лидерство, обучение и исключительные способности. Bunse K. и др., анализируя разрыв в потребностях промышленности в области энергоменеджмента и существующие технологии, определяет ключевые направления развития энергосистем. Прежде всего это внедрение процессов, основанных

на управлении знаниями и информационными потоками в области мониторинга и контроля внутренней среды энергопотребления [110]. Christoffersen L.B. на примере датских фирм также выявляет, что знания в области энергоменеджмента являются основой для практической реализации энергосбережения [111]. Подобная интеллектуализация управления также требует управление обучением, внедрение системы мотивации для повышения количества и качества инициатив в области энергоменеджмента, а также анализ центров ответственности в области энергосбережения. Российские исследователи Окороков В.Р. и др. отмечают, что в управлении энергетическими системами в условиях интеллектуальной экономики важна психологическая составляющая, отвечающая за скорость и качество принимаемых управленческих решений [5]. Кондратьева Е.В. и Погребняк Д.А. также указывают на важность внутренних социально-экономических факторов в системе энергоменеджмента, от уровня идеологии и основных установок менеджмента до уровня индивидуального подхода к развитию каждого сотрудника [53]. На основе рассмотренных исследований по интеллектуализации управления в энергоменеджменте мы формулируем следующую гипотезу:

H6: существует значимая взаимосвязь между знаниями в области энергосбережения и энергетической результативностью производства.

Общая модель для эмпирической проверки выдвинутых гипотез приведена на рисунке 2.5.

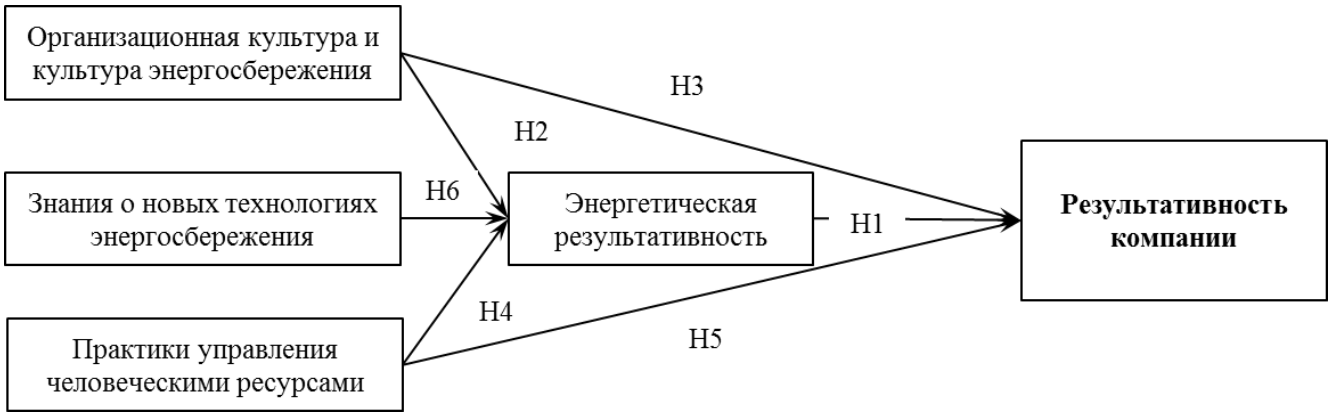


Рисунок 2.5 – Общая теоретическая модель, учитывающая взаимосвязь культуры, практик управления человеческими ресурсами и знаниями о новых технологиях энергосбережения с энергетической и общей результативностью компании

Методика исследования и данные. Для проверки выдвинутых гипотез мы используем метод моделирования структурных уравнений. МСУ, structural equation modeling, SEM, являющийся одним из наиболее эффективных методов количественного исследования неявных теоретических конструкций и проверки соответствия теоретических представлений практике в целом в современных социальных исследованиях. МСУ представляет собой комбинацию методов конфирматорного факторного анализа и регрессионного анализа, которые позволяют проводить исследования в нескольких различных направлениях [112]. Большое количество современных исследований в менеджменте основана на методах МСУ для проверки выдвинутых гипотез и оценки достоверности теоретических конструкций. В подходе МСУ явные переменные (items) в совокупности обычно отражают неявную теоретическую конструкцию (construct), специфическое восприятие той или иной проблемы или феномена, а также поведенческие аспекты субъектов менеджмента, появляющиеся в различных ситуациях.

Ввиду того, что в русскоязычной литературе по социально-экономическим наукам редко упоминаются механизмы работы МСУ [113], необходимо более подробно описать принципы и суть предстоящего анализа. Популярность концепции МСУ объясняется возможностью учитывать ненаблюдаемые или латентные переменные, которые лежат в основе большинства исследований в менеджменте. Метод основан на решении системы одновременных уравнений, состоящих из нескольких частей. Наблюдаемые переменные или явные переменные имеют определенное числовое выражение, они могут быть измерены напрямую, например, они могут быть записаны как степень оценки согласия с тем или иным утверждением (лайкертовский тип шкалы). На путевой модели в дальнейшем они будут обозначены как прямоугольники. Латентные или неявные переменные выражаются с помощью явных переменных.

В подходе МСУ используется два вида элементов – измерительное уравнение (measurement equation) или непосредственно уравнение регрессии и структурная часть. Измерительная часть отражает силу воздействия (λ) явной переменной (X) на неявную (Y) в виде уравнения парной линейной регрессии:

$$X = \lambda Y + e_1. \tag{2.3}$$

Структурная часть отражает взаимосвязи между неявными переменными, которые определены одновременной системой уравнений. Таким образом, измерительная часть позволяет оценить вклад каждой явной переменной в неявную, а структурная – определить степень влияния неявных переменных, которые не могут быть измерены напрямую, друг на друга. Для визуализации явных и неявных переменных и структуры их взаимосвязей используются путевые диаграммы (path diagrams), которые, в отличие от системы одновременных уравнений, позволяют четко определить проверяемые взаимосвязи явных и неявных переменных, для обозначения ошибки используется *e* с соответствующим индексом (рисунок 2.6).

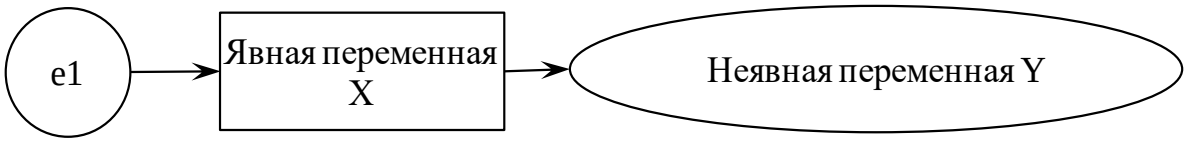


Рисунок 2.6 – Графическое изображение измерительной части на путевой диаграмме (схеме) [114]

На первой стадии анализа методом МСУ используется конфирматорный (confirmatory, подтверждающий) факторный анализ, целью которого становится установление степени соответствия между теоретическими конструкциями и реальными эмпирическими данными [115]. На основе такого анализа мы подтверждаем, действительно ли теоретические представления соответствуют эмпирической базе. В данном исследовании мы применяем традиционный метод главных компонент для того, чтобы выявить уровни факторной нагрузки каждой из наблюдаемых переменных, то есть оценить их влияние на некоторую ненаблюдаемую переменную (факторные нагрузки измеряются от 0 до 1). Явные переменные с факторными нагрузками ниже 0,5 отбрасываются нами при дальнейшем анализе и считаются незначимыми для формирования конкретной неявной переменной. Для определения степени согласованности явных переменных с неявной конструкцией мы используем показатель альфа Кронбаха, удовлетворительный уровень которого находится в пределах от 0,7 до 1,0 [113]. Для каждой структурной модели используется ряд показателей качества, которые достаточно объемны для описания, они будут кратко обсуждены при анализе результатов исследования.

Основной рекомендацией использования МСУ является избегание однофакторных неявных переменных, то есть неявных переменных, определенных одной

измеримой компонентой, а также использование однозначно трактуемых терминов и определений, включаемых в измерительную часть моделей [112]. От трактовки респондентами материалов анкет зависит внутренняя и внешняя валидность исследования. Обсуждая научность метода, мы отметим следующее. Задачей МСУ в исследованиях в менеджменте является отражение степени *соответствия* внутренних представлений, ожиданий, мотивов респондентов теоретическим априорным конструкциям, которые являются переменными внутренней и внешней среды управления организацией. Опора на субъектные оценки позволяет оценить степень такого соответствия и пригодность теоретических представлений для дальнейшего анализа. Это роднит метод с экспертными оценками, за исключением того, что для подтверждения валидности конструкций используются не самые значимые (экспертные), а все мнения в рамках интересующего нас вопроса. Это позволяет избежать проблемы избирательности обследования, характерные для экспертных методов. Зачастую такую пригодность не удается подтвердить за счет целого ряда факторов. Общезначимость метода достигается только на основе значимых оценок в модели с использованием репрезентативной выборки. Конкретные математические алгоритмы оценки методом МСУ чрезвычайно сложны, для проведения процедуры оценки мы будем использовать специализированное программное обеспечение.

Данными для моделирования выступают материалы репрезентативных опросов, основанных на структурированных анкетах. Анкеты представляют собой ряд вопросов и утверждений (для измерения явных переменных), группируя которые можно получить отражение определенных неявных переменных, то есть отражение заданных сложных теоретических конструкций, не наблюдаемых напрямую. К таким конструкциям относится, например, организационная культура, которая не может быть измерена напрямую, то есть на основе одного числового ответа, но будет измерена на основе ряда одновременных вопросов, которые отражают различные ее аспекты.

Переменные для моделирования. Для формулирования явных переменных при измерении общей результативности мы использовали показатели общего роста объема продаж, прибыльности (рентабельности) компании, а также увеличения доли рынка [116]. Каждый из явных показателей оценивался респондентами

субъективно по шкале лайкертовского типа, диапазон оценок измерялся от 1 (совсем не согласен) до 7 (совершенно согласен). Здесь и далее мы просили персонал предприятий субъективно оценить показатели с помощью утверждений, например, «Согласны ли вы, что ваша компания преуспела по сравнению с другими компаниями в вашем секторе в области роста показателя выручки от продаж?» и т. д. Для измерения энергетической результативности мы также использовали ряд переменных из предшествующих исследований, вопросы для анкеты основаны на исследованиях проблемам реализации энергетической стратегии [107] и материалах международного стандарта [42]. Вопросы по организационной культуре, культуре энергосбережения и практикам обучения были адаптированы из [108], вопросы по знаниям в области энергетического и экологического менеджмента и альтернативным источникам энергии адаптированы из [117]. Полный вариант анкеты, используемой в исследовании, приведен в Приложении В. Далее в таблице 2.5 мы приведем полный перечень неявных теоретических конструкций и вопросов, применявшихся для их измерения.

Сбор данных проходил методом целевого опроса респондентов с помощью электронного сервиса Google Forms в 2016 и 2017 годах. Анкета включала четыре блока утверждений и вопросов, отражающих факторы (таблица 2.5) и контрольные данные (отрасль, к которой принадлежит предприятие, его размер, возраст респондентов и их должность). Каждое утверждение отражало одну измеряемую переменную, которые были далее закодированы, переменные складывались в факторы. Всего в течение периода исследования было собрано 178 анкет из 14 промышленных и строительных предприятий, из них 52,8 % анкет было получено с металлургических предприятий, 16,9 % из компаний машиностроительной отрасли, 15,7 % из добывающих компаний, остальные ответы были получены с предприятий по распределению энергии и строительных компаний. Основная целевая аудитория опроса – менеджер среднего звена и базового уровня (34,8 %) и специалисты предприятий в инженерно-технической области (53,9 % опрошенных), основной массив опрошенных был в возрасте от 26 до 45 лет (86,5 %).

Результаты исследования и их обсуждение. На первом этапе моделирования была проведена оценка согласованности переменных внутри факторов с помощью показателя альфа Кронбаха и факторный анализ, который показал вели-

чину факторных нагрузок каждой переменной (таблица 2.5). Критерий сферичности Бартлетта показал адекватность результатов проведенного факторного анализа.

Таблица 2.5 – Результаты факторного анализа

Фактор	Код переменной	Среднее значение переменной	Стандартная ошибка	Альфа Кронбаха	Факторная нагрузка
Культура энергосбережения	EN_CULT_10_2	3,09	0,125	0,794	0,857
	EN_CULT_10_4	3,37	0,123		0,808
	EN_CULT_10_3	4,53	0,124		0,587
	EN_CULT_10_1	3,16	0,121		0,571
Практики УЧР	HRM_PR_11_4	3,27	0,120	0,893	0,834
	HRM_PR_11_5	3,00	0,135		0,826
	HRM_PR_11_3	2,91	0,123		0,802
	HRM_PR_11_1	2,88	0,117		0,627
	HRM_PR_11_2	2,65	0,116		0,579
	HRM_PR_11_6	2,88	0,130		0,550
Энергетическая результативность	EN_PERF_9_1	4,53	0,123	0,888	0,857
	EN_PERF_9_2	4,10	0,129		0,772
	EN_PERF_9_3	3,39	0,122		0,732
	EN_PERF_9_4	3,66	0,131		0,635
Результативность	PERF_12_2	3,90	0,132	0,959	0,930
	PERF_12_3	3,97	0,132		0,909
	PERF_12_1	4,19	0,137		0,892
Знания об энергосбережении	EN_KNOW_13_2	4,31	0,141	0,887	0,881
	EN_KNOW_13_3	4,53	0,130		0,852
	EN_KNOW_13_1	3,80	0,148		0,852

Результаты факторного анализа, проведенного методом выделения факторов на основе главных компонент вращением варимакс с нормализацией Кайзера, показал, что в эмпирическом материале отсутствуют переменные с факторной нагрузкой ниже 0,5, кроме того, уровень согласованности, судя по показателю альфа Кронбаха, высокий (более 0,8 – достаточный уровень согласованности), что говорит о надежности применяемых теоретических конструкций. Поэтому для дальнейшего моделирования целесообразно использовать все предложенные переменные. Анализ факторных нагрузок говорит о том, что значительная роль в культуре энергосбережения отведена готовности сотрудников принимать участие в инициативах энергоменеджмента, а также высокий уровень квалификации в технических вопросах. В практиках управления человеческими ресурсами важную роль играют работа команд энергоменеджмента и процессы обмена знаниями в области энергосбережения внутри компаний. Несмотря на это, средние оценки

переменных остаются на устойчивом уровне ниже 4 (что может быть приравнено к нейтральному отношению к утверждению) практически для всех переменных, кроме индикаторов энергетической результативности и знаний в области энергосбережения. В области знаний по энергосбережению высокая факторная нагрузка характерна для знаний о ключевых методах энергоменеджмента в своей области работы и о концепции возобновляемых источников энергии.

Далее с помощью расширения SPSS Amos была построена путевая диаграмма (см. рисунок 2.7), для которой были рассчитаны стандартизованные коэффициенты, коэффициенты парных регрессий между переменными и факторами и показатели качества модели (GFI, AGFI и т. д.).

Результаты анализа построенной структурной модели показали, что наиболее сильное влияние на энергетическую результативность оказывают практики управления человеческими ресурсами (b – нестандартизованный коэффициент регрессии b = 0,764; t = 3,557, значим на уровне p<0,01), а также знания в области энергосбережения (b = 0,266; t = 3,156, значим на уровне p<0,01). Напротив, общий уровень культуры энергосбережения, измеренный через вовлеченность персонала в работу по энергосбережению, и его приверженность ценностям энергоменеджмента не показали значимого влияния на энергетическую результативность, культура, однако, вносит значимый вклад в общую результативность компании. Корреляционный анализ показал наличие сильных взаимосвязей между фактором культуры энергосбережения и практиками управления человеческими ресурсами (коэффициент 0,93).

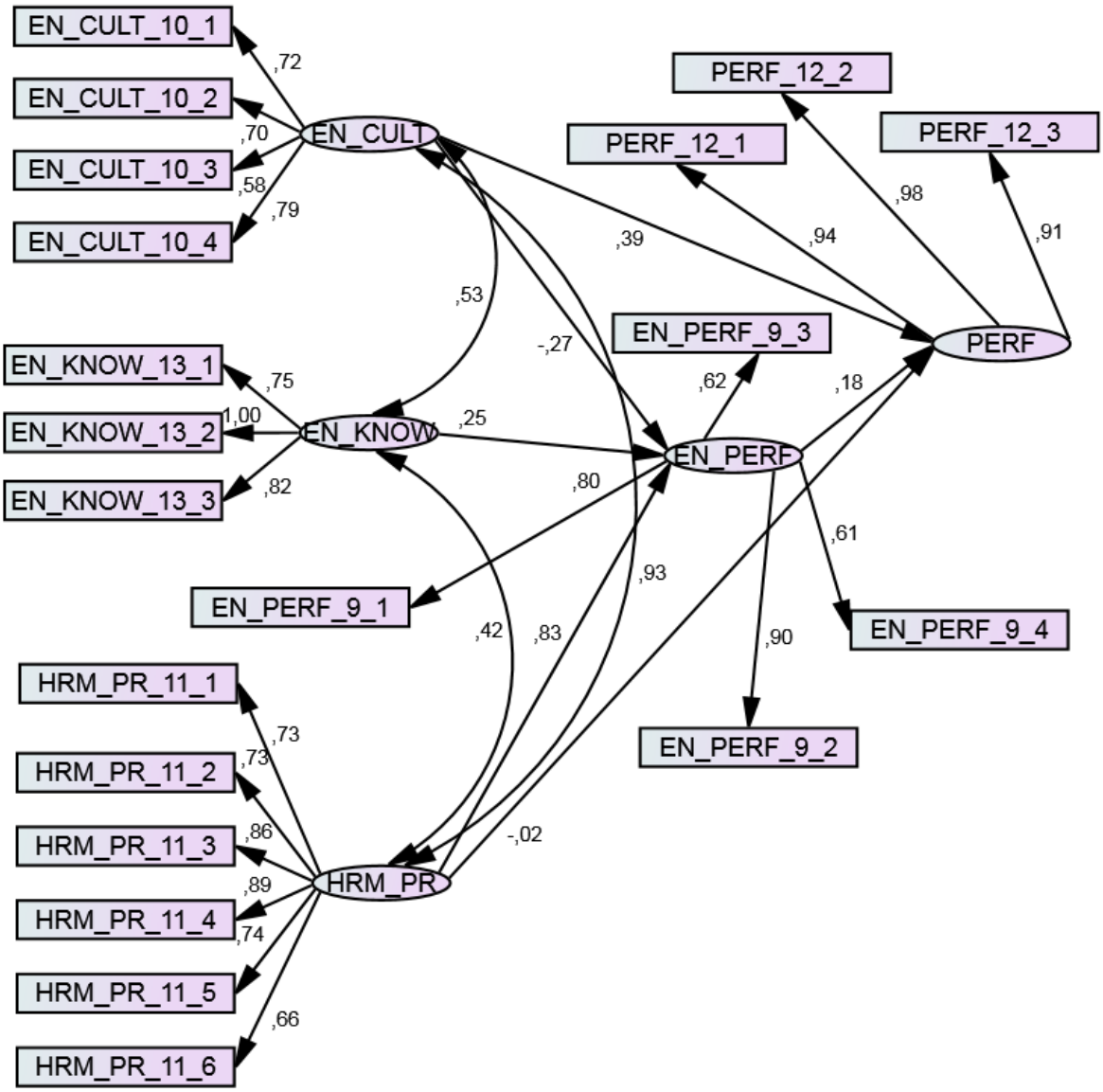


Рисунок 2.7 – Путевая модель (path diagram) со стандартизованными коэффициентами (овалами обозначены факторы, прямоугольниками – переменные, линии со стрелками на двух концах обозначают ковариацию факторов, на одном конце – направление взаимосвязи, все коэффициенты стандартизованы, а значит, пригодны для сравнения между собой)

Показатели качества (согласия) модели говорят о приемлемом уровне значимости полученных результатов. CMIN на DF (критерий хи-квадрат на количество степеней свободы) = 1,713; GFI (goodness to fit index, критерий согласия) = 0,864; AGFI (adjusted GFI, исправленный критерий согласия) = 0,834 (приемлемый уровень согласованности); RAMSEA (квадратный корень среднеквадратичной ошибки аппроксимации) = 0,007 при PCLOSE = 0,000 (хорошее согласие) [113]. Таким образом, мы приводим результаты проверки гипотез в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты проверки выдвинутых в исследовании гипотез

Гипотеза	Результаты проверки
H1	**Опровергнута.** Вопреки ожиданиям, нет значимой взаимосвязи между энергетической и общей результативностью компании. Возможно, что в обследованных компаниях проблемы управления энергосбережением недостаточно четко воспринимаются техническими специалистами и менеджерами, и не находятся в фокусе стратегического планирования. Кроме того, общая результативность предприятий также в большей степени определяется рыночными и политическими факторами в международном масштабе, которые ввиду экспортной направленности многих металлургических и нефтегазовых предприятий имеют отрицательное влияние на их конкурентоспособность (санкции против металлургических предприятий, снижение цен на нефть). Между тем, даже рублевое увеличение валютной выручки не вносит достаточного вклада в восприятие сотрудниками результативности своих компаний.
H2	**Опровергнута.** Нет значимой взаимосвязи между организационной культурой и энергетической результативностью. Это объясняется низким уровнем вовлеченности рядового персонала в работу по энергосбережению, а также низким значением приверженности ценностям энергоменеджмента. В исследованных условиях на российских промышленных предприятиях такие факторы ассоциируются с эффективным энергоменеджментом лишь в теории, на практике же большая роль отведена практическим компетенциям и реальным навыкам работы персонала.
H3	**Подтверждена.** Культура энергосбережения связана с достижением общей результативности компании, особую роль в этом процессе играет осведомленность топ-менеджмента о проблемах энергосбережения, а также поддержка энергосберегающих инициатив со стороны высшего руководства.
H4	**Подтверждена.** Практики управления человеческими ресурсами оказывают значительную роль в определении энергетической результативности, среди них важными переменными является эффективный обмен знаниями в области энергетического менеджмента, а также наличие компетенций в области энергоменеджмента при приеме на работу.
H5	**Опровергнута**. Не обнаружено значимой устойчивой взаимосвязи между практиками управления человеческими ресурсами компании и общей результативностью компаний. Возможно, что результаты по данной гипотезе также обусловлены рыночными факторами, кроме того, на фоне других внутренних составляющих конкурентоспособности промышленных предприятий энергетический менеджмент может оставаться незначительным фактором, поскольку доля затрат на энергию в себестоимости продукции не превышает 5–9 % для обследованных предприятий.
H6	**Подтверждена.** Как и предполагает теория, обнаружена значимая устойчивая взаимосвязь между наличием знаний об энергоэффективных технологиях и энергетической результативностью предприятия. Знание основных принципов и положений стандарта «Системы энергетического менеджмента» наряду со знанием концепции возобновляемых источников энергии и энергоэффективных методов работы на конкретном производстве позволяют предприятиям добиваться своих целей в области реализации энергетической политики.

Заключение и рекомендации к дальнейшему исследованию. В данном параграфе мы исследовали влияние отдельных переменных внутренней среды промышленного предприятия на энергетическую и общую результативность на основе методов факторного анализа и моделирования структурных уравнений. В ходе исследования был проанализирован опыт работы 14 российских промышленных и строительных предприятий. В центре внимания исследования оказались такие теоретические конструкции, как культура энергосбережения, практики управления человеческими ресурсами, а также знания сотрудников в области энергосбережения. Как показал анализ, практики управления человеческими ресурсами, такие как обучение персонала, проведение семинаров и совещаний по проблемам энергоменеджмента, а также планирование развития человеческого капитала, играют важную роль в повышении энергетической результативности в промышленности в российских условиях. Предприятия, которые активно повышают компетенции сотрудников в области энергоменеджмента и транслируют принципы международного стандарта, способны эффективно сокращать затраты на единицу производимой продукции, а также поддерживать внутренние процессы совершенствования системы управления энергопотреблением. Вопреки ожиданиям, ценности культуры энергосбережения не имеют практического значения в прямом достижении энергетической результативности, но оказывают некоторое влияние на общую конкурентоспособность предприятий на международных рынках.

В дальнейших исследованиях перспективно проанализировать влияние факторов управления человеческим капиталом на энергетическую результативность компаний в зависимости от уровня активности энергоменеджеров в вопросах внедрения совершенствований и инноваций в системе управления энергоэффективностью. В данном исследовании мы не затронули вопросы экологической эффективности, которая наряду с практиками управления энергоресурсами вносит значительный вклад в общую результативность компаний в развитых странах ввиду жесткого уровня государственного регулирования экологических и энергетических результатов работы предприятий. Возможно, что и российским предприятиям в скором времени придется усилить компетенции своих сотрудников в рамках программ повышения конкурентоспособности своих производств.

2.3 Разработка методики оценки энергетической результативности производства, основанная на определении конфигурации системы энергетического менеджмента

Проведенный нами эмпирический анализ позволил выявить ряд соответствий выдвинутых ранее теоретических конструкций эмпирическим данным, собранных в ходе опросов на промышленных предприятиях в России. Материалы эмпирического исследования подтверждают, что человеческий капитал, интеллектуальные инструменты поддержки принятия решений в значительной мере определяют оценки энергетической результативности компании и даже способны повлиять на общие рыночные результаты ее деятельности. В данном разделе мы предложим методику, которая следует логике предшествующего эмпирического исследования. Мы предполагаем, что для каждой достаточно крупной промышленной организации, опираясь на опросы работников, можно локально определить текущее состояние взаимосвязей между уровнем их знаний об энергоэффективности, технологий интеллектуализации энергоменеджмента, приверженности ценностям культуры энергосбережения и энергетической результативностью. На основе анализа опыта лучших компаний в области энергосбережения и теоретических представлений о системе энергоменеджмента можно задать желаемое состояние внутренней среды. Затем, определив текущее состояние, можно определить области, в которых существует наибольший разрыв между текущим и желаемым состоянием объекта управления. Таким образом, мы сможем интегрировать социальные и структурные компоненты интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в сфере энергоменеджмента, определяя значимость методического обеспечения и человеческого капитала в процессах энергосбережения.

Идея интеграции структурных и социальных компонент управления заключается в определении текущей *конфигурации* внутренней среды организации, как совокупность представлений, ожиданий и мотивов сотрудников в рамках каждого из элементов системы энергетического менеджмента предприятия. Под конфигурацией нами понимается текущее состояние внутренней среды организации, определяемое положение, соотношение и взаимное влияние различных элементов системы менеджмента. Поскольку мы сконцентрированы на проблемах энергоме-

неджмента, то к этим элементам можно отнести практики управления персоналом, культуру энергосбережения, приверженность сотрудников, человеческий капитал в энергоменеджменте. Все эти элементы в конечном итоге влияют на энергетическую и общую результативность компании, которые по своей природе также являются неявными переменными и которые невозможно измерить напрямую. Предлагаемая нами методика состоит из нескольких этапов, они будут описаны далее.

Основные этапы методики. *На первом этапе* в рамках предлагаемой методики происходит определение требуемой конфигурации, которую необходимо диагностировать. Каждая конфигурация состоит из ряда факторов, связанных между собой. В состав конфигураций входят человеческий капитал предприятия, уровень методического соответствия инструментов и техник энергоменеджмента, уровень культуры энергосбережения и другие рассмотренные нами ранее факторы (см. рисунок 2.8). Взаимосвязь факторов внутри конфигурации и будет определять ее сущность. Практические измерения нами рекомендуется начать с системной модели или модели, ориентированной на результат (конфигурация 1). В системном подходе методическое соответствие инструментов измерения, планирования, анализа и контроля во внутренней среде энергопотребления призвано вносить вклад в энергетическую результативность производства, данный подход учитывается в первой конфигурации. Кроме того, для системного подхода характерны такие практики управления человеческими ресурсами, как обучение, повышение мотивации и приверженность ценностям энергоменеджмента.

Первая конфигурация характерна для большинства организаций, применяющих системный подход и находящихся даже на начальном уровне зрелости. Особенностью организаций с низким уровнем развития будет слабая взаимосвязь между факторами, в особенности связь энергетической и общей результативности компании. Вторая конфигурация определяет приверженность и вовлеченность наряду с методическим обеспечением как важнейшие предикаты энергетической результативности. В свою очередь приверженность опирается на накопленные сотрудниками знания, культуру и обучение.

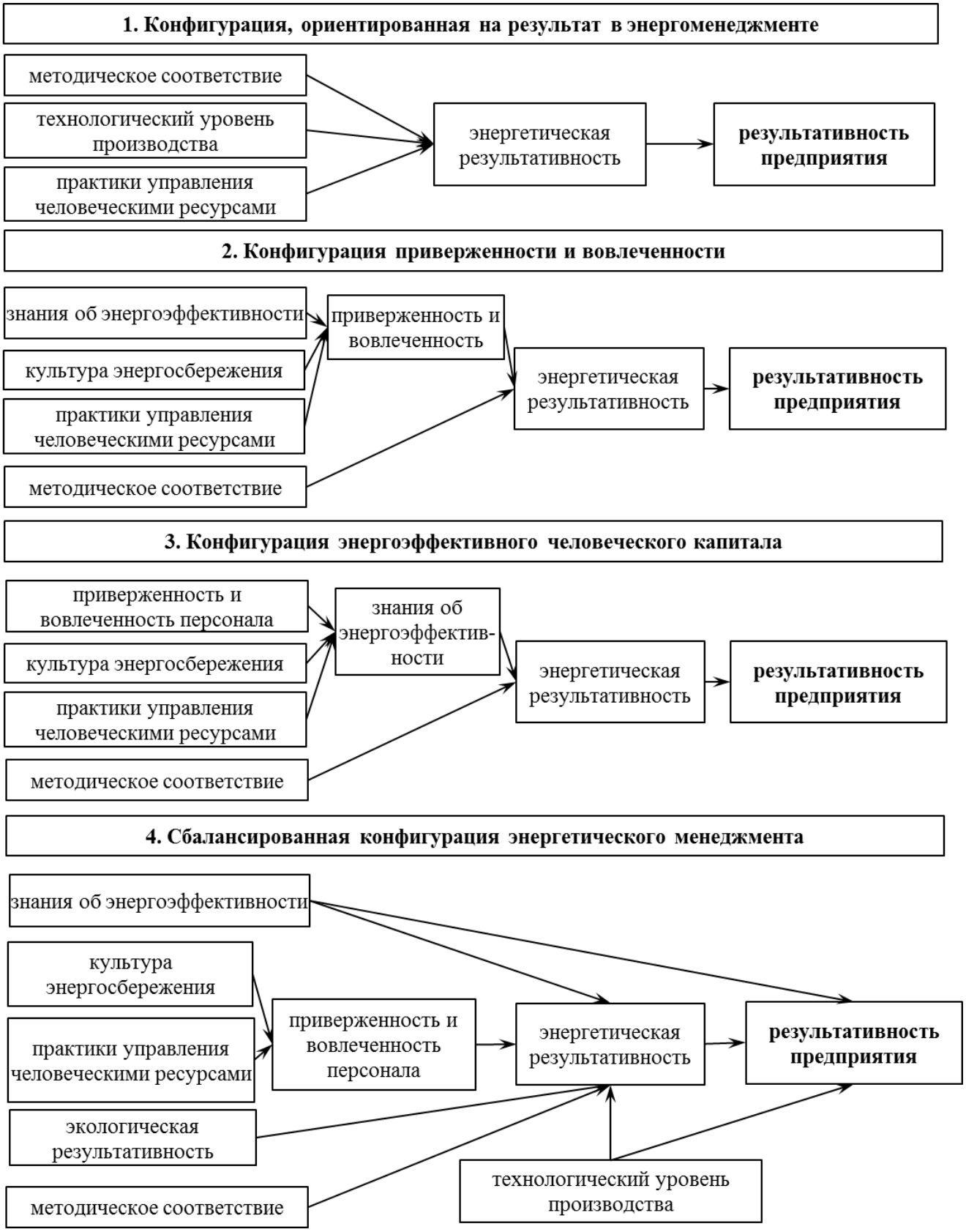


Рисунок 2.8 – Четыре конфигурации энергетического менеджмента, предлагаемые для определения в рамках методики

Такая конфигурация характерна для организаций, которые формируют акцент на отношениях с персоналом при построении системы энергетического менеджмента. Третья конфигурация определяет роль факторов приверженности, культуры и практик управления человеческими ресурсами в накоплении и использовании знаний в области энергосбережения. В свою очередь знания наряду с методическим обеспечением играют ключевую роль в достижении целей системы энергоменеджмента. Такая конфигурация характерна для высокотехнологичных промышленных производств, которые фокусируются на накоплении, обмене и использовании знаний для улучшения энергоэффективности. Четвертая конфигурация определена нами как сбалансированная, поскольку она учитывает непосредственное влияние человеческого капитала в энергоменеджменте, приверженности и методического обеспечения на энергетическую результативность. У предприятий со сбалансированной системой энергоменеджмента значимость обретает новый фактор – экологическая результативность. Она определяется на основе уровня экологической озабоченности (ecologic concern) сотрудников, их восприятием проблем снижения влияния на окружающую среду. Достижение подобной конфигурации и сохранение ее устойчивости желательно для организаций, которые хотят достичь значимого социального, экологического и экономического эффекта при внедрении каждого нового проекта по энергоменеджменту.

На втором этапе происходит пробный опрос сотрудников для установления уровня однозначности в понимании каждого из вопросов, на данном этапе важно получить обратную связь. Каждый фактор в составе конфигурации определяется на основе ряда переменных (вопросов анкеты), которые измеряются в ходе опроса по лайкертовской шкале. Респондентам нужно предложить оценить приведенные утверждения по шкале от 1 (совершенно не согласен) до 7 (полностью согласен). Мы предлагаем разработанный нами набор переменных для измерения каждого фактора в (см. таблице 2.7). Затем *на третьем этапе* производят факторный анализ пробных материалов и устанавливают уровень согласованности данных с помощью альфы Кронбаха. Вопросы с низкой факторной нагрузкой, снижающие степень согласованности переменных, объясняющих фактор, отбрасываются.

Таблица 2.7 – Переменные, используемые для моделирования факторов в рамках процедуры определения конфигурации

Фактор	Код переменной	Пункт анкеты для измерения
Методическое соответствие	METH_5_COR_1	Соответствуют ли существующие методы ИЗМЕРЕНИЯ энергоэффективности на Вашем предприятии потребностям производства?
	METH_5_COR_2	Соответствуют ... методы КОНТРОЛЯ энергоэффективности ...?
	METH_5_COR_3	Соответствуют ... методы УЛУЧШЕНИЯ энергоэффективности ...?
Технологический уровень производства	TEC_MOD_1	На нашем предприятии идет регулярная модернизация производственных мощностей (не реже, чем раз в пять лет)
	TEC_MOD_2	Оцените уровень технологичности производства на предприятии (низкий, высокий)
	TEC_MOD_3	Конкуренция стимулирует предприятие проводить регулярную модернизацию производства
Практики управления человеческими ресурсами	HRM_PR_11_1	Сотрудники регулярно проходят обучение по проблемам энергосбережения
	HRM_PR_11_2	На предприятии работают целевые команды сотрудников по проблемам энергосбережения
	HRM_PR_11_3	Регулярно проводятся совещания, где обсуждаются инициативы сотрудников в области энергосбережения
	HRM_PR_11_4	На предприятии сотрудники эффективно обмениваются знаниями в области энергоменеджмента
	HRM_PR_11_5	Компетенции в области энергосбережения учитываются при приеме новых сотрудников на работу
	HRM_PR_11_6	На предприятии стимулируют сотрудников (бригады), которые работают энергоэффективно
Энергетическая результативность	EN_PERF_9_1	Предприятие регулярно планирует и внедряет мероприятия по энергосбережению
	EN_PERF_9_2	В целом мы эффективно сокращаем энергозатраты на единицу производимой продукции
	EN_PERF_9_3	На предприятии эффективно используется (утилизируется) вторичная энергия, а безвозвратные потери энергии снижаются
	EN_PERF_9_4	Регулярно проводятся аудиты энергопотребления, система энергоменеджмента направлена на постоянное улучшение
Общая результативность предприятия	PERF_12_1	Наша компания преуспела (по сравнению с другими компаниями в отрасли в РОСТЕ ВЫРУЧКИ ОТ ПРОДАЖ
	PERF_12_2	… РОСТЕ ПРИБЫЛЬНОСТИ
	PERF_12_3	… РОСТЕ ДОЛИ РЫНКА
Знания об энергоэффективности	EN_KNOW_13_1	Я имею представление о ключевых методах энергосбережения в своей области
	EN_KNOW_13_2	Я знаю основные принципы и положения стандарта ISO 50001:2011

Фактор	Код переменной	Пункт анкеты для измерения
	EN_KNOW_13_3	Я знаком с концепцией возобновляемых источников энергии
Культура энергосбережения	EN_CULT_10_1	На предприятии каждый сотрудник осведомлен о проблемах энергоэффективности
	EN_CULT_10_2	Сотрудники предприятия всегда готовы принять участие в мероприятиях по улучшению энергоэффективности
	EN_CULT_10_3	Топ-менеджмент осознает важность энергосбережения и поддерживает инициативы по энергосбережению
	EN_CULT_10_4	Все сотрудники производственных подразделений имеют высокую квалификацию в области энергосбережения
Приверженность и вовлеченность	COMMIT_16_1	Я ощущаю себя одним целым со своими коллегами, трудовым коллективом
	COMMIT_16_2	Мне ясна позиция руководства по поводу стратегии развития предприятия, и я с ней согласен
	COMMIT_16_3	Чувствую, что на предприятии я являюсь востребованным специалистом
	COMMIT_16_4	Я готов проявлять инициативу и участвовать в развитии предприятия
Экологическая эффективность	ECOL_PERF_15_1	Нам удалось значительно сократить объемы выбросов в прошлом году
	ECOL_PERF_15_2	Мы сэкономили за счет внедрения экологических мероприятий в прошлом году
	ECOL_PERF_15_3	Мы сократили потребление токсичных и опасных материалов для производства в прошлом году
	ECOL_PERF_15_4	Число происшествий с экологическими последствиями сократилось в прошлом году
	ECOL_PERF_15_5	Наблюдается улучшение экологической обстановки в районе, где находится наше предприятие

На четвертом этапе проводят репрезентативный опрос сотрудников с использованием доработанной в ходе пробного этапа анкеты, результаты обрабатывают с помощью специализированной программы также в два этапа – проводят факторный анализ и строят модели структурных уравнений (путевые диаграммы). Оценивают все предложенные нами конфигурации, результаты оценки отбирают для следующего сравнения. Периодичность проведения опросов и использования предложенной методики не должна быть менее шести месяцев, в таких условиях достигается устойчивость полученных результатов, кроме того, в дальнейшем по истечении данного периода будут четче видны последствия принимаемых управ-

ленческих решений. При каждом опросе сотрудникам должна обеспечиваться конфиденциальность предоставляемых данных и независимость оценок каждого вопроса, оценки должны быть индивидуальными. В указанной методике оцениваются как индивидуальные качества, знание, так и восприятие деятельности и особенностей поведения окружающих людей – непосредственных коллег, руководства и т. п. *На пятом этапе* выбирают необходимую конфигурацию, то есть диагностируют текущее состояние системы энергетического менеджмента на предприятии. Выбор модели производят на основе стандартных показателей качества подобных моделей, затем обозначают наиболее значимые взаимосвязи между факторами. В ходе анализа внутренней социальной среды *на шестом этапе* необходимо оценивать средние значения по каждому вопросу анкеты, а также по группам вопросов, определяющих факторы. Все этапы методики приведены в последовательности на рисунке 2.9.

На седьмом этапе происходит определение возможных управленческих решений, которые способствуют достижению необходимой конфигурации или усилению взаимосвязей внутри существующей. Так же, как и по результатам технического аудита, по результатам интеллектуальной оценки определяются возможные направления улучшения внутренней среды энергоменеджмента, относящиеся к человеческому капиталу, приверженности, организационной культуре и экологической эффективности. Одной из возможных причин низкого уровня соответствия желаемой конфигурации является низкий уровень осведомленности сотрудников о внутренних программах энергосбережения или энергетической политике организации. Проведение дополнительного обучения в данной сфере или включение в состав существующих программ новых направлений, касающихся экологической политики, концепции устойчивого развития и стратегии ее внедрения на конкретном предприятии.

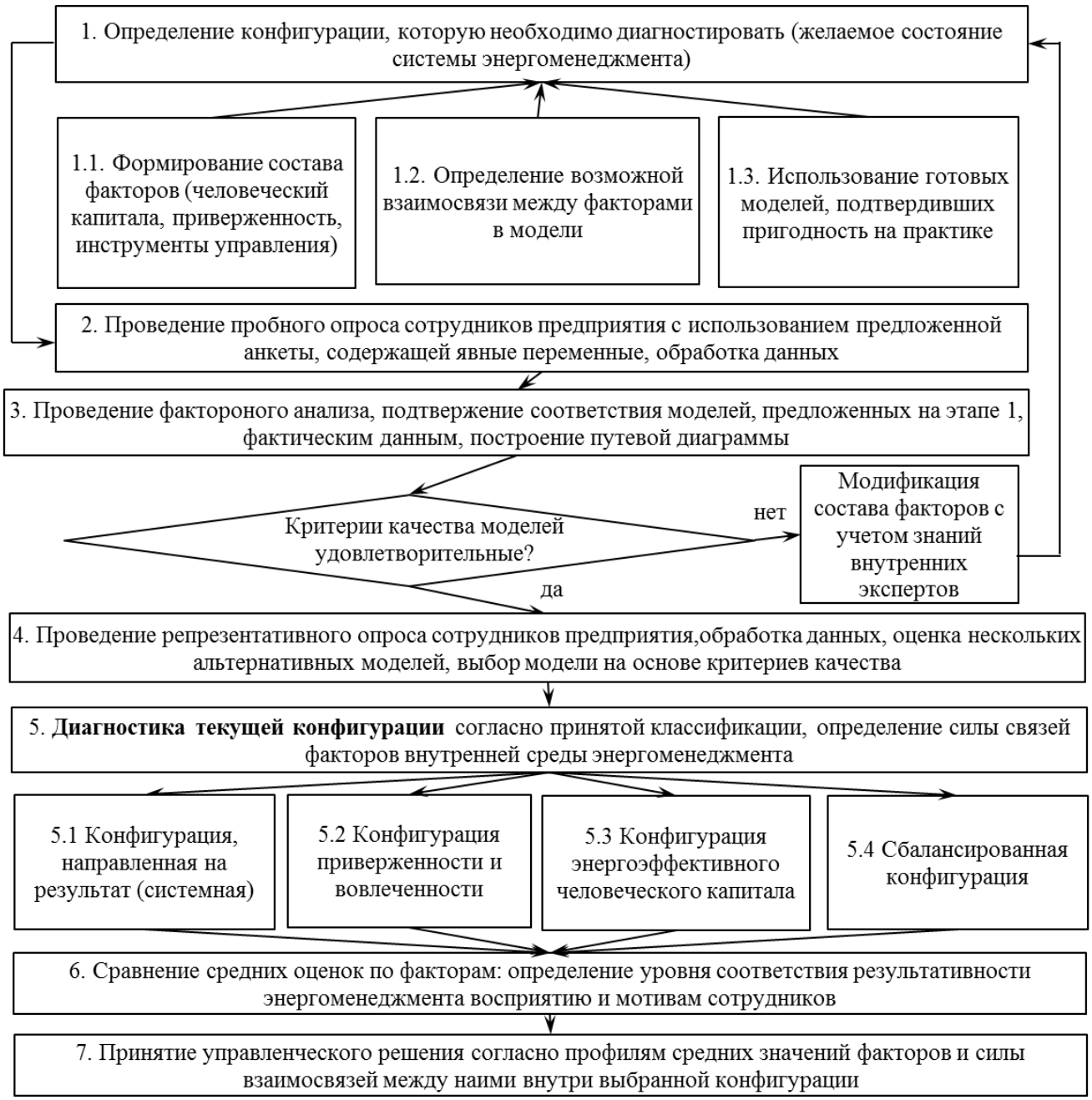


Рисунок 2.9 – Методика оценки внутренней среды энергопотребления, основанная на определении конфигурации энергетического менеджмента промышленного предприятия

Результаты, получаемые при применении методики, и их интерпретация. Предложенная методика имеет целый ряд результатов, которые могут быть использованы для дальнейшего анализа, диагностики и, соответственно, принятия определенных управленческих решений. Первым результатом является определение текущей конфигурации, данный результат качественный и для его интерпретации необходимо знать свойства каждой из конфигураций и особенности организаций, для которой он характерен. Данный вопрос был обсужден ранее. Вторым

результатом являются количественные данные по оценкам переменных внутри факторов, которые являются предметом анализа при диагностике отдельных факторов. Третьим результатом являются оценки силы взаимосвязей факторов, выраженные с помощью стандартизованных коэффициентов путевой диаграммы. Все эти результаты могут быть интерпретированы менеджерами внутри выбранной конфигурации (таблица 2.8).

При анализе средних значений по каждому из факторов нужно построить профиль системы энергетического менеджмента, который бы отражал уровень значений каждого фактора. Например, отклонение средних значений в сторону ниже 4 по какому-либо фактору может свидетельствовать о низком уровне восприятия энергетической результативности или низком уровне приверженности культуре энергосбережения. При оценке силы взаимосвязи между факторами (оценка стандартизованных коэффициентов путевой диаграммы) необходимо учитывать, что удовлетворительным может считаться уровень связи выше 0,5. Отрицательные взаимосвязи между факторами также возможны, они говорят о методических расхождениях в принятой модели конфигурации. При выявлении подобных взаимосвязей нужно вновь обратиться к анализу профиля средних значений, чтобы определить расхождения в значениях. Например, уровень оцениваемой сотрудниками энергетической результативности может быть высоким, несмотря на низкий уровень приверженности или развития культуры энергосбережения. Это говорит о низкой значимости лояльности сотрудников для энергоменеджеров, соответственно в данной области возникает потенциал улучшений.

Таблица 2.8 – Возможные результаты, полученные при анализе внутренней среды энергоменеджмента по предложенной методике, их причины и действия менеджеров

Возможный результат	Состояние системы энергоменеджмента, возможные причины и действия
Энергетическая результативность высокая, несмотря на низкий уровень развития культуры энергосбережения или приверженности	Существует значительный потенциал повышения энергетической результативности за счет усиления акцентов на социальных компонентах интеллектуальной поддержки энергетического менеджмента, необходимо разработать ряд мероприятий для повышения культуры энергосбережения, целевого обучения в целях разъяснения основных положений энергетической политики.

Возможный результат	Состояние системы энергоменеджмента, возможные причины и действия
Слабая взаимосвязь между некоторыми факторами (на примере экологической и энергетической результативности)	В зависимости от анализируемых факторов проанализировать профили средних значений, возможно, взаимосвязь обусловлена низким уровнем развития отдельных практик энергоменеджмента, таких как накопление знаний, повышение экологической результативности и т. п. Необходимо проанализировать эффективность инвестиций в достижение экологических целей.
Наличие сильной отрицательной связи между факторами	Ошибки измерения переменных в методике, которые были оценены сотрудниками неверно. Возможно также, что организация проводит внутреннюю политику, которая подавляет ценности культуры энергосбережения и человеческий капитал в энергоменеджменте. Такое состояние может быть характерно для кризисных периодов развития предприятия.
Выявленная конфигурация отличается от желаемой	Необходимо проанализировать параметры желаемой конфигурации на основе собранных данных и установить причины слабых взаимосвязей между факторами в ней. Другими словами, нужно провести анализ разрыва (gap analysis) между текущей и желаемой конфигурацией путем мониторинга активностей в области энергосбережения.
Низкие средние значения оценок по лайкертовской шкале по отдельным факторам	При построении профиля средних значений сразу будут видны слабые места, наименее развитые элементы внутренней системы энергетического менеджмента. К ним могут относиться низкий уровень приверженности или развития культуры энергосбережения у тех работников, которые непосредственно не связаны с производственными подразделениями. В таком случае в стандартные программы обучения необходимо включать вопросы внедрения концепции устойчивого развития на предприятии.
Низкий уровень факторных нагрузок или согласованности между переменными внутри факторов	Необходимо привлечение внутренних или внешних экспертов, которые бы определили состав переменных, лучше всего отражающих факторы, иными словами, необходимо пересмотреть вопросы анкеты, чтобы достичь наилучшего понимания предмета обсуждения сотрудниками предприятия.

Выводы по методике и ее ограничения. В данном разделе мы рассмотрели методику интеллектуальной оценки внутренней среды энергопотребления, которая помогает определить текущую конфигурацию энергетического менеджмента в промышленной организации. Суть методики сводится к своеобразному аудиту внутренних социальных факторов, влияющих на энергетическую результативность предприятия с учетом мнения, представлений, ожиданий и мотивов сотрудников. Определение конфигурации позволит принять ряд управленческих решений, направленных на усиление взаимосвязи между факторами, достижение наилучших результатов в обучении, построение программ лояльности и усиление приверженности сотрудников ценностям культуры энергосбережения. В основе

метода анализа лежит моделирование структурных уравнений и построение путевых диаграмм. В существующих академических исследованиях подобные методы не являются новыми, однако в данном исследовании они впервые применены для анализа и диагностики внутренней среды менеджмента в организации на примере энергоменеджмента. Таким образом, данный подход является уникальным для промышленных организаций, он позволяет применять интеллектуальные техники анализа собственными силами предприятия на основе предложенных нами конфигураций и анкет для измерения.

Необходимо рассмотреть некоторые ограничения предложенного нами метода. Ввиду сложности рассматриваемых конфигураций энергетического менеджмента необходимо обеспечить репрезентативность опроса, кроме того, для обеспечения пригодных для принятия управленческого решения результатов, количество респондентов должно быть более 200, то есть методика больше подходит для средних и крупных промышленных предприятий. В ходе проведения репрезентативного опроса можно использовать электронные анкеты для удобства обработки данных. Опросы можно совместить с оценкой удовлетворенности отдельными аспектами работы, уровня доверия коллегам и т. п., которые обычно проводятся департаментами управления человеческими ресурсами или отделами кадров. Для доработки вопросов в анкете необходимо привлечь внутренних экспертов, которые предложат раскрыть каждый из указанных факторов с учетом контекста конкретной организации. Каждый из экспертов может предложить переменные (вопросы, утверждения), которые лучше раскрывают содержание факторов, анализируемых в методике.

Выводы по второй главе

1. В эмпирической части исследования мы применили метод кейс-стади для анализа практики энергоменеджмента четырех крупных металлургических предприятий России, на которых проблемы энергосбережения стоят особенно остро ввиду высокой энергоемкости производства. Обследование методом кейс-стади показало, что в последние годы системный подход к энергоменеджменту получает все большее распространение, кроме того, сложность практик управления возрастает со временем за счет использования более совершенных инструментов планирования энергоснабжения, контроля энергопотребления и мотивации сотрудников. Анализ показал, что предприятия интенсивно используют интеллектуальные методы поддержки принятия управленческих решений, такие как регрессионное моделирование и последующее таргетирование. Перспективным направлением в таких условиях является интеграция используемых структурных компонентов поддержки решений и социальных компонентов, представленных приверженностью сотрудников и накопленным человеческим капиталом в энергоменеджменте.

2. Для изучения влияния социальных компонент моделей энергетического менеджмента было проведено эмпирическое исследование 14 российских промышленных предприятий. Метод исследования был основан на моделировании структурных уравнений и последующей оценке значимости взаимосвязей между энергетической результативностью, культурой энергосбережения и практиками управления человеческими ресурсами. Для анализа сложных неявных переменных, таких как культура энергосбережения, практики управления человеческими ресурсами, энергетическая и общая результативность, была разработана специальная анкета, которая содержала ряд явных переменных, оцениваемых по лайкертовской шкале. Анализ согласия показал слаженность представленных теоретических конструкций в рамках каждой из неявных переменных, кроме того, факторный анализ показал высокий уровень факторной нагрузки большинства переменных, используемых в исследовании. Анализ показал умеренное влияние человеческого капитала в энергоменеджменте компаний на общую результативность, однако энергетическая результативность во многом зависит от знаний сотрудников и культуры энергосбережения. В результате исследования предложенная тео-

ретическая модель подтвердила свою достоверность на исследованном эмпирическом материале. Результаты анализа подтверждают основную гипотезу исследования о том, что социальные компоненты интеллектуального энергетического менеджмента вносят большой вклад в энергетическую результативность промышленных предприятий. В дальнейшем исследовании необходимо расширить эмпирическую базу использовать новые модификации теоретической модели структурных уравнений.

3. В исследовании была предложена методика интеллектуальной оценки внутренней среды энергопотребления, основанная на определении текущей конфигурации системы энергетического менеджмента в промышленной организации. Методика является дополнением к техническим аудитам и обследованиям, позволяющим определить ожидания, восприятие и мотивы работников, возникающих при решении задач энергосбережения. Применение методики позволит проанализировать уровень развития и взаимосвязь таких факторов, как человеческий капитал в энергоменеджменте, приверженность сотрудников, культура энергосбережения, методическое обеспечение, уровень технологического развития предприятия, энергетическая и экологическая результативность предприятия. Количественными и качественными результатами анализа, получаемыми в ходе применения методики, являются идентификация текущей конфигурации энергетического менеджмента, показатели измерения факторов, показатели силы взаимосвязи между факторами. Методика имеет несколько ограничений, таких как регулярность измерений, которая не должна быть менее шести месяцев, количество работников в организации, которое должно быть не менее 200 человек, для достижения удовлетворительных результатов обработки данных. Предложенная методика является уникальным и перспективным диагностическим инструментом, обеспечивающим взаимосвязь социальных и структурных компонент принятия управленческих решений в среде энергоменеджмента.

4. Большинство новых методов и подходов, внедряемых на предприятиях в рамках программ энергосбережения, направлены на текущие операционные улучшения в рамках системного подхода. Анализируя особенности предложенного интеллектуального подхода к энергоменеджменту, можно заключить, что он в большей степени подчеркивает стратегическое значение энергосбережения с точ-

ки зрения гармоничного совместного развития социальных и технических систем. Таким образом, перспективным для дальнейшего исследования является вопрос разработки инвестиционных инструментов, опирающихся на оптимизацию рисков финансирования проектов в области энергосбережения, способствующих поддержке долгосрочной стратегии предприятия. Актуальным остается вопрос оптимизации при распределении рисков между центрами ответственности, которые приведут к их снижению за счет того, что такие центры ответственности обладают необходимыми компетенциями в области энергоменеджмента.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

3.1 Оценка состояния интеллектуального энергоменеджмента в стратегии управления промышленным предприятием

Интеллектуальный подход к энергоменеджменту, рассмотренный нами в теоретической части исследования, характеризуется интенсивным использованием внутренних интеллектуальных ресурсов при решении задач энергоменеджмента на промышленном предприятии. В то же время мы отметили вспомогательную роль таких ресурсов в производстве в модели традиционной цепочки создания стоимости, где есть входящие ресурсы, внутренние процессы и выходящие результаты деятельности. В условиях, когда доминирующей конкурентной стратегией является снижение затрат на производство, усиление вспомогательной роли интеллектуальных ресурсов особенно актуально. При рассмотрении системного подхода Кондратьев В.В. рассматривает устоявшиеся в практике управления металлургическими предприятиями модели бизнес-процессов и позиционирование процессов энергоменеджмента внутри них [57]. На рисунке 3.1 приведены типичные процессы энергоменеджмента в рамках системного подхода, привязанные ко всем традиционным управляющим процессам в рамках всего цикла создания стоимости. Ключевая роль в данной схеме отведена процессам операционного управления и улучшения. Входящие логистические потоки отвечают за весь набор входящих ресурсов – материальных, интеллектуальных, человеческих, финансовых и т. д.; выходящие потоки связаны непосредственно с управлением маркетингом: процессами сбыта и распределения продукции промышленного предприятия. Улучшение процессов энергосбережения в системном подходе касается главным образом производственных процессов, некоторая часть из них перераспределяется на инвестиционную деятельность, которая аккумулирует в себе проекты энергосбережения, сроки реализации которых превышают один год.

Рисунок 3.1 – Корневая модель управления бизнес-процессами в промышленной организации в рамках системного подхода к энергоменеджменту

Принципы интеллектуального энергоменеджмента. Как мы видим, процесс организации энергоменеджмента на промышленном предприятии опирается на ряд ключевых этапов, первым из которых является определение корневой модели бизнес-процессов, то есть описание корпоративной архитектуры. На данном этапе раскрывается роль структурных компонентов в поддержке управленческих решений, рассмотренных нами ранее. Задачей данного этапа является формирование модели функционирования промышленного бизнеса за счет, во-первых, достижения соответствия реального объекта управления текущей модели управления и, во-вторых, формирования желаемого состояния объекта за счет оптимизации элементов построенной модели. Желаемое состояние возможно определить, опираясь на ряд принципов, лежащих в основе интеллектуального подхода к энергоменеджменту, которые будут приведены далее.

Усиление роли интеллектуальных ресурсов в поддержке принятия решений в промышленной организации является одной из особенностей предлагаемого подхода. Ранее мы доказали определяющую роль человеческих ресурсов, а также культуры энергосбережения в процессе достижения энергетической результатив-

ности. Соблюдение данного принципа необходимо на всех этапах производственного цикла на предприятии, начиная с планирования входящих логистических потоков и разработки технологии и организации производства. Требования к энергоэффективности должны быть разработаны для всех входящих потоков ресурсов (рисунок 3.2), соблюдение данных требований позволит снизить нормы расхода энергетических ресурсов и повысить экологическую результативность производства, что в целом вносит вклад в стратегию сокращения затрат на производство. Интеллектуальные ресурсы, такие как методы и подходы к управлению режимами энергообеспечения и энергопотребления, позволят установить четкие и измеримые уровни энергоэффективности для целей контроля производственной системы. Сутью интеллектуального подхода также является активизация внутреннего человеческого капитала и мониторинг инициатив и идей в области энергосбережения при проведении операционных улучшений.

Рисунок 3.2 – Возможные положительные результаты при планировании входящих логистических потоков на основе интеллектуального подхода к энергоменеджменту

Интеллектуальные ресурсы также используются при принятии инвестиционных решений, с одной стороны – они способствуют обоснованию экономической эффективности проектов (структурные компоненты поддержки принятия

решений – модели страхования рисков, оценки экономической эффективности и т. д.), с другой стороны, они составляют основу новых технологий, которые повышают конкурентоспособность энергетических систем предприятий. Промышленным предприятиям еще только предстоит использовать весь потенциал уже существующих технологических решений, ряд технологий также может быть разработан внутри компании как способ повышения энергоэффективности выпускаемой продукции (например, в машиностроении). Большой потенциал в связи с повышающимися ценами на энергоресурсы существует в области альтернативных и возобновляемых источников энергии – уже сейчас в развитых странах промышленное потребление таких источников приближается к 15 % от общего конечного потребления (учтены биотоплива, геотермальная, солнечная энергия и энергия ветра по странам ОЭСР в 2014 году) [3].

Распределение ответственности по центрам компетенций в области энергоменеджмента внутри и вне организации. Каждый из уровней организации имеет свою область ответственность за достижение показателей результативности – от уровня представителей топ-менеджмента до рядовых сотрудников. Blass V. в своих работах доказывает важность осведомленности представителей топ-менеджмента и операционных менеджеров о проблемах энергосбережения в решении стратегических задач компании [118]. Качество принимаемых управленческих решений напрямую зависит от уровня компетенций менеджеров в области энергосбережения. Исследования Blass V. показывают, что операционные менеджеры высшего звена (например, главный энергетик предприятия) лично обеспечивают порядка 15 % всех энергоэффективных решений, а также являются ключевыми центрами компетенций, определяющих вероятность внедрения того или иного мероприятия. В это же время вовлеченность прочих топ-менеджеров имеет либо скромные результаты, либо вовсе их отсутствие. Данное исследование говорит о том, что необходимо четко распределять ответственность, а также повышать уровень осведомленности всех менеджеров высшего звена об энергоэффективности предприятия. Кроме того, среди рядовых сотрудников необходимо стимулировать индивидуальную ответственность путем введения гибкой системы ключевых показателей эффективности (KPI), которые будут рассмотрены далее.

Разработка долгосрочных инвестиционных программ энергосбережения на основе составления портфеля энергоэффективных проектов, сбалансированных по срокам окупаемости и объему необходимых инвестиций. Разработка таких программ позволяет выработать у руководства предприятия стратегии инвестиционного поведения, стимулирует внедрение инструментов планирования, учитывающих тенденции изменения внешней среды, и повышает качество принимаемых управленческих решений. Долгосрочные программы способны расширить диапазон воспринимаемых руководством компании инвестиционных возможностей, включающих непосредственную технологическую модернизацию, внедрение усовершенствованных систем автоматизации мониторинга и контроля энергопотребления, а также инвестирование в человеческий капитал. Для каждого из проектов необходимо обеспечить экономическое обоснование на основе планирования ожидаемой экономии ресурсов, а также составить схему финансирования, отражающую сроки привлечения капитала, общие объемы финансирования.

Применение интегрированных структурных и социальных компонентов в рамках моделей принятия управленческих решений. Подобная интеграция позволит учитывать так называемые скрытые затраты, которые возникают за счет несовершенства информации о внутренней среде (неясный внутренний статус использования энергии, а также неисследованный потенциал энергосбережения) и низкого уровня осведомленности сотрудников, высокой доли изношенных производственных фондов, ведущих к дополнительным потерям и т. п. Разработанная нами методика позволяет учесть социальные факторы энергоэффективности, которые могут обуславливать подобные скрытые затраты, она дает возможность измерить уровень приверженности и культуры энергосбережения, которые только концептуально определены в системном подходе. Перспективным направлением реализации данного принципа является автоматизация определения уровня приверженности сотрудников, их компетенций и культуры энергосбережения путем создания единой внутренней информационной среды.

Определение и сохранение лучшего опыта операционных и стратегических улучшений также является важным принципом интеллектуального энергоменеджмента. Принцип постоянных улучшений заложен с системного подхода, организации используют разнообразные инструменты для определения областей, где

можно внедрить операционные улучшения. В данном случае мы лишь акцентируем внимание на создании внутренней базы знаний, содержащей все проведенные операционные улучшения, которые были бы классифицированы по технологическим и экономическим признакам. Технологические признаки включают в себя, прежде всего, укрупненную область применения конкретного решения по энергосбережению, а также перспективы его универсального применения в других подразделениях или аналогичных энергообъектам. К зарекомендовавшим себя на практике инструментам управления можно отнести составление энергетического баланса, составления диаграммы Сенкей (Sankey), энергомониторинг и таргетирование, а также построение планов на основе анализа кумулятивных кривых энергопотребления, диаграмм Парето, анализа трендов и отклонений от целей [119]. Все данные инструменты позволят расширить диапазон операционных улучшений в рамках ряда производственных операций, снабдив центры ответственности необходимой информацией для принятия решений.

Таблица 3.1 – Результаты внедрения принципов интеллектуального энергоменеджмента в систему бизнес-процессов промышленного предприятия при интеллектуальном подходе

Бизнес-процессы и ресурсы	Системный подход	Интеллектуальный подход
Принцип 1. Усиление роли интеллектуальных ресурсов		
1.1. Входящие логистические потоки		
Приобретение материальных ресурсов	Требования к контролю качества для входящего сырья определены	Каждый вид используемых материальных ресурсов классифицирован с точки зрения энергоэффективности; использование доверенных поставщиков ресурсов
Разработка технологий производства	Существуют паспорта для всех видов оборудования с указанием класса энергоэффективности	Для каждой внедряемой технологии и всего набора ресурсов, ее обеспечивающих, оценивается уровень экологической, энергетической и социальной эффективности
Планирование человеческих ресурсов	Проведены требования к обучению сотрудников	Контролируется уровень компетенций в области энергоменеджмента при приеме на работу или карьерном продвижении
Привлечение финансовых ресурсов	Определяется оптимальное соотношение собственных и заемных средств	Определяется оптимальное распределение рисков между предприятием, энергосервисной компанией и инвестиционным банком
1.2. Производственные и управляющие бизнес-процессы		
Энергетическая политика (стратегия)	Определены требования к общему уровню энергоэффективности	В политике учтены интересы всех заинтересованных сторон, определена роль внутренних технологических инноваций в энергоме-

Бизнес-процессы и ресурсы	Системный подход	Интеллектуальный подход
		неджменте
Человеческие ресурсы	Проведение обучения сотрудников по направлениям, внедрение программ мотивации	Планирование карьеры энергоменеджмента, формирование банка идей энергосбережения, операционных улучшений
Планирование производства	Вводить плановую экономию энергоресурсов на уровне 1-2 % в год	Использование статистических моделей для определения целей энергосбережения
Управление производством	Внедрение автоматизированных систем управления энергообъектами	Интеграция всех автоматизированных сетей с применением моделей анализа и прогнозирования энергопотребления
1.3. Выходящие логистические потоки		
Промышленное сотрудничество	Обмен опытом адаптации стандартных решений в области энергоэффективности	Привлечение интеллектуальных ресурсов внешних университетов (университеты, исследовательские организации)
Принцип 2. Распределение ответственности по центрам компетенций		
1.2. Управляющие бизнес-процессы		
Управление производством	Пропаганда энергоэффективных принципов и методов работы	Соблюдение принципов индивидуальной ответственности, распространение лучшего опыта внутри предприятия
Финансирование проектов	Финансирование за счет собственных или заемных средств	Финансирование проектов осуществляется компетентными организациями, имеющими опыт работы по энергосбережению в промышленности
Принцип 3. Разработка долгосрочных инвестиционных программ		
1.2. Управляющие бизнес-процессы		
Планирование инвестиций	Оперативное планирование инвестиций в энергоэффективность	Управление сбалансированным портфелем инвестиционных программ, имеющих взаимные эффекты
Принцип 4. Применение интегрированных социальных и структурных компонентов		
1.2. Производственные бизнес-процессы		
Человеческие ресурсы	Определяется уровень осведомленности персонала	Проводится оценка компетенций персонала, приверженности в области энергоменеджмента, планируются стратегические сессии
Контроль и аудит	Стандартные методы обследования	Применение интеллектуальных способов оценки внутренней среды энергопотребления
Принцип 5. Определение и сохранение лучшего опыта операционных и стратегических улучшений		
1.2. Производственные и управляющие бизнес-процессы		
Управление человеческими ресурсами	Определение требований к энергоменеджеру	Создание команд энергетического менеджмента, поддерживающих стратегию энергосбережения
1.3. Выходящие логистические потоки		
Контроль и аудит	Создание внутренней базы управленческих отчетов	Опубликование ежегодного отчета об устойчивом развитии с учетом интересов множества сторон, раскрытие энергетической поли-

Бизнес-процессы и ресурсы	Системный подход	Интеллектуальный подход
		тики
Внедрение технологий производства	Обеспечение цикла постоянного улучшения в системе энергоменеджмента	Создание базы знаний о всех приобретенных внешних технологиях и типовых решениях по энергосбережению

Измерение уровня развития внутренней системы энергоменеджмента может происходить на основании моделей оценки зрелости, которые были затронуты в теоретической части данного исследования. В методологии оценки зрелости (EMMM 50001) используется пять уровней развития: от начального до оптимизированного [68]. Каждой организации необходимо определить периодичность такой оценки и оценивать уровень и причины разрыва в достижении высоких показателей энергетической результативности. Измерение уровня развития является составляющей частью стратегического анализа, его необходимо производить для планирования последующих инвестиционных программ. Анализ производится с точки зрения развития бизнес-процессов в рамках цикла PDCA. На оптимизированном уровне зрелости в комплексе используются лучшие практики управления энергосбережением – от использования ответственных («зеленых») поставщиков до прохождения добровольной аккредитации выпускаемой продукции на предмет энергоэффективности высокого класса.

Необходимо адаптировать существующие методики оценки зрелости к условиям концепции интеллектуального энергоменеджмента (см. таблица 3.2), дополнив их показателями, отражающими наличие внутренних интеллектуальных ресурсов, применяемых в процессах планирования, анализа, контроля и совершенствования энергопотребления. Также мы акцентировали внимание на устройстве и подходах к организации самой системы энергоменеджмента, которая должна ориентироваться на рассмотренные выше принципы интеллектуализации.

Практическое применение рассмотренного инструмента позволит оценить наличие и уровень результативности применения структурных и социальных компонентов для поддержки принятия решений в энергоменеджменте. При совпадении признака с реальным состоянием объекта внутри каждого критерия (процесса энергоменеджмента) данному критерию присваивается определенное количество баллов (от 0 до 4, с шагом в 2 балла), затем баллы суммируются.

Таблица 3.2 – Таблица для определения оценки состояния интеллектуального энергетического менеджмента на промышленном предприятии

Процесс энергоменеджмента	Начальный	Управляемый	Оптимизированный
1. Исследования и разработки	Нет внутреннего подразделения исследований и разработок (0)	Есть исследовательское подразделение (2)	Есть внутренняя специализированная команда по исследованию проблем энергоэффективности (4)
2. Конфигурация энергетического менеджмента	Конфигурация, ориентированная на результат (0)	Конфигурация приверженности или человеческого капитала в энергоменеджменте (2)	Сбалансированная конфигурация (4)
3. Планирование энергопотребления	Некоторые показатели энергопотребления планируются неформально (0)	Планирование ведется с учетом потребностей всех подразделений предприятия (2)	Планирование энергозатрат - основа устойчивого развития, используется лучший отраслевой опыт и статистические модели (4)
4. Проведение энергоанализа	Анализируются источники ресурсов, факты их потребления, ведется выборочный учет (0)	Анализ крупнейших источников энергозатрат, ежегодный анализ изменений в потреблении (2)	Энергоанализ проводится ежемесячно, предлагаются планы операционных улучшений, проводится регрессионный анализ значимых факторов прямого энергопотребления (4)
5. Разработка показателей энергоэффективности	Показатели энергоэффективности не установлены (0)	Показатели определены только для важнейших потребителей энергии (2)	Показатели интегрированы с системой оперативного контроля производства и непрерывного мониторинга, статистический анализ позволяет прогнозировать потребление энергии (4)
6. Вовлечение персонала	Вовлечение и осведомленность персонала отсутствуют (0)	Вовлечение задокументировано, проводится обучение (2)	Процесс коллективного обучения способствует вовлечению, работает команда энергоменеджеров
7. Внутренняя и внешняя коммуникация	Неформальная внутренняя коммуникация (0)	Цели энергоменеджмента транслируются внутри организации (2)	Компания формирует ежегодный отчет об устойчивом развитии, устанавливает обратную связь (4)

Процесс энергоменеджмента	Начальный	Управляемый	Оптимизированный
8. Энергоэффективный дизайн и внедрение инноваций	Технологические инновации не учитывают потребность в сбережении энергии(0)	Дизайн продуктов учитывает потребности повышения энергоэффективности (2)	Планируется энергоэффективное совершенствование продукта на всех этапах жизненного цикла, энергоменеджер является частью инновационной команды(4)
9. Корректирующее воздействие	Улучшения внедряются только на больших участках, превентивные меры не осуществляются (0)	Улучшения фиксируются и анализируются, учитывается уровень экологической эффективности проектов (2)	Статус системы энергоменеджмента находится под наблюдением, делается упор на превентивные меры, базирующиеся на моделях прогнозирования (4)
10. Внутренний аудит	Аудиты осуществляются, но без четкого плана(0)	Ведется учет результатов аудита, разработан план и график. Внутренние аудиторы компетентны (2)	Внутренние аудиты - часть стратегического менеджмента, привлекаются внешние аудиторы (4)
Итого баллов	0---10	11---30	31---40

Примечание к таблице 3.2: Предложено автором, часть показателей адаптирована из [68].

Количество баллов, характерное для каждого уровня развития указано в нижней строке таблицы. В результате оценки интеллектуальной зрелости возможно определить текущий уровень накопленных энергоэффективных компетенций, степень развития внутренней системы энергоменеджмента в соответствии с последними и технологическими изменениями, а также сделать заключение о том, какие внешние интеллектуальные ресурсы понадобятся компании для принятия обоснованных инвестиционных решений.

Процесс принятия инвестиционных решений в энергоменеджменте, который будет рассмотрен нами в дальнейшем, обусловлен множеством факторов, он требует наличия высокого уровня компетентности у энергоменеджеров как в сфере технологического планирования, так и в области экономического анализа и учета инвестиционных рисков. В данном случае каждое предприятие должно объективно оценивать свои интеллектуальные возможности и планировать привлечение внешних ресурсов и экспертов, для улучшения показателей эффективности инвестиционных проектов.

3.2 Разработка и апробация методик обоснования и принятия инвестиционных решений в области внедрения и управления проектами по энергосбережению

В последние годы в условиях развивающихся стран все большее распространение получают инструменты снижения инвестиционных рисков проектов по энергосбережению в промышленности с использованием схем распределения ответственности в соответствии с уровнем компетенций каждой из сторон, реализующих такие проекты [120]. Одной из основных проблем в организации инвестиционных процессов является усложнение системы управления вследствие большого разнообразия энергообъектов и необходимости разработки альтернативных решений по энергосбережению для каждого из них. Таким образом, современным промышленным организациям необходимо не только формировать сбалансированный портфель инвестиционных проектов, но и обладать техническими компетенциями при анализе тех или иных решений в области энергосбережения, а также иметь доступ к финансированию. Перед компаниями возникает значительное количество инвестиционных альтернатив, выбор которых затруднен высоким уровнем неопределенности в технических и экономических условиях реализации проектов по энергосбережению. В случаях, когда организации не обладают достаточными знаниями в области энергосберегающих технологий или испытывают недостаток финансовых средств, они прибегают к заключению *энергосервисных контрактов* со специализированными организациями [121]–[123]. В таких условиях актуальной становится проблема привлечения внешних интеллектуальных ресурсов: знаний экспертов, лучшего опыта использования энергосберегающих технологий.

Новые инвестиционные возможности в энергоменеджменте: обзор литературы. Несмотря на то, что некоторые юридические вопросы организации энергосервисных договоров регулируются главой пятой Федерального закона №261-ФЗ, вопросы распределения выгод от применения услуг ЭСКО и проектного управления рисками остаются актуальными для большинства компаний [32], [124], [125]. Традиционные методы измерения экономической эффективности, такие как расчет чистого дисконтированного дохода (NPV), внутренней нормы доходности (IRR), уже зарекомендовали себя на практике [126]. Значительно более

сложной задачей является определение нормы дисконта при таких расчетах, которая бы определяла уровень локальных рисков, связанных с конкретным проектом. Поскольку расчет нормы дисконта методом средневзвешенной стоимости капитала (CAPM) не всегда доступен ввиду отсутствия значительного количества статистических данных по эффективности проектов в энергоменеджменте, необходимо искать другие инструменты управления рисками в данной сфере.

Принципы энергосервиса известны в развитых странах еще с конца 1980-х годов, тридцатилетний опыт реализации данной концепции показывает, что инвестиционным компаниям и представителям энергоменеджмента предприятий бывает сложно договориться об условиях предстоящего проекта [127], [128]. В основе энергосервисного контракта лежит идея распределения полученных сбережений (экономии), когда предприятие не несет капитальных затрат, а отдает часть эффекта, полученного от энергосбережения, сервисной компании, обеспечивающей необходимые капитальные затраты, обслуживание и контроль проекта. В данном случае критической проблемой является принцип распределения накопленных сбережений в результате реализации энергоэффективной технологии. Вопрос распределения долей получаемых выгод и осуществленных затрат становится особенно острым при заключении энергосервисных контрактов при осуществлении масштабной модернизации с существенным сроком окупаемости технических решений, составляющих ее основу.

Одним из факторов, определяющих успех энергоэффективных проектов, является взаимодействие технических специалистов и финансовых служб, которые способны взаимно обогащать информационные потоки при принятии решений. В любом проекте есть вероятность того, что необходимые с технической точки зрения энергосберегающие решения окажутся экономически неэффективными. Зачастую проблемы в обосновании эффективности связаны с выбором неадекватного периода, в котором необходимо достичь окупаемости, невозможность предсказать поведенческие аспекты, которые приведут к большему потреблению энергии, после того как будет установлено новое оборудование [127]. Высокая изменчивость цен на энергоресурсы и быстрый технологический рост в развивающихся странах также затрудняют оценку инвестиций в энергосбережение. При реализации промышленных проектов по энергосбережению, процесс созда-

ния статистической базы данных, используемой для оценки рисков (например, путем оценки вариации технико-экономических параметров проектов, осуществлявшихся в прошлом), как правило, затруднено. Такой вариант доступен только для промышленных компаний с большим опытом работы или вертикально интегрированных холдингов, где холдинговая компания имеет возможность контролировать и анализировать все информационные потоки внутри предприятий. Например, в сфере жилищного строительства уже на протяжении 15 последних лет существуют специализированные структурные компоненты поддержки принятия решений в области инвестиций в энергосбережение. Промышленности необходимо использовать данный прогрессивный опыт и формировать отраслевые базы данных по энергоэффективным проектам.

Методы обоснования и принятия инвестиционных решений в энергоменеджменте. В данном разделе мы предложим совокупность методов принятия инвестиционных решений в области энергетического менеджмента, который позволит оценить перспективы и экономическую эффективность реализации портфеля проектов предприятия, направленных на энергосбережение. В рассмотренных ранее, в рамках эмпирического исследования компаниях инвестиционный цикл (который определен нами как период между идентификацией инвестиционной возможности и ее внедрением) занимает период порядка одного года. Обычно любому циклу предшествует проведение масштабного внутреннего аудита, который обнажает всю палитру внутренних возможностей в области энергосбережения. Опыт развивающихся стран показывает, что аудиты необходимо проводить с привлечением внешних экспертов из специализированных организаций, которые способны расширить количество альтернатив за счет знания передовых технологий и опыта промышленных компаний.

Предлагаемая последовательная совокупность методик состоит из восьми этапов, на которых реализуются как зарекомендовавшие себя практики энергоменеджмента, так и методы, которые были предложены автором (см. рисунок 3.3). На первом этапе, который следует после подготовительной процедуры, – проведение энергоаудита и выработка рекомендаций по совершенствованию системы, происходит классификация проектов по предлагаемым нами признакам, всего мы выделяем три больших класса проектов, в каждом из них два подкласса. Каждый

проект характеризуется своим уровнем воздействия на внутреннюю среду (оценивается глубина предполагаемых изменений), приоритетом по сроку окупаемости и по уровню капитальных вложений. Первый класс связан с интеллектуальной поддержкой процессов принятия решений в энергоменеджменте – это внедрение информационных технологий, систем автоматизированного мониторинга и контроля внутренней среды энергопотребления. Как правило, данные проекты затрагивают все подразделения компании и имеют средний срок окупаемости (3–5 лет). Второй тип мероприятий в рамках первого класса – это обучение персонала, которое обычно сопровождает каждый проект по модернизации энергетической инфраструктуры, в некоторых случаях это неотъемлемая часть процесса практического внедрения проектов, поскольку у персонала необходимо сформировать навыки работы на новом оборудовании. Сроки окупаемости остаются сложными для измерения, поскольку эффекты на практике могут быть определены, как правило, только косвенным путем, а капитальные затраты относительно низки.

Второй класс проектов касается технологических изменений в рамках отдельных производственных подразделений – либо только на участках цеха, либо во всем подразделении сразу. Такие проекты имеют средние или высокие сроки окупаемости (от 3 до 9 лет) и требуют значительного объема инвестиций. Третий класс проектов затрагивает глубокие изменения в системе энергетического менеджмента, поскольку способен повлиять на производственную инфраструктуру и организацию производства.

Рисунок 3.3 – Блок-схема принятия управленческих решений в энергоменеджменте при обосновании и принятии инвестиционных решений. Примечание: «*» – в данной области имеются авторские методические предложения.

Подобные проекты имеют значительные сроки окупаемости (более 10 лет) и предполагают коренные изменения в системе управления. Все классы и подробные их характеристики приведены в таблице 3.3.

После классификации всех проектов, которые были предложены по результатам энергоаудита, следует второй этап, на котором необходимо окончательно сформировать весь портфель проектов по энергосбережению, указать суть каждого из них и определить требуемое финансирование и предполагаемый экономический эффект.

Таблица 3.3 – Структуризация видов проектов энергоменеджмента по глубине изменений в системе энергоменеджмента и сущности предлагаемых решений.

Класс	Вид стратегического мероприятия	Глубина изменений	Приоритет по сроку окупаемости	Приоритет по уровню капитальных вложений
A1	Совершенствование информационной системы	затрагивает все подразделения компании	высокий, срок окупаемости в пределах 3-5 лет	высокий или средний, в зависимости от сложности внедряемой системы и уровня технологий мониторинга
A2	Обучение персонала в области эффективного использования энергетических ресурсов	затрагивает все подразделения компании	высокий, срок окупаемости может быть определен косвенными методами за счет отдельных экономических эффектов энергосбережения	высокий, уровень вложений относительно низкий
B1	Внедрение частных технологий энергосбережения	конкретные производственные процессы, несистемный характер	высокий, срок окупаемости составляет несколько лет	высокий, уровень вложений относительно низкий
B2	Внедрение технологий энергосбережения в отдельных производственных единицах (подразделениях)	отдельные производственные подразделения	высокий или средний, в зависимости от источника технологий - приобретенные или созданные за счет внутренних инноваций	средний, уровень капитальных вложений не превышает затраты на покупку более энергоэффективного оборудования аналогичного назначения
C1	Внедрение энергосберегающих технологий на отдельных участках производства, затрагивающие всю производственную цепочку	комплекс производственных подразделений	средний или низкий, срок окупаемости в пределах 10-20 лет	средний, капитальные вложения осуществляются в рамках отдельных мероприятий по модернизации производства, сопряжены с подобными мероприятиями
C2	Системные технологии энергосбережения, затрагивающие в том числе и непроизводственные подразделения, привлечение альтернативных источников энергосбережения	затрагивает все подразделения компании	низкий, сроки окупаемости весьма высокие и колеблются в пределах 25-30 лет, при расчете срока окупаемости, однако, необходимо учесть экологические эффекты	низкий, требуются значительные финансовые средства, в том числе в приоритете заемные источники финансирования

Методика А. Суть данной методики сводится к определению уровня зрелости системы энергоменеджмента, методика определения была приведена ранее в параграфе 3.1. По результатам методики мы определяем начальный, управляемый или оптимизированный уровень зрелости. Затем стороне, принимающей решения, необходимо определить, какими именно способами будет реализовано данное решение. Первый вариант предполагает реализацию внутренними силами с привлечением собственных финансовых средств и заемного капитала. Второй вариант предполагает привлечение внешних интеллектуальных ресурсов, например,

опытных экспертов, которые будут предоставлять консультационную поддержку или организаций, предоставляющих услуги по профессиональной подготовке промышленных кадров (что, например, особенно актуально для проектов класса А2). Третий вариант предполагает обсуждение и заключение контракта с энергосервисной компанией (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Потенциал реализации проектов в зависимости от класса проектов и уровня интеллектуальной зрелости системы энергетического менеджмента

Класс проекта	Начальный			Управляемый			Оптимизированный		
	ВС	ИП	ЭСКО	ВС	ИП	ЭСКО	ВС	ИП	ЭСКО
А1	–	++	+++	+	+++	+	++	+++	+
А2	+	+++	+	++	++	+	+++	+	+
В1	++	+++	+++	+++	+	+	+++	++	+
В2	+	++	+++	+++	+	+++	+++	++	+++
С1	–	++	+++	++	++	+++	++	++	+++
С2	–	++	+++	–	++	+++	++	+++	+++

Примечание к таблице 3.4. ВС – реализация проекта внутренними силами, ИП – привлечение внешних интеллектуальных ресурсов и экспертов для технической и организационной поддержки проектов, ЭСКО – реализация проектов на основе контракта с энергосервисной компанией; «+++» – рекомендуется такой вариант; «++» – при реализации такого варианта эффективность значительно повысится, вариант возможен, если энергосервис не доступен; «+» – использование такого варианта возможно для данного класса проектов; «–» – не рекомендуется к внедрению.

Таким образом, мы определяем, что предприятие является инициатором заключения энергосервисного контракта, задачей энергосервисной компании является проведение внутреннего обследования и формирования собственного представления о рисках внутри организации. В таблице 3.4 мы предлагаем несколько вариантов стратегий в зависимости от уровня компетенций энергоменеджеров внутри организации. В случаях, когда энергосервисный контракт недоступен, компаниям с низким уровнем интеллектуальной зрелости системы энергоменеджмента рекомендуется привлекать внешних экспертов и пользоваться услугами других специализированных организаций, в том числе тех, которые ведут исключительно консультационную поддержку.

Методика Б. После выбора того или иного варианта необходимо произвести оценку эффективности предлагаемых организационных решений с учетом

рисков, которые могут возникнуть на протяжении всего проекта. Количественная оценка рисков необходима для дальнейшей корректировки ожидаемых потоков экономии и величин затрат, которые несет предприятие или энергосервисная компания. Основными источниками риска являются процессы дестабилизации внутренней и внешней среды, они обуславливают вариацию входящих и выходящих параметров проектов по энергоменеджменту. Методика Б состоит из трех частей. Первая часть позволяет идентифицировать риски, которые связаны с конкретным перспективным проектом в портфеле энергоэффективных решений компании. Для определения рисков необходимо определить основные источники вариации в параметрах проекта (таблица 3.5). В нашем подходе учтены как внутренние, так и внешние факторы.

Таблица 3.5 – Основные факторы, определяющие вариацию в параметрах проектов по энергосбережению.

Источник	Основные причины изменений и возможные отклонения
Цены на электрическую энергию	Колебания в ценах на электроэнергию, ценах на энергоносители, используемые в производстве электричества
Цены на природный газ	Колебания в рыночных ценах на газ, поставляемый на предприятие (около 5 % от возможного риска)
Технические факторы проектов операционных улучшений	Отклонения в качестве ресурсов, сроках поставки материалов, технологические отклонения в производственном процессе (например, внутрисменные простои оборудования или время его нахождения в режиме ожидания)
Фактор человеческого капитала	Уровень компетенций сотрудников, производственная дисциплина, приверженность ценностям культуры энергосбережения
Погодные условия	Значительные колебания в природных условиях, регистрируемые в последние годы
Прочие переменные	Отклонения в измерениях при проведении энергоаудитов, обследований, неточности измерений в ходе регулирования технологических процессов

Примечание к таблице 3.5: Предложено автором на основе анализа литературы [126]–[129]

Данные факторы необходимо учитывать при корректировке ожидаемой экономии, кроме того, необходимо учитывать изменения в стоимости оборудования на каждом этапе реализации проекта. Для анализа ожидаемого экономического эффекта нами предлагается использовать показатель чистого дисконтированного дохода (далее – *NPV*), скорректированный с учетом рисков изменения показателей экономии и рисков увеличения капитальных затрат на проект, на основе анализа ожиданий двух сторон – энергосервисной компании и рассматриваемого

предприятия (клиента). В данном случае мы рассмотрим специфическую ситуацию, когда внутри обычного *NPV* существуют две составляющие – поток чистого дохода для клиента-предприятия (*NPVC*) и для ЭСКО (*NPVE*):

$$NPV = NPVC + NPVE. \tag{3.1}$$

С учетом интересов клиента ЭСКО величина *NPV* по результатам конкретного проекта по энергосбережению будет выглядеть следующим образом:

$$NPVC = \sum_{t=0}^{T} \frac{(1-d_{et}) \times E_t \times (1+\alpha)^t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{T} \frac{(1-k_{et}) \times C_t \times (1+\beta)^t}{(1+r)^t}, \tag{3.2}$$

где

d_e – доля выгод от проекта по энергосбережению, получаемых энергосервисной компанией в период времени *t*, доли единицы;

E – ожидаемая экономия от реализации проекта в период времени *t*, руб.;

α – коэффициент, учитывающий изменение экономии с учетом внешних и внутренних рисков реализации конкретного проекта, доли единицы;

β – коэффициент, учитывающий изменение затрат на реализацию проекта с учетом внешних и внутренних рисков реализации конкретного проекта, доли единицы;

r – норма дисконта, учитывающая величину инфляции и альтернативную безрисковую доходность, доли единицы (если величина выражена в процентах, то она делится на 100);

T – жизненный цикл инвестиционного проекта или расчетный период, по завершении которого планируется получить положительную величину *NPV*, годы (возможно выбрать другой период измерения, при этом скорректировав коэффициенты и норму дисконта);

k_e – доля затрат в проекте по энергосбережению, которые несет энергосервисная компания в период времени *t*;

C – ожидаемые затраты на реализацию проекта в период времени *t*, руб.

Для энергосервисной компании поток ожидаемых чистых доходов с учетом факторов риска и дисконтирования будет представлен следующим образом:

$$NPVE = \sum_{t=0}^{T} \frac{d_{et} \times E_t \times (1+\alpha)^t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{T} \frac{k_{et} \times C_t \times (1+\beta)^t}{(1+r)^t} \quad . \qquad (3.3)$$

Параметрами, необходимыми для решения инвестиционной задачи в рамках энергосервисного контракта, являются не только сами величины чистых доходов ЭСКО и ее клиента, но и уровни рисков α и β, а также размеры доли затрат на реализацию проекта и доли выгоды, которую получит каждая компания. В данном случае мы рассмотрим ситуацию, когда доли затрат и выгод являются независимыми величинами, но значения их постоянны на протяжении всего расчетного периода. Для определения коэффициентов, определяющих уровень риска, нами предложено использовать следующую таблицу (см. таблица 3.6).

Коэффициент α определяет величину риска, связанную с изменением параметров проекта, которые способны уменьшить или увеличить ожидаемую экономию. Например, увеличить величину риска (как вероятности наступления негативного исхода событий), а следовательно, придать коэффициенту α отрицательное значение, может высокий уровень неопределенности внутренней среды, например, отсутствие достаточного уровня данных об объекте энергопотребления, сложно предсказуемые изменения в климатических условиях и т. п. Следует отметить, что коэффициент α также отчасти учитывает инфляционные явления, такие как рост цен на энергоресурсы, поэтому не следует одновременно завышать его значение и учитывать инфляционные процессы в полной мере в рамках нормы дисконта. В определенных случаях в норме дисконта лучше учитывать только доходность альтернативных вложений. Следует также понимать, что если значение α больше нуля, то ожидаемая экономия будет увеличиваться, то есть при прогнозировании негативных ситуаций необходимо брать значение коэффициента менее нуля, в пределах 0,43–0,45 (доли единицы).

Коэффициент β определяет величину риска, связанную с затратами на оборудование, его монтажом, затратами на обучения персонала, то есть с изменением необходимого объема инвестиций. Положительная величина данного коэффициента говорит о том, что учитываются факторы, способные повлиять на повышение стоимость оборудования или иных капитальных затрат в период реализации проекта. Если затраты осуществляются единовременно, в первом периоде, то коэффициент не применяется. Важным условием применения методики является вы-

бор граничных значений коэффициентов при различных сценариях реализации проектов. Иными словами, для каждого из коэффициентов определяются не конкретные значения, а только границы, в которых предполагаются их колебания. Данное условие говорит о том, что при использовании методики не обязательно использовать конкретные значения рисков, достаточно только определить диапазоны их значений и вероятность их наступления. Это позволяет повысить количество альтернатив принимаемых решений и, соответственно, качество принимаемых управленческих решений.

Имитационная модель. Модели, предложенные нами ранее, будут использованы для имитационного моделирования, которое применяется ввиду отсутствия значительного количества статистических данных при практическом принятии решений по проектам энергосбережения в промышленности. Инструменты имитационного моделирования повсеместно используются в инвестиционном анализе, в последнее время они получили распространение в практике энергетического менеджмента.

Задача такого моделирования достаточно проста – дать диапазон вероятностей наступления определенного исхода (целевой величины, в данном случае у нас три целевых величины – *NPV*, *NPVC* и *NPVE*), с учетом определенных фиксированных параметров или параметров, для которых мы знаем характер их распределения.

Фиксированные переменные в моделях. На практике в процессе составления портфеля энергоэффективных проектов рассчитываются величины ожидаемой экономии и делается предположение о необходимых затратах (на основании анализа цен на оборудование). Поэтому первым условием моделирования станет положение о том, что параметры E_t и C_t – фиксированные. Для каждого проекта необходимо определить величину экономии, корректируемой на коэффициент α и величину затрат, которые могут быть скорректированы на коэффициент β.

Таблица 3.6 – Значения коэффициентов, учитывающих риски, и нормы дисконта для проектов по энергосбережению, которые используются для имитационного моделирования

Вид риска	Факторы риска	Методы управления	α, доли единицы		β, доли единицы		Норма дисконта *r*, %
			min	max	min	max	
Экономический	Цены на энергоресурсы	Составление контрактов с фиксированными ценами в рамках периода	0	0,05	–	–	Учитывать уровень инфляции (до 10-15 %) и возможности безрисковых вложений (6-7 %)
	Изменение уровня спроса на продукцию						
	Цена привлекаемого капитала	Изменение ставки дисконтирования в соответствующем проекте	0	0	0	0,05	
	Затраты на оборудование	Изменение условий поставок, прогнозирование жизненного цикла технологии, прогнозирование курсов валют при закупках импортного оборудования	0	0	-0,05	0,05	
Технологический	Отсутствие части информации или знаний об объекте внедрения*	Проведение опросов, установление четких технических характеристик оборудования, привлечение внешних экспертов	-0,05	0,05	0	0,05	
	Применимость технологии в данных условиях*	Оценка условий и потенциала производственной среды, тщательный анализ среды при проектировании нововведений	-0,1	0,1	0	0,05	
	Эффективность работы оборудования	Анализ характеристик оборудования, анализ условий производственной среды	-0,1	0,1	-0,05	0,05	
Операционный	Снижение эффектов сбережения со временем	Мониторинг и диагностика, управление сопротивлением изменений, обучение сотрудников	0	0,02	–	–	

Вид риска	Факторы риска	Методы управления	α, доли единицы		β, доли единицы		Норма дисконта *r*, %
			min	max	min	max	
	Изменение базовой линии	Планирование ресурсов с учетом энергосберегающих проектов	-0,02	0,02	–	–	
	Колебания климатических условий	Анализ климатических условий, хеджирование погодных рисков (в развитых странах)	-0,04	0,04	–	–	
	Качество входящих данных для энергоанализа**	Установление критериев качества данных с помощью технических специалистов	-0,05	0,05	–	–	
Риск измерения и верификации	Ошибки моделирования**	Использование стандартных, зарекомендовавших себя на практике моделей	-0,05	0,05	–	–	
	Точность измерений**	Выработка внутренних стандартов точности измерений, использование адекватного оборудования для измерений	-0,02	0,02	–	–	
	-0,43	0,45	-0,10	0,25	6–22 %		

Примечание к таблице 3.6.

«*» – в некоторых случаях данные факторы могут играть определяющую роль в оценке эффективности, поэтому если они выходят за рекомендуемые диапазоны, то предложенную модель использовать нецелесообразно;

«**» – величины рисков могут быть изменены в зависимости от ожидаемой величины погрешности в располагаемых данных. Норма дисконта учитывает только уровень инфляции (рост цен на ресурсы) и возможности альтернативных вложений капитала, который в данном случае направлен на реализацию проекта.

Кроме того, фиксированной величиной должна стать норма дисконта *r*, которая принимается на уровне от 6 до 22 % в зависимости от учета уровня инфляции (уровни инфляции более 15 % определяются как галопирующие, характерные для кризисных периодов экономического развития, в которых применение предлагаемой нами модели невозможно, обратим также внимание на то, что уровень безрисковой доходности определен как ориентировочная процентная ставка при размещении вкладов в Сбербанке России сроком на год). Период времени T является также фиксированной величиной, выбор которой зависит от срока полезного использования оборудования в рамках проекта и величины горизонта, при которой планирование целесообразно. В условиях развивающихся экономик его значение более 5–7 лет не рекомендуется.

Переменные с заданным распределением. Для используемых ранее коэффициентов α и β мы используем не конкретные значения, а определяем только их максимальные и минимальные возможные значения и задаем законы их распределения с определенными параметрами. То же самое происходит с величинами долей вклада каждого участника в проект k_e и долей выгод d_e, полученных в рамках проекта. Для коэффициентов лучше использовать нормальное распределение, определив его среднее значение и возможное стандартное отклонение. Для величин затрат или экономии в некоторых случаях можно задать треугольное распределение, учитывая диапазон значений не более 2–3 %, при этом нужно скорректировать коэффициент α на то же значение, чтобы избежать двойного учета рисков снижения экономии в проектном периоде.

Правомерным становится вопрос: как указывать параметры с заданным распределением, если имеются статистические данные по предшествующим проектам по энергосбережению? В таком случае необходимо проанализировать статистические данные и определить законы распределения переменных, ожидаемое значение, арифметическое среднее и стандартное отклонение, а также максимальные и минимальные значения. Такая информация может быть получена в ходе анализа регрессионных моделей, зависимой переменной в которых является величина полученного энергосбережения, а независимыми переменными являются факторы, определяющие изменения в энергопотреблении в рамках проекта: климатические, технологические, организационные и факторы человеческого капита-

ла. В большей степени нас интересует вопрос моделирования при отсутствии достаточного объема статистических данных о проектах по энергосбережению, в таком случае с помощью специализированного программного обеспечения необходимо оценивать параметры имитационных моделей. Программа генерирует псевдослучайные числа в заданных условиях с учетом фиксированных значений. Потом эти значения подставляются в модель и учитываются целевые индикаторы.

Частные случаи и условия отбора решений. Частным случаем модели является распространенная ситуация, когда инвестиции осуществляются в начальный (нулевой) период в полном объеме, то есть единовременно в инвестиционном предпроизводственном периоде. В таком случае модель для ЭСКО будет выглядеть следующим образом:

$$NPVE = \sum_{t=1}^{T} \frac{d_{et} \times E_t \times (1+\alpha)^t}{(1+r)^t} - k_{e0} \times C_0 . \qquad (3.4)$$

Как видно, затраты происходят единовременно в начале проектного периода, а экономия считается по результатам года. При расчете любой имитационной модели, частной или общей, необходимо придерживаться следующих правил: задавать фиксированные значения денежным показателям и норме дисконта, а также учитывать корреляцию между коэффициентами k_e и d_e на уровне не менее 0,7, в противном случае количество сгенерированных случайных сценариев, в которых будет выполнено условие максимизации NPV для всех заинтересованных сторон не будет превышать 0,2–0,5 %. После генерации не менее 100 000 случаев с доверительным интервалом 95 % необходимо отобрать те случаи, в которых одновременно выполняются следующие условия:

$$\begin{cases} NPV \to \max \\ NPVC \to \max \\ NPVE \to \max \\ \alpha \to \min \\ \beta \to \max \end{cases} \qquad (3.5)$$

Из условия (3.5) видно, что мы максимизируем величины чистых доходов для двух заинтересованных сторон и величины рисков, которые могут возникнуть в ходе выполнения проекта. После отбора 100–150 случаев, которые максимально соответствуют условию, необходимо провести их анализ на предмет значения и соотношения целевых показателей k_e и d_e. Таким образом на данном этапе мето-

дики Б (седьмой этап) происходит выбор возможных показателей уровня затрат и выгод, которые получат предприятие и ЭСКО.

Расчет примера с использованием имитационной модели. Для примера возьмем реальный инвестиционный проект, который был внедрен на одном из обследованных в эмпирической части исследования предприятий. Сутью мероприятия было внедрение оборудования, которое повышает полезное действие генерируемого тепла в металлургическом процессе. Капитальные затраты на мероприятие по расчетам специалистов составили 315 400 рублей в начале инвестиционного периода, время, которое было необходимо на строительство – 2 месяца. Срок полезного использования оборудования составил 5 лет. Технико-экономические расчеты показали, что по результатам внедрения мероприятия в течение 12 месяцев можно будет получить экономию в размере 195 400 рублей. Таким образом недисконтированный срок окупаемости составил бы 1,61 года. Оценка интеллектуальной зрелости системы энергоменеджмента показала, что предприятию необходимо пользоваться услугами ЭСКО, поскольку она демонстрирует только «управляемый уровень». Класс проекта оценен нами как B2. Компании (предприятие-клиент) и ЭСКО закладывают разные величины коэффициентов *ke* и *de*. Каждая сторона стремится снизить долю затрат и увеличить долю выгод. В целом решено, что они будут заложены в расчеты пропорционально в интервале от 0,5 до 1 (ЭСКО несет от 50 % до 100 % затрат и получает примерно столько же выгод), их распределение – треугольное, соответственно ожидаемый уровень корреляции для генерации псевдослучайных значений – 0,7 (не ниже рекомендуемого нами ранее).

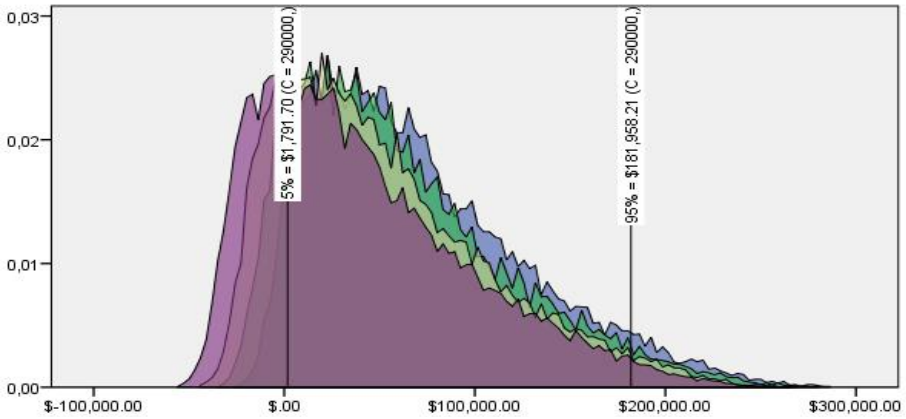
Таблица 3.7 – Результаты оценки рисков проекта, используемые для имитационного моделирования.

Вид риска	Фактор риска	Результаты технико-экономической оценки рисков	α доли единицы		Средн.
Технологический	Отсутствие части информации или знаний об объекте внедрения	Обследование проводилось квалифицированными специалистами ЭСКО и предприятия-клиента по согласованию на основе визуального осмотра и анализа внутренней технической документации	0,00	0,00	0,00
	Применимость технологии в данных условиях	Проект рассчитан для условий металлургического производства данного масштаба и энергоемкости	-0,02	0,01	-0,01

Вид риска	Фактор риска	Результаты технико-экономической оценки рисков	α доли единицы		Сред н.
	Эффективность работы оборудования	Проведение обследования состояния существующего металлургического оборудования в цехе показало средний уровень износа и общего состояния	-0,02	0,00	-0,01
Операционный	Снижение эффектов сбережения со временем	Возможно снижение производительности в период обучения, есть вероятность сопротивления изменениям, уровень приверженности низкий, конфигурация направлена на результат	-0,03	0,01	-0,01
	Изменение базовой линии	Изменение базовой линии предусматривает экономию в пределах 1% в год (по регрессионной модели)	-0,01	0,00	-0,01
	Колебания климатических условий	В регионе ожидается умеренный зимний период, но короткое лето (проект условно оценивается с учетом прогноза от марта 2017 года)	-0,03	0,02	-0,01
Суммарный риск и его среднее значение			-0,11	0,04	-0,04

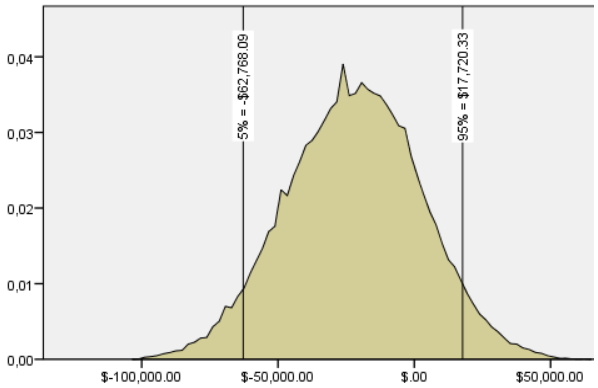
Примечание к таблице 3.7: Предложено автором по результатам энергоаудита на одном из предприятий УГМК-холдинга.

Норма дисконта составила 11 % (из них 6 % доходность альтернативных вложений и 5 % инфляции по ресурсам, которые используются в производстве). Величина рисков α оценена на следующем уровне (таблица 3.7), коэффициент β не оценивается, потому что затраты происходят единовременно в течение первого года, ввиду масштаба проекта оцениваются только технологические и операционные риски. Как видно из таблицы, общий суммарный прогнозный риск по коэффициенту α отрицательный и его среднее значение также отрицательное. Он может доходить до 11 %, то есть ежегодное снижение экономии может составлять до 11 %. При этом вероятность повышения экономии ввиду всех положительных факторов только 4 %. Далее мы задаем параметры модели в специализированной программе SPSS Statistics в модуле Имитация. Результаты оценок *NPV* для всех сторон приведены на рисунке 3.4. Более подробные данные приведены в Приложении Д. Данные рассчитаны на 4-й год реализации проекта (T = 4).

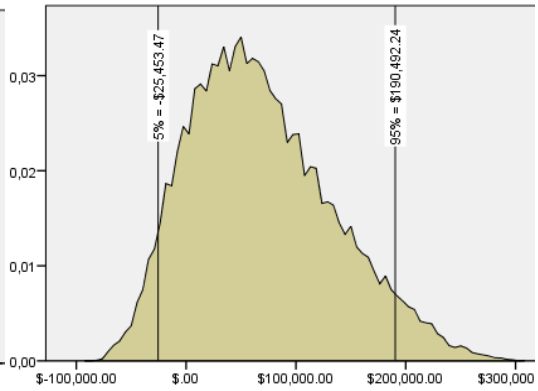


C*	< $1,791.70	$1,791.70 - $181,958.21	> $181,958.21
290000,	5%	90%	5%
300000,	12%	85%	4%
310000,	19%	78%	3%
320000,	28%	70%	2%

а) NPV



б) NPVC



в) NPVE

Рисунок 3.4 – Плотности вероятностей достижения определенных значений. По оси абсцисс – вероятность достижения данного результата, по оси ординат – значение *NPV* в рублях на 4-й год реализации проекта (знак доллара не следует читать)

Результаты моделирования говорят о высоком уровне риска проекта для каждой из сторон, но предполагают распределение объемов инвестиций. Анализ чувствительности (рисунок 3.4, *а*) показателя *NPV* проекта говорит о том, что ЭСКО необходимо находить пути снижения затрат на реализацию проекта, снизив их до 290 000 рублей, в таком случае вероятность благоприятного исхода возрастает до 95 %. На основе сгенерированных значений в рамках данной задачи выбираются возможные благоприятные сценарии для распределения затрат и выгод между предприятием и энергосервисной компанией. Равновесие можно установить в рамках шести сценариев, которые приведены в таблице 3.8. Вероятно, что предприятие будет стремиться выбрать сценарий №3, а энергосервисная ком-

пания будет стремиться к реализации сценария №1, где достигается максимальное значение чистого дохода. Отобранные проекты учитывают максимальные величины рисков, которые были предложены ранее. В целом стоит отметить, что уровень риска проекта достаточно высокий из-за технологических и операционных особенностей производства.

Таблица 3.8 – Возможные решения, предложенные в рамках имитационной модели, которые могут являться предметом торга предприятия и ЭСКО

Сценарий	d_e	k_e	k_e–d_e	α	C	E	r	NPV	$NPVC$	$NPVE$
1	89,9	96,7	6,8	-9,84	315400	195400	11	80639	7077	73562
2	87,6	97,4	9,8	-10,17	315400	195400	11	62186	13823	48363
3	83,9	95,9	12,0	-10,23	315400	195400	11	38811	16323	22487
4	83,0	95,0	11,9	-10,15	315400	195400	11	34587	15330	19256
5	81,8	92,4	10,6	-9,26	315400	195400	11	34393	10103	24290
6	78,9	90,1	11,2	-9,13	315400	195400	11	19788	9593	10194

После распределения затрат и выгод между предприятием и ЭСКО необходимо приступать к восьмому этапу методики, на котором происходит внедрение проекта. Разницу в стоимости проекта, которую должно покрыть предприятие-клиент, можно отнести на то, чтобы компенсировать затраты на обучение сотрудников или закупку вспомогательного оборудования (в данной задаче сумма, которую необходимо покрыть предприятию, колеблется от 15 до 30 тысяч рублей в зависимости от выбранного сценария). Условия данной задачи и предлагаемое решение говорят о том, что предприятию необходимо разработать план управления рисками на каждом году реализации проекта. Рассчитанные значения предполагают негативный сценарий развития рисков, при котором их уровень максимальный, а доля затрат ЭСКО в среднем на 10 % выше, чем доля получаемых выгод от реализации проекта.

Ограничения методик. В процессе использования методик (см. рисунок 3.3) серьезной задачей является определение всех рисков в заданных диапазонах, что требует внимательного обследования энергетической инфраструктуры предприятия с привлечением квалифицированных специалистов ЭСКО для достижения объективности результатов. Кроме того, для имитирования результатов необходимо специализированное программное обеспечение. На рынке программных

продуктов существуют бесплатные аналоги сложных статистических пакетов, которые, однако, требуют навыков статистического анализа. Значительно повысить точность оценки рисков может наличие статистических наблюдений по результатам реализации энергосберегающих проектов на предприятии или в отрасли в прошлом. Серьезный вклад в изменение оценок рисков могут внести валютные курсы (в случаях использования иностранного оборудования или комплектующих). В целом же предложенные методы в совокупности позволяют достичь устойчивых результатов и достигнуть высокого качества принимаемых управленческих решений.

3.3 Методические и практические аспекты внедрения концепции человеческого капитала в энергоменеджменте для поддержки системы энергоменеджмента

Значительная роль в планировании энергосбережения принадлежит также социальным компонентам интеллектуализации энергоменеджмента на предприятии. Сотрудники организации являются важной частью организационной структуры и наиболее недооцененным ресурсом при реализации программ энергетического менеджмента. Turner W. C. в своих исследованиях отмечает, что эффективный энергоменеджер уделяет не менее 20 % времени своей работы вопросам управления человеческими ресурсами [39]. Как правило, сотрудники предприятия обладают необходимыми компетенциями в технологической области – они имеют представления о технических характеристиках оборудования и сущности основных процессов в производстве. Кроме того, многие сотрудники, как правило, знают о потенциале лучшего использования каждой единицы оборудования, поэтому задачей энергоменеджера становится понимание психологии мотивации сотрудников, которая определяет степень их вовлеченности в процессы энергосбережения и лояльность организационной культуре. Важным условием мотивации является запуск внутренних механизмов вовлеченности за счет повышения удовлетворенности результатами своей работы.

Анализ опыта компаний, обследованных нами ранее по методу кейс-стади, показывает, что каждая из них ведет целевую работу с отдельными группами персонала, например, на большинстве предприятий холдинга УГМК имеются программы вовлечения молодежи в улучшение операционных процессов, проводятся внутренние конференции с привлечением внешних экспертов, которые дают оценку предлагаемых технологических решений. На наш взгляд, интеллектуальный подход должен включать также адекватную стратегическим задачам развития систему сбора, хранения и распространения знаний, накопленных каждой компанией в области энергоэффективности. Все рассмотренные лучшие практики управления человеческими ресурсами в энергоменеджменте необходимо рассматривать системно, акцентируя внимание на интеллектуальном потенциале сотрудников в соблюдении принципов интеллектуального подхода к энергоменеджменту.

Интеллектуальный подход к управлению человеческим капиталом в энергоменеджменте. Систематическое управление знаниями сотрудников в области энергоменеджмента и построение адекватной организационной культуры энергосбережения необходимо начинать с анализа типичных процессов управления человеческими ресурсами, свойственными для каждой организации. Основываясь на ключевых бизнес-процессах по управлению человеческим капиталом, которые рассмотрены в работе [130], мы предлагаем классифицировать все мероприятия, которые составляют основу управления энергоэффективными знаниями сотрудников и их приверженностью. Планирование человеческого капитала в энергоменеджменте необходимо начинать уже на первых этапах анализа потребности в кадровом обеспечении или обновлении кадрового состава предприятия. Нами рекомендуется внедрять критерии наличия компетенций при разработке внутренних профессиональных стандартов на предприятии, а также учитывать зоны энергетической ответственности при распределении должностных обязанностей. Принципы энергетической политики должны быть интегрированы в стратегию отбора и набора персонала каждой промышленной организации, чтобы при наличии двух кандидатов с сопоставимыми характеристиками можно было бы сделать выбор в пользу знаний об энергоменеджменте для сокращения затрат на последующее базовое обучение.

Процессы развития человеческого капитала также находятся в фокусе внимания большинства современных промышленных предприятий. Помимо разработки традиционных программ по обучению в области энергосбережения, нами рекомендуется на системной основе проводить серии стратегических сессий по обсуждению перспектив повышения энергетической эффективности, на которые будут привлекаться внешние эксперты. В ходе стратегической сессии работникам нужно будет предложить концептуальные основы комплексных решений в области повышения энергоэффективности на долгосрочную перспективу. На подобных сессиях будут решаться не только задачи по обмену знаниями и опытом, но и повышаться уровень вовлеченности сотрудников в формирование инициатив по модернизации производственной инфраструктуры в целях поддержания устойчивого развития.

Рисунок 3.5 – Процессы управления человеческими ресурсами в приложении к решению задач энергоменеджмента

Развитие человеческого капитала может также быть направлено на формирование внутреннего банка знаний операционных улучшений, методы организации подобных мероприятий рассмотрены на примере промышленных предприятий в работе [57]. Мероприятия типа стратегических сессий, проводимых наряду с традиционными регулярными совещаниями, создадут устойчивую базу для обмена знаниями и опытом. В подобных мероприятиях могут участвовать менеджеры нижнего звена и высококвалифицированные рабочие, которые представлены по рекомендациям менеджеров. Направления повышения квалификации в области энергосбережения зависят от категории персонала, для которой предлагается обучение.

1. Непроизводственный персонал (нетехнические специалисты)

1.1. Офисные работники и служащие

- Энергоэффективность в офисных помещениях
- Контроль термостатов и таймеров, кондиционирование
- Режимы электроосвещения
- Принципы экономии

2. Промышленно-производственный персонал (ППП)

2.1. ППП: основные и вспомогательные рабочие

- Производственные резервы и принципы энергоэффективной работы
- Режимы энергоэффективной работы основного технологического оборудования
- Ключевые показатели энергоэффективности производственного подразделения
- Управление качеством в энергоменеджменте на уровне подразделения

2.2. ППП: технические специалисты

- Энергоэффективные конструкционные решения в производстве при разработке новых проектов
- Проведение комплексных энергоэффективных и экологических мероприятий
- Принципы формирования ключевых показателей энергоэффективности по проектам
- Потенциал использования альтернативных источников энергии в промышленности
- Основные показатели энергетического базиса и принципы нормирования промышленного энергопотребления

3. Руководство предприятия

3. ППП: руководство подразделений, участвующее в решении проблем энергоэффективности

- Национальные стандарты и региональная политика стимулирования энергосбережения и экологической эффективности
- Управление инвестиционными проектами в области энергосбережения на предприятии
- Проведение бенчмаркинга энергоэффективности отдельных технологических решений в перспективе
- Технологии создания высокоэффективных команд для решения задач энергоменеджмента
- Управленческая отчетность в области энергоэффективности и связь показателей эффективности со стратегией предприятия

Рисунок 3.6 – Основные направления обучения персонала в сфере энергоменеджмента на промышленном предприятии

Нами предполагается, что в подобных мероприятиях должны быть задействованы все категории персонала, даже те, которые не задействованы непосредственно в решении производственных задач. В данном случае речь идет о создании так называемых кросс-компетенций. Например, сотрудники административных служб должны иметь представление о наиболее эффективных режимах потребления энергии в непроизводственных помещениях, а также об основных принципах энергосбережения. Еще одной нетипичной группой персонала для обучения энергоэффективным принципам работы является топ-менеджмент компании.

Мероприятия по сохранению человеческого капитала в энергоменеджменте направлены на повышение значимости ценностей культуры энергосбережения в производстве и создание внутренней устойчивой базы знаний по операционным улучшениям и долгосрочным масштабным инвестиционным проектам, в которой зафиксирована информация о технических, экономических и экологических параметрах проекта, а также сведения о центрах ответственности. Большинство из внедряемых решений являются типовыми, они требуют тщательного анализа предшествующего опыта реализации и определения факторов успеха и барьеров внедрения. Поддержке идеи постоянного совершенствования системы энергосбережения способствует бережное отношение к инициативам работников с учетом их опыта и уровня квалификации, формирование дополнительных форм мотивации сотрудников, достигших лучших показателей энергоэффективности. Перспективным направлением является предоставление рядовыми энергоменеджерами индивидуальной отчетности, которая бы отражала их профессиональную оценку текущей ситуации и возможные области внедрения улучшений.

Индивидуальная ответственность. При анализе результатов опросов, которые были проведены ранее в эмпирической части исследования, были изучены барьеры в повышении энергоэффективности, тесно связанные с человеческими ресурсами. Зачастую сотрудники промышленных предприятий отмечали, что новые проекты по энергоменеджменту добавляют людям работы, которая не оплачивается, кроме того, на многих предприятиях ключевым барьером является полное отсутствие системы мотивации энергосбережения. Сотрудники производственных подразделений зачастую не имеют никакой индивидуальной ответ-

ственности в области достижения энергетической результативности, все это, наряду с низким уровнем квалификации, обуславливает сопротивление изменениям в системе энергетического менеджмента. Индивидуальная ответственность представляет собой дополнительную сферу компетенций в системе интеллектуального энергоменеджмента, при ее соблюдении повышаются операционные показатели эффективности производства, повышается приверженность ценностям культуры энергосбережения.

Установление дополнительной ответственности несет в себе сопутствующие психологическое напряжение и затраты времени на подробный анализ производственных ситуаций, которые предприятию необходимо компенсировать. Зачастую ключевые показатели эффективности для энергетических систем устанавливаются только для энергоменеджеров, далее мы покажем, что внедрение подобных показателей возможно и для сотрудников административных служб и производственных рабочих. Предложенный нами алгоритм (см. рисунок 3.7) состоит из нескольких последовательных этапов, сутью которых является апробация предполагаемых индикаторов энергоэффективности для контроля индивидуальной ответственности на небольшой группе производственного персонала, а затем распространение данной практики в расширенном масштабе.

Алгоритм начинается с формулирования задач энергоэффективности для конкретной зоны ответственности. Актуальной задачей может стать снижение потерь энергоресурсов за счет улучшения процедур его качества, например, путем визуального осмотра, измерения ряда химических или физических свойств, что характерно для энергоемких производств, таких как металлургия. При решении такой задачи ключевым показателем эффективности может стать количество производственных циклов, при которых проводился контроль сырья для улучшения энергоэффективности процессов. Круг задач энергоменеджмента, которые напрямую связывают принятие решений производственными рабочими с энергоэффективностью процессов, чрезвычайно широк. Часть таких решений может быть принята по результатам очередного энергоаудита. Важной составляющей алгоритма является наблюдение за уровнем качества процессов до и после внедрения системы ключевых показателей эффективности.

Рисунок 3.7 – Алгоритм установления ключевых показателей эффективности для энергетического менеджмента в целях повышения индивидуальной ответственности

Кроме того, необходимо контролировать уровень сопротивления изменениям путем установления обратной связи с участниками программы стимулирования. Система показателей эффективности в энергоменеджменте может стать важным компонентом заработной платы в рамках трудового контракта. Здесь, однако, возникает серьезная проблема в необходимости установления объективных, справедливых и прозрачных для измерения показателей эффективности, которые бы четко отражали необходимость решения той или иной производственной задачи.

Измерение эффективности инвестиций в человеческий капитал в энергоменеджменте. После проведения мероприятий, направленных на формирова-

ние человеческого капитала в энергоменеджменте, необходимо измерить их эффективность. Основной проблемой является то, что сопоставление вложенных инвестиций и эффекта, полученного от них, не всегда дает устойчивые результаты. В данном случае наряду с традиционными методами отдачи от инвестиций (ROI), которые широко применяются для анализа эффективности, в данном параграфе мы также рассмотрим величину экономии в расчете на эквивалент полной занятости сотрудников.

Рисунок 3.8 – Взаимосвязь индикаторов эффективности на стратегическом и индивидуальном уровнях в сфере энергетического менеджмента

Измерение и оценка человеческого капитала в энергоменеджменте является одним из важнейших этапов стратегического анализа в области кадрового менеджмента, поскольку развивает у сотрудников чувство ответственности, с одной стороны, и позволяет осуществлять контроль решения поставленных задач – с другой. Одним из принципов измерения может стать декомпозиция групповых критериев эффективности для понимания индивидуального вклада каждого участника производственного процесса в области экономии энергоресурсов (см.

рисунок 3.8). Подобная декомпозиция начинается с уяснения стратегических индикаторов энергоэффективности и при включении в общую стратегию компании составляет аналог системы сбалансированных показателей. На уровне подразделения необходимо определить перечень энергообъектов, классифицировать их по уровню энергоемкости и определить ключевые центры ответственности за потребление ресурсов на каждом объекте.

Одним из показателей энергоэффективности сотрудников на стратегическом уровне, предлагаемых нами, является удельное энергопотребление в расчете на один эквивалент полной занятости (*EFTE*):

$$EFTE = \frac{Q_E}{N \times \frac{T_P}{T_F}} \, (руб., кВт\ или\ т\ у.т.\ на\ FTE) \quad , \tag{3.6}$$

где Q_E – совокупные энергозатраты подразделения в стоимостном выражении (для целей технического нормирования используются натуральные показатели – кВт·ч или тонны условного топлива, для экономического анализа показатель выражается в рублях), в годовом изменении;

N – количество сотрудников (временных и постоянных, штатных) обследуемого подразделения, человек;

T_P – фактическое отработанное количество часов всеми сотрудниками подразделения, часов в месяц;

T_F – потенциально возможное количество отработанных часов при полной занятости (40 часов в неделю), часов в месяц.

Показатель позволяет определить уровень энергопотребления на предприятии при полной занятости всех сотрудников и сформировать области ответственности при разработке программ индивидуальной энергоэффективности. Показатель считается по каждому подразделению, в производственных подразделениях значения его по естественным причинам находятся на высоком уровне (рисунок 3.9). В расчет показателя включается как электрическая энергия, так и топливо на технологические цели.

При анализе профиля «рубль энергетических затрат на единицу *FTE*» и сопоставлении факторов, влияющих на удельные энергозатраты, можно выявить резервы снижения энергоемкости и зоны индивидуальной ответственности.

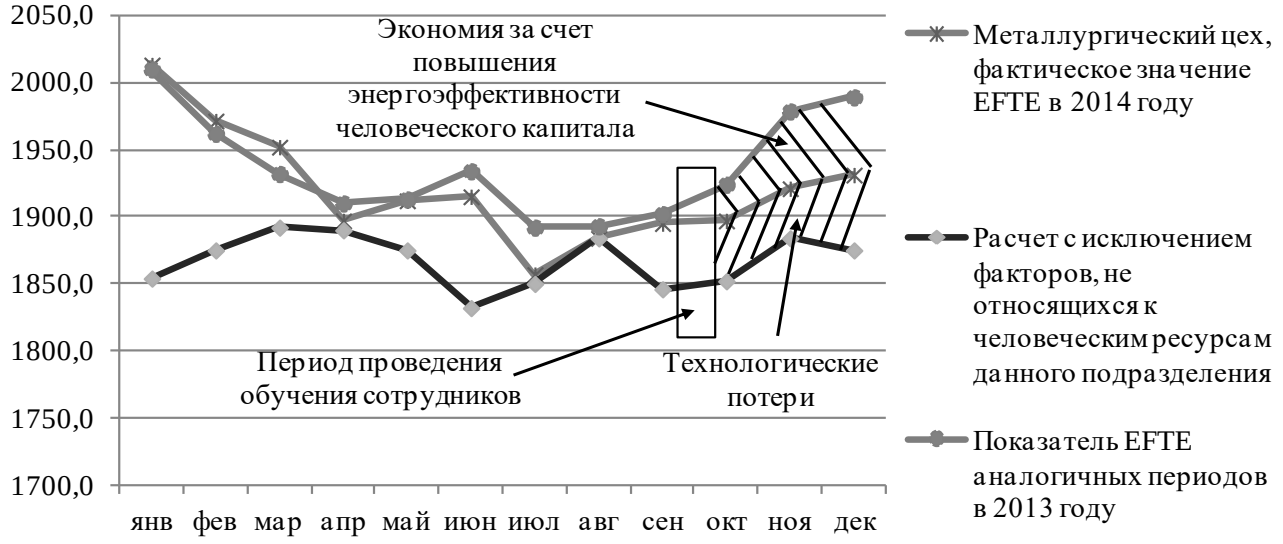


Рисунок 3.9 – Анализ профиля «рубль затрат на единицу EFTE» в производственном подразделении (металлургическом цехе), по оси абсцисс – рублей затрат на энергетические ресурсы на одну единицу EFTE. Источник: составлено автором по материалам производственной отчетности

Среди внешних по отношению к человеческому капиталу факторов, влияющих на энергоэффективность, следует учесть сезонность (изменение среднесуточной температуры), изменение рыночных цен на энергетические ресурсы и т. п. Среди эндогенных факторов энергоэффективности можно выделить главным образом владение и применение технологий энергосбережения. Таким образом, на рисунке 3.9 показан алгоритм декомпозиции общего уровня экономии за счет учета технологических потерь и экономии за счет повышения человеческого капитала в энергоменеджменте. Сначала определяется фактическое значение *EFTE*, затем исключаются технологические факторы и потери за счет изменения погодных условий, фактическое значение сравнивается с аналогичными данными предшествующего периода. Анализ показывает, что экономия составляет порядка 3 % на *EFTE* в месяц.

Выводы по третьей главе

1. Интеллектуальный менеджмент опирается на ряд принципов, которые предложены нами для последующей оптимизации корневой модели бизнес-процессов промышленного предприятия. Разработанные принципы включают усиление роли интеллектуальных ресурсов, повышение индивидуальной ответственности и ее установление по центрам компетенций, ориентацию на разработку долгосрочных инвестиционных программ, интеграцию социальных и структурных компонентов моделей поддержки принятия решений, а также сохранение и обмен лучшим опытом развития системы энергоменеджмента. Данные принципы необходимо внедрять с учетом оценки уровня зрелости системы энергоменеджмента, которая может производиться по методу EMMM 50001. Оценка уровня зрелости является важным условием разработки стратегических планов управления производством и инвестиционных планов при реализации интеллектуального подхода к энергоменеджменту.

2. В данной главе нами предложена методика оценки интеллектуальной зрелости системы энергоменеджмента, которая позволяет определить уровень готовности предприятия к реализации проектов по модернизации энергетической инфраструктуры на основе внутренних интеллектуальных ресурсов. Также предложена классификация проектов по энергосбережению, учитывающая масштаб и глубину изменений внутри организации, а также приоритетность проектов по сроку окупаемости. Использование методики и подхода к классификации позволяют вместе определить способ реализации каждого проекта по энергосбережению: собственными ресурсами, с привлечением внешних интеллектуальных ресурсов, экспертов и консультантов, а также с помощью услуг энергосервисной компании.

3. Важной частью процесса принятия инвестиционных решений является оценка рисков реализации будущих проектов, для этих целей нами был предложен способ классификации экономических, технических и операционных рисков и методы их количественной оценки. Указанные оценки могут быть использованы в рамках имитационного моделирования чистого дисконтированного дохода от проектов по энергосбережению по предложенным схемам. Особенностью имитационных моделей является возможность задавать не точные значения рисков, а

законы их распределения с соответственными параметрами (максимальным, минимальным значением, стандартным отклонением и т. п.). Методика позволяет определить набор благоприятных сценариев, в которых распределены экономия от проектов и затраты на их реализацию между энергосервисной компанией и предприятием-клиентом. Данный подход позволит повысить объективность условий энергосервисных контрактов и сузить количество вариантов, используемых в процессе торгов за лучшие условия контракта.

4. Практики управления человеческими ресурсами во многом определяют способность достигать целей энергетической стратегии промышленного предприятия, поэтому человеческий капитал в энергоменеджменте является основой интеллектуального энергоменеджмента, для его формирования необходимо анализировать и планировать процессы отбора персонала с учетом компетенций в энергосбережении, накопления и сохранения их знаний, развития человеческого капитала и контроля его эффективности. Нами приведены некоторые перспективные направления развития, такие как создание команд энергоменеджмента и проведение стратегических сессий. Обозначена идея системного подхода к планированию и организации развития энергоэффективных компетенций с обязательным измерением результатов обучения.

5. Для измерения эффективности в человеческий капитал предложен показатель затрат энергетических ресурсов на эквивалент полной занятости, который позволит оценивать динамику изменения потребления ресурсов в зависимости от работы производственных команд. Для измерения подобного показателя необходимо производить декомпозицию затрат на энергоресурсы и определять значение исключительно технических факторов, погодных условий в изменении энергопотребления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Перед промышленными предприятиями по всему миру стоит комплексная задача по оптимизации объемов потребления ресурсов для достижения условий устойчивого развития: сокращение экологического воздействия на окружающую среду, повышение экономической эффективности производства и обеспечение социальной стабильности внутренней среды и регионов присутствия. В этих условиях особенную роль играют энергетические ресурсы, которые являются источником движущей силы производственных процессов, а следовательно, имеют стратегическое значение для развития предприятия и являются одним из ключевых факторов конкурентоспособности в условиях выхода на глобальные рынки. Нестабильность цен на энергоресурсы, сокращение их природных запасов на современном этапе приводит предприятия к идее развития внутренней энергетической стратегии, которая бы позволила достигать наилучших показателей энергоэффективности производства на мировом уровне. Важной компонентой подобной стратегии является гармоничное развитие социальных и технических систем с учетом потребностей в интеллектуальном развитии производственной среды и методов принятия управленческих решений.

2. Для решения задач разработки и внедрения стратегии энергопотребления на международном уровне был разработан стандарт, методологические принципы которого во многом и явились основой данной работы. Стандарт освещает многие теоретические вопросы построения устойчивых систем энергоменеджмента, однако роль интеллектуальных ресурсов, в особенности человеческого капитала, недостаточно раскрыта. Анализ факторов успеха реализации и барьеров развития системного энергоменеджмента показывает, что важную роль в развитии играет наличие технологических компетенций персонала, которые бы позволяли адаптировать лучшие практики управления, а также высокий уровень приверженности ценностям культуры энергосбережения.

3. В данной работе мы определяем понятие интеллектуального энергетического менеджмента, который представляет собой совокупность процессов планирования, инвестиционного анализа, внедрения энергосберегающих технологий и контроля их результативности, базирующихся на методах поддержки решений, таких как статистическое моделирование, использование структурного интеллек-

туального капитала и анализ внутренних процессов накопления и использования человеческого капитала. Важной составляющей конкурентоспособности промышленного предприятия является способность вносить инновации в существующую бизнес-модель для улучшения операционных и стратегических процессов энергоменеджмента. В основе процесса улучшения лежат не только технологические инновации, адаптируемые из внешней среды, но и совершенствование работы с персоналом организации для формирования человеческого капитала в энергоменеджменте промышленных предприятий – ядра их компетенций в области энергоменеджмента для достижения наилучших мировых результатов энергосбережения. Особую роль в этом процессе играет культура энергосбережения как совокупность разделяемых сотрудниками и компанией ценностей в области сокращения затрат на энергоресурсы. В работе предложена структурная модель интеллектуального энергетического менеджмента на основе интеграции структурных и социальных компонентов поддержки принятия решений, которые внедряются в корневую модель бизнес-процессов промышленного предприятия.

4. Российские промышленные предприятия работают в сложных условиях внешней среды, обусловленных системным кризисом в национальной экономике, что приводит к дестабилизации рынков, в том числе рынков энергетических ресурсов. Производство на российских предприятиях продолжает оставаться ресурсо- и энергоемким, лишь некоторые предприятия стремятся повысить энергетическую результативность и пройти аккредитацию по уровню внедрения системного энергоменеджмента, чтобы обеспечить международную конкурентоспособность своей продукции. В данной работе мы выбрали метод типичного кейс-стади для анализа опыта энергосбережения четырех крупных российских металлургических предприятий, входящих в состав вертикально интегрированного холдинга. Особый интерес для исследования представлял проект совершенствований в системах энергопотребления, осуществляемый при методической и консультационной поддержке ЮНИДО. Благодаря адаптации инструментов управления, зарекомендовавших себя на практике управления в развитых странах, предприятиям удалось повысить уровень компетенций, обогатить уровень культуры энергосбережения, а также раскрыть внутренний потенциал сбережения ресурсов. Были адаптированы статистические инструменты управления сбережением, установлены принципы

таргетирования. В работе были проанализированы некоторые лимитирующие факторы, снижающие интеллектуальный потенциал и эффективность работы команды энергоменеджеров. К таким факторам относится, в частности, отсутствие системы внутренних коммуникаций и совместных технологий обработки, анализа полученной информации и знаний в рамках единой интеллектуальной системы. Мало внимания также уделялось процессам управления персоналом в целях повышения культуры энергосбережения и компетенций в области энергоменеджмента.

5. Проведенное в диссертационной работе эмпирическое исследование доказало, что знания сотрудников в области энергосбережения, культуры производства и экономии энергетических ресурсов вносят значительный вклад в повышение энергетической результативности промышленных производств, подчеркивая важность социальной компоненты в поддержке структурной модели интеллектуального энергетического менеджмента. Культура энергосбережения является неотъемлемой частью производственной стратегии промышленных предприятий, которым удалось построить зрелую систему энергетического менеджмента. Одним из наиболее эффективных математических методов для исследования влияния социальных компонент моделей принятия управленческих решений на общую результативность компаний является метод моделирования структурных уравнений, который позволяет оценить восприятие проблем достижения энергетической эффективности персоналом, а также оценить уровень приверженности производственного персонала ценностям внутренней культуры энергосбережения на промышленном предприятии.

Разработанная в исследовании анкета может быть использована на предприятиях для оценки конфигурации системы энергетического менеджмента и для анализа барьеров, связанных с общепроизводственными техническими, социально-психологическими и финансово-экономическими факторами.

6. Важной задачей интеллектуального энергетического менеджмента становится определение взаимного влияния отдельных компонент внутренней среды энергопотребления, которое определено нами как конфигурация энергетического менеджмента. Она отражает текущие ожидания, мотивы и восприятие сотрудниками проблем энергосбережения как при решении повседневных задач, так и при

формировании предпосылок в поведении, имеющих стратегическое значение. Речь идет о культуре энергосбережения, методическом соответствии текущих инструментов анализа, планирования и контроля внутренней среды энергосбережения, практиках управления человеческими ресурсами, экологической озабоченности сотрудников и ее влиянии на результативность. Нами предложены четыре конфигурации: ориентированная на результат, учитывающая приверженность и вовлеченность, ориентированная на человеческий капитал в энергоменеджменте и сбалансированная конфигурация. Построение данных конфигураций проведено на основе эмпирических исследований, проведенных в данной работе. Достижение определенной конфигурации является признаком определенного уровня развития взаимоотношений сотрудников при решении задач энергоменеджмента.

Предложенная методика может быть применена на практике для принятия управленческих решений по внедрению мероприятий для повышения осведомленности сотрудников и определения перспективных направлений обучения.

7. Ключ к успешному внедрению интеллектуального энергетического менеджмента в стратегию управления предприятием лежит в определении и практической трансляции его принципов. Нами определены пять принципов, такие как усиление роли интеллектуальных ресурсов в развитии системы энергоменеджмента, распределение ответственности по центрам компетенций, ориентация на долгосрочные инвестиционные программы при планировании, интеграция социальных и структурных компонентов управления, а также сохранение и использование в практической деятельности лучшего опыта операционных и стратегических улучшений.

Использование данных принципов позволит предприятиям внести результативные изменения в корневую модель бизнес-процессов промышленного предприятия и обозначить пути совершенствования основных бизнес-процессов. Для определения степени интеграции данных принципов предложена методика оценки интеллектуальной зрелости системы энергетического менеджмента, которая позволяет оценить роль человеческих и структурных компонентов в достижении энергетической результативности.

8. Перед каждым промышленным предприятием стоит задача планирования и реализации циклов технологической модернизации энергетической инфраструк-

туры, которая бы учитывала наиболее вероятные риски и задействовала альтернативные способы финансирования проектов для того, чтобы не отвлекать собственный капитал. В исследовании нами разработан алгоритм принятия инвестиционных решений в энергоменеджменте, основанный на последовательном определении уровня интеллектуальной зрелости системы, классификации проектов по энергосбережению, идентификации и оценке возможных технологических, операционных и экономических рисков реализации проектов и оценке эффективности инвестиционных решений с учетом возможности привлечения энергосервисной компании. Нами предложена имитационная модель для определения чистого дисконтированного дохода от проектов по энергосбережению, которая позволяет учесть выгоды и затраты двух заинтересованных сторон в течение всего срока реализации проекта. Она также позволяет дать решение задачи о распределении долей экономии и затрат, за которые будет ответственна каждая сторона.

Перспективным направлением является изучение процесса достижения консенсуса по условиям энергосервисного контракта с учетом принципов объективности и владения полной информацией об объекте энергосбережения.

9. Практики управления человеческими ресурсами в системном подходе ограничены, как правило, процессами обучения персонала и повышения уровня осведомленности сотрудников об энергетической политике и стратегии. Такой формальный подход неэффективен в рамках интеллектуального энергетического менеджмента. Нами разработан ряд методических рекомендаций по управлению человеческим капиталом в энергоменеджменте и измерению его эффективности. Предложен показатель эффективности инвестиций в человеческий капитал в рамках проектов по энергосбережению, определяемый на основе экономии затрат на ресурсы, на эквивалент полной занятости сотрудников.

Перспективным направлением для дальнейшего исследования является изучение способов организации, методов и условий работы команд энергоменеджмента, которые направлены на укрепление инновационного потенциала энергетической инфраструктуры промышленного предприятия, а также анализ принципов взаимодействия участников подобных команд.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ates, S. A. Evaluation of corporate energy management practices of energy intensive industries in Turkey / S. A. Ates, N. M. Durakbasa // Energy, 2012. – № 45. – 1. – С. 81–91.

2. International Energy Agency Key world energy trends - excerpt from: world energy balances [Электронный ресурс], 2016. – С. 19. Режим доступа: www.iea.org/statistics/topics/energybalances/.

3. International Energy Agency Key world energy statistics [Электронный ресурс], 2016. – С. 80. Режим доступа: www.iea.org/statistics/statisticssearch/.

4. Glynne-Jones, P. Self-powered systems: a review of energy sources / Glynne- P. Jones N. M. White // Sensor Review, 2001. – № 21. – 2. – С. 91–98.

5. Окороков, В. Р. Интеллектуальные энергетические системы: технические возможности и эффективность. Ч. 1. Технологические и социально-экономические основания создания интеллектуальных энергетических систем / В. Р. Окороков, И. О. Волкова, Р. В. Окороков // Академия энергетики, 2010. – № 2. – 34. – С. 56 –64.

6. Федоров, М. П. Эффективные технологии потребления и использования энергии. Часть ii. Энергетические технологии использования энергии в мировой промышленности и направления их совершенствования / М. П. Федоров, В. Р. Окороков, Р. В. Окороков // Академия энергетики, 2010. – № 1. – 33. – С. 4–13.

7. Дрождинина, А. И. Энергосбережение - инструмент реализации энергетической стратегии России / А. И. Дрождинина // Вестник Мурманского государственного технического университета, 2008. – № 11. – 2. – С. 338–342.

8. Cornillie, J. The energy intensity of transition countries / J. Cornillie, S. Fankhauser // Energy Economics, 2004. – № 26. – 3. – С. 283–295.

9. Energy consumption and economic growth: Evidence from China at both aggregated and disaggregated levels / J.-H. Yuan, J.-G. Kang, C.-H. Zhao, Z.-G. Hu // Energy Economics, 2008. – № 30. – 6. – С. 3077–3094.

10. Dergiades, T. Energy consumption and economic growth: Parametric and non-parametric causality testing for the case of Greece / T. Dergiades, G. Martinopoulos, L. Tsoulfidis // Energy Economics, 2013. – № 36. – С. 686–697.

11. Kahia, M. Impact of renewable and non-renewable energy consumption on economic growth: New evidence from the MENA Net Oil Exporting Countries (NOECs) / M. Kahia, M. S. Ben Aïssa, L. Charfeddine // Energy, 2016. – № 116. – С. 102–115.

12. Inglesi-Lotz, R. The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application / R. Inglesi-Lotz // Energy Economics, 2016. – № 53. – С. 58–63.

13. Abdelhamid, L. Impact of renewable energies - environmental and economic aspects / L. Abdelhamid, L. Bahmed, A. Benoudjit // Management of Environmental Quality, 2012. – № 23. – 1. – С. 6–22.

14. International Energy Agency. Energy technologies perspectives. Scenarios and strategies to 2050, 2010. – 710 с.

15. Cartes, D. Energy Systems, Economics, and Sustainability / D. Cartes // Research in Experimental Economics, 2011. – № 14. – С. 213–222.

16. Prasad Painuly, J. Financing energy efficiency: lessons from experiences in India and China / J. Prasad Painuly // International Journal of Energy Sector Management, 2009. – № 3. – 3. – С. 293–307.

17. Акимова, В. В. Новая энергетическая стратегия Японии и развитие солнечной энергетики / В. В. Акимова, И. С. Тихоцкая // Япония. Ежегодник, 2014. – № 43. – С. 71–87.

18. International Energy Agency Россия -2014. Детальный энергетический обзор политики [Электронный ресурс], 2014. – С. 372. Режим доступа: www.iea.org/media/russian/IDR_RUSSIA_2014_RUS.pdf.

19. Гулбрандсен, Т. Х. Энергоэффективность и энергетический менеджмент: учебное пособие / Т. Х. Гулбрандсен, Л. П. Падалко, В. Л. Червинский. / Минск: Минск: БГАТУ,2010. – 240 с.

20. Данилов, Н. И. Проблемы стратегии и теории энергоэффективности / Н. И. Данилов, В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков. // Экономика региона, 2006. – № 4. – С. 78–87.

21. Бажанов, А. В. Энергетическая стратегия России и развитие возобновляемой энергетики / А. В. Бажанов, И. И. Тюхов // Труды международной научно-технической конференции Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Москва, 2008. – № 4. – С. 3–8.

22. Городникова, Н. В., Индикаторы инновационной деятельности 2016: статистический сборник / Н. В. Городникова // Москва: НИУ ВШЭ, 2016. – 320 с.

23. Правительство Российской Федерации Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. N 889 "О некоторых мерах по повышению

энергетической и экологической эффективности российской экономики" / [Электронный ресурс]. 2008. Режим доступа: https://rg.ru/2008/06/07/ukaz-dok.html.

24. Правительство Российской Федерации Государственная программа Российской федерации "Энергоэффективность и развитие энергетики" / minenergo.gov.ru/system/download-pdf/1921/2416. Электронный ресурс. Режим доступа: – 2013. – 84 с.

25. Кертбиев, З. М. Институциональные инструменты повышения энергоэффективности промышленности. З. М. Кертбиев // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. Новосибирс, 2015. – № 31. – 1. – С. 120–125.

26. Орешкина, И. Б. Правовые вопросы деятельности российского государства в регулировании отношений в сфере энергетики / И. Б. Орешкина // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 5: Юриспруденция, 2011. – № 2. – С. 90–94.

27. Правительство Российской Федерации Постановление Правительства Российской Федерации от 17 июня 2015 г. N 600 г. Москва "Об утверждении перечня объектов и технологий, которые относятся к объектам и технологиям высокой энергетической эффективности" [Электронный ресурс], 2015. Режим доступа: https://cdnimg.rg.ru/pril/115/78/96/600.pdf.

28. Шматко, С. И. Энергетическая стратегия России: преемственность и развитие в условиях мирового финансово-экономического кризиса / С. И. Шматко // Академия энергетики, 2009. – № 3. – 29. – С. 4–9.

29. Павлова, А. С., Анализ факторов, влияющих на повышение энергоэффективности и развитие корпоративной социально-экологической ответственности российских компаний на основе метода обратного прогнозирования с участием заинтересованных сторон / А. С. Павлова, О. И. Сергиенко // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент, 2014. – № 4. – С. 340–355.

30. Чернов, С. С. Анализ результативности региональных программ энергосбережения и повышения энергоэффективности в России / С. С. Чернов // Стратегия устойчивого развития регионов России, 2014. – № 19. – С. 23–32.

31. Cameron, P. New directions in UK energy policy / P. Cameron // International Journal of Energy Sector Management. – 2007. – № 1. – 3. – С. 218–220.

32. Правительство Российской Федерации Федеральный закон «Об

энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» 23 ноября 2009 года N 261-ФЗ / 2009.

33. Борглова, Е. А. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности / Е. А. Борглова, Ф. Ф. Лавриненко, Ю. Ф. Тихоненко, А. В. Стежко, В. А. Брянцев, М. К. Агеев, Ю. Г. Жокин / Москва: Москва, 2013. – 349 с.

34. Алтухова, М. В. Анализ и оценка деятельности производственных организаций в области энергосбережения (на примере предприятий приборостроения) / М. В. Алтухова // Среднерусский вестник общественных наук. – 2011. – № 3. – С. 131–138.

35. Zhou, K. Emission reduction of China′s steel industry: Progress and challenges / K. Zhou, S. Yang // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016. – № 61. – С. 319–327.

36. Thollander, P. Energy management practices in Swedish energy-intensive industries / P. Thollander, M. Ottosson // Journal of Cleaner Production, 2010. – № 18. – 12. – С. 1125–1133.

37. Wang, Z. China’s renewable energy development / Z. Wang, J. Li // International Journal of Energy Sector Management,2009. – № 3. – 1. – С. 50–61.

38. Liu, X. Survey analysis of low carbon technology diffusion in China’s iron and steel industry / X. Liu, X. A. Gao // Journal of Cleaner Production, 2016. – № 129. – 1. – С. 88–101.

39. Turner, W. C. Energy Management Handbook. 6th Edition / W. C. Turner, S. Doty // The Fairmont Press, 2007. – 909 с.

40. Маляренко, В. А. Энергосбережение и энергетический аудит. / Харьков: ХНАГХ, 2008. – 253 с.

41. Гительман, Л. Д. Энергетический бизнес: учебное пособие / Л. Д. Гительман, Б. Е. Ратников // Москва: М.: Дело. – 2006. – 600 с.

42. Стандарт ГОСТ Р ИСО 50001-2012 Системы энергетического менеджмента: требования и руководство по применению // Москва. Стандартинформ. – 2012. – С. 60.

43. Bassi, A. M. Estimating the impact of investing in a resource efficient, resilient global energy-intensive manufacturing industry / A. M. Bassi, Z. Tan, A. Mbi // Technological Forecasting and Social Change, 2012. – № 79. – 1. – С. 69–84.

44. Lee, P. Risks in Energy Performance Contracting (EPC) projects / P. Lee, P. T. I. Lam, W. L. Lee // Energy and Buildings, 2015. – № 92. – С. 116–127.

45. Окороков, В. Р. Интеллектуальные энергетические системы: технические возможности и эффективность. Ч. 2. Проблемы российской электроэнергетики и возможности их решения на основе создания интеллектуальных энергетических систем / В. Р. Окороков, И. О. Волкова, Р. В. Окороков // Академия энергетики, 2010. – № 3. – 35. – С. 74–82.

46. Плавский, А. А. Содержание программно-целевого подхода к формированию энергетических стратегий / А.А. Плавский // Правовое поле современной экономики. – 2011. – № 2. – С. 52–56.

47. Ануфриев, В. П. Методические основы многокритериального отбора приоритетных энергоэффективных проектов / В. П. Ануфриев, В. В. Криворотов, А. В. Калина, А. И. Савельева // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право, 2012. – № 2–2. – С. 94–99.

48. Силич, М. П. Информационная система анализа энергетической эффективности территориальных образований / М. П. Силич, А. Р. Вахитов, И. И. Прудников // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2013. – № 1. – 27. – С. 55–59.

49. Гительман Л. Д. Какие менеджеры нужны энергетике? / Л.Д. Гительман // Энергорынок, 2014. – № 122. – 7. – С. 44–53.

50. Kannan, R. Energy management practices in SME—case study of a bakery in Germany / R. Kannan, W. Boie // Energy Conversion and Management. – 2003. – № 44. – 6. – С. 945–959.

51. Abdelaziz, E. A. Review on energy saving strategies in industrial sector / E. A. Abdelaziz, R. Saidur, S. A. Mekhilef // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011. – № 15. – 1. – С. 150–168.

52. Schulze, M. Energy management in industry – a systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework / M. Schulze, H. Nehler, M. Ottosson, P. Thollander // Journal of Cleaner Production, 2015. – № 112. – 13/14. – С. 3692–3708.

53. Кондратьева, Е. В. Обеспечение целостности стратегии, бизнес-процессов и организационной структуры предприятия при внедрении системы энергетического менеджмента / Е. В. Кондратьева, Д. А. Погребняк // Современные проблемы науки и образования, 2014. – № 2. – С. 441.

54. Halldórsson, Á. Energy resources: trajectories for supply chain management / Á. Halldórsson, M. Svanberg // Supply Chain Management: An International Journal, 2013. – № 18. – 1. – С. 66–73.

55. Karcher, P. Success factors and organizational approaches for the implementation of energy management systems according to ISO 50001 / P. Karcher, R. Jochem // The TQM Journal. – 2015. – № 27. – 4. – С. 361–381.

56. Иншеков, Е. Н. Стандарт ИСО 50001 «Системы энергетического менеджмента» от истории создания к промышленному внедрению / Е.Н. Иншеков // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2013. – № 10. – 116. – С. 53–55.

57. Кондратьев, В. В. Организация энергосбережения (энергоменеджмент). Решения ЗСМК-НКМК-НТМК-ЕВРАЗ: учебное пособие / В.В. Кондратьев // Москва: М.: Инфра-М, 2010. – 108 с.

58. Păunescu, C. Effective energy planning for improving the enterprise’s energy performance / C. Păunescu, L. Blid // Management & Marketing, 2016. – № 11. – 3. – С. 26–31.

59. Boyd, G. A. Evidence of an “Energy-Management Gap” in U-.S. manufacturing: Spillovers from firm management practices to energy efficiency / G. A. Boyd, E. M. Curtis // Journal of Environmental Economics and Management, 2014. – № 68. – 3. – С. 463–479.

60. Rohdin, P. Barriers to and drivers for energy efficiency in the Swedish foundry industry / P. Rohdin, P. Thollander, P. Solding // Energy Policy. – 2007. – № 35. – 1. – С. 672–677.

61. B. Janda, K. Learning from the “data poor”: energy management in understudied organizations / K.B. Janda, C. Bottrill, R. Layberry // Journal of Property Investment & Finance. – 2014. – № 32. – 4. – С. 424–442.

62. Кокшаров, В.А. Управление энергопотреблением региона: теория и методология / В.А. Кокшаров // Saarbrücken: LAP Academic Publishing. – 2012. – 400с.

63. Lee, D. Energy savings by energy management systems: A review / D. Lee, C.-C. Cheng // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2016. – № 56. –463–480.

64. Дабдина, О.А. О реализации государственных программ по энергоэффективности и энергосбережению / О.А. Дабдина, А.Г. Даниленко // Технологии техносферной безопасности. – 2012. – № 42. – 2. – С. 9.

65. Тришкин, О. Б. Особенности формирования эффективной энергетической

стратегии и энергетической политики в условиях экономического кризиса / О.Б. Тришкин // Журнал правовых и экономических исследований, 2012. – № 4. – С. 40–43.

66. Компания Энизан Основы энергетического менеджмента. Пособие по курсу / Москва: [Электронный ресурс]. 1997. Режим доступа: http://www.enizan.ru/1.pdf. — 55 с.

67. Vikhorev, K. An advanced energy management framework to promote energy awareness / K. Vikhorev, R. Greenough, N. Brown // Journal of Cleaner Production, 2013. – № 43. – С. 103–112.

68. Jovanović, B. ISO 50001 standard-based energy management maturity model – proposal and validation in industry / B. Jovanović, J. Filipović // Journal of Cleaner Production. – 2016. – № 112. – С. 2744–2755.

69. Petty, R. Intellectual capital literature review: Measurement, reporting and management / R. Petty, J. Guthrie // Journal of Intellectual Capital, 2000. – № 1. – 2. – С. 155–176.

70. Bontis, N. Thought leadership on intellectual capital / N. Bontis, D. Nikitopoulos // Journal of Intellectual Capital, 2001. – № 2. – 3. – С. 183–191.

71. Bontis, N. Intellectual capital ROI: a causal map of human capital antecedents and consequents / N. Bontis, J. Fitz-enz// Journal of Intellectual Capital. – 2002. – № 3. – 3. – С. 223–247.

72. Edvinsson, L. Some perspectives on intangibles and intellectual capital / L. Edvinsson // Journal of Intellectual Capital, 2000. – № 1. – 1. – С. 12–16.

73. Ahmed, A. Managers’ and auditors’ perceptions of intellectual capital reporting / A. Ahmed, K. Hussainey // Managerial Auditing Journal, 2010. – № 25. – 9. – С. 844–860.

74. Лукичева, Л. И. Еленова Ю. А., Егорычева Е. В. Менеджмент интеллектуального капитала. Теория и практика. Учебник / Л. И. Лукичева, Ю. А. Еленова, Е. В. Егорычева // Москва: Омега-Л, 2014. – 328 с.

75. Кельчевская, Н. Р. Управление интеллектуальным капиталом промышленного предприятия: учебное пособие / Н. Р. Кельчевская, И. М. Черненко // Екатеринбург: Издательство Уральского федерального университета, 2014. – 196 с.

76. Marr, B. Strategy Perspective on Intellectual Capital / B. Marr, G. Roos // Bernard Marr. – 2005 С. – 28–41.

77. Costa, R. Assessing Intellectual Capital efficiency and productivity: An application to the Italian yacht manufacturing sector / R. Costa // Expert Systems with Applications, 2012. – № 39. – 8. – С. 725 –7261.

78. Joia, L. A. Measuring intangible corporate assets / L.A. Joia // Journal of Intellectual Capital, 2000. – № 1. – 1. – С. 68–84.

79. Nick, B. Intellectual capital and business performance in Malaysian industries / B. Nick, K. William Chua Chong, R. Stanley // Journal of Intellectual Capital, 2000. – № 1. – 1. – С. 85–100.

80. Massingham, P. R. The relationship between human capital, value creation and employee reward / P. R. Massingham, L. Tam // Journal of Intellectual Capital, 2015. – № 16. – 2. – С. 390–418.

81. Кельчевская, Н. Р. Интеллектуализация управления как основа эффективного развития предприятия / Н.Р. Кельчевская // Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2002. – 148 с.

82. Абрамович, Б. Н. Интеллектуальная энергосистема предприятий минерально-сырьевого комплекса / Б. Н. Абрамович, Ю. А. Сычев, Д. А. Устинов // Академия энергетики, 2011. – № 3. – 41. – С. 74–77.

83. Окороков, В. Р. Интеллектуальные энергетические системы: технические возможности и эффективность. Ч. II (окончание) проблемы российской электроэнергетики и возможности их решения на основе создания интеллектуальных энергетических систем / В. Р. Окороков, И. О. Волкова, Р. В. Окороков // Академия энергетики, 2010. – № 4. – 36. – С. 88–92.

84. Выголова, Е. А. Метод интеллектуальной поддержки процессов энергетического менеджмента / Е. А. Выголова, Д. К. Елтышев, Н. И. Хорошев // Фундаментальные исследования, 2014. – № 11. – 7. – С. 1461–1465.

85. Каячев, Г. Ф. Формирование системы энергетического менеджмента на промышленном предприятии на основе программно-целевого подхода / Г. Ф. Каячев, М. П. Говорушкин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 2014. – № 11. – С. 20–24.

86. Казаринов, Л. С. Метод прогнозирующего управления энергетической эффективностью промышленного предприятия / Л. С. Казаринов, Т. А. Барбасова, А. А. Захарова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. –

2013. – № 13. – 2. – С. 12–24.

87. Кузнецов, А.С. Интеллектуальные системы энергоснабжения / А. С. Кузнецов // Наука и инновации, 2015. – № 12. – 154. – С. 44–47.

88. Кычкин, А. В. Интеллектуальная система оценки соответствия энергоменеджмента предприятия требованиям стандарта / А. В. Кычкин, Д. К. Елтышев, Е. А. Выголова // Фундаментальные исследования, 2014. – № 11. – 7. – С. 1496–1500.

89. Садриев, А. Р. Особенности патентной деятельности в области энергоэффективных технологий в России / А. Р. Садриев, М. Маруфи // Теоретические и прикладные аспекты современной науки, 2014. – № 3 – 5. – С. 201–204.

90. Кельчевская, Н. Р. Энергоменеджмент на основе концепции энергоэффективного человеческого капитала: монография / Н. Р. Кельчевская, Е. А. Кирикова, И. М. Черненко // Москва: Креативная Экономика, 2016. – 128 с.

91. Кельчевская, Н. Р. Развитие энергоэффективного человеческого капитала на российских промышленных предприятиях / Н. Р. Кельчевская, Е. А. Кирикова, И. М. Черненко // Металлург, 2016. – № 3. – С. 18–23.

92. Hauser, S. Stakeholder influence and the diffusion of eco-efficiency practices in the natural gas exploration and production industry / S. Hauser, // International Journal of Energy Sector Management, 2016. – № 10. – 1. – С. 56–68.

93. Коршунова, Л. А. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности в России / Л. А. Коршунова, Н. Г. Кузьмина, Е. В. Кузьмина // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2013. – № 322. – 6. – С. 22–25.

94. Третьякова М. В. Внедрение системы энергетического менеджмента в Российской Федерации / М.В. Третьяков // Евразийский союз ученых, 2016. – № 3. – 1 (24). – С. 110–113.

95. Шинкевич, А. И. О роли энергоресурсосберегающих технологий в инновационном развитии России / А. И. Шинкевич, С. С. Берман // Вестник Казанского технологического университета, 2011. – № 1. – С. 193–198.

96. Ларин, О. М. Внедрение энергетического менеджмента на промышленных предприятиях / О. М. Ларин, Н. В. Хорошилов, Д. В. Чернышева // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная

техника, информатика. Медицинское приборостроение, 2012. – № 2. – 3. – С. 228–231.

97. Мизиковский, И.Е. Концептуальная бизнес-архитектура менеджмента затрат энергии на технологические нужды промышленных предприятий / И. Е. Мизиковский,., А. Н. Милосердова // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2013. – № 4. – 1. – С. 269–271.

98. International Energy Agency Technology // Engineering & Technology, 2006. – № 1. – 1. – С. 50–51.

99. Гельманова, З. С. Теория и практика применения системы энергетического менеджмента / З. С. Гельманова, Г. Г. Жабалова, А. В. Филатов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2014. – № 3. – 34. – С. 137–146.

100. Лившиц, И. И. Методические подходы при внедрении систем энергоменеджмента и реализации комплексной безопасности промышленных объектов / И. И. Лившиц, А. Т. Танатарова, П. А. Лонцих // Вестник Иркутского государственного технического университета, 2014. – № 11. – С. 288–294.

101. Yin, R. K. Case study research: design and methods / R. K. Yin // № 4. – Los Angeles: Sage Publications, Inc, 2009. – 219 с.

102. Bryman, A. Social Research Methods / A. Bryman // Oxford University Press, 2012. – 766 с.

103. Организация объединенных наций по промышленному развитию Центр международного промышленного сотрудничества ЮНИДО / [Электронный ресурс]. 2017. Режим доступа: http://www.unido.ru/.

104. Posch, A. Strategic energy management in energy-intensive enterprises: a quantitative analysis of relevant factors in the Austrian paper and pulp industry / A.Posch, T. Brudermann, N. Braschel, M. Gabriel // Journal of Cleaner Production, 2015. – № 90. – С. 291–299.

105. Hock, M. The impact of organizational culture on a firm’s capability to innovate the business model / M. Hock, T. Clauss, E. Schulz // R&D Management, 2016. – № 46. – 3. – С. 433–450.

106. Lesourd, J.-B. Human Resources for Energy Management : The case of French Industry / J.-B. Lesourd, J.-M. Ruiz // Engineering Management International, 1984. – № 2. – С. 195–198.

107. Ulubeyli, S. Drivers of Environmental Performance of Cement Plants / S. Ulubeyli // Industrial Management & Data Systems. – 2013. – № 113. – 8. – С. 1222–1244.

108. Liu, X. A survey study of energy saving activities of industrial companies in Taicang, China / X. Liu, D. Niu, C. Bao, S. Suk, T. Shishime // Journal of Cleaner Production, 2012. – № 26. – С. 79–89.

109. Jacobs, E. F. IRI Medal: Meeting Tomorrow's Energy Demand through Innovation and Collaboration / E. F. Jacobs // Research-Technology Management, 2012. – № 55. – 6. – С. 423–456.

110. Bunse, K. Integrating energy efficiency performance in production management – gap analysis between industrial needs and scientific literature / K. Bunse, M. Vodicka, P. Schönsleben, M. Brülhart, F. O. Ernst // Journal of Cleaner Production, 2011. – № 19. – 6–7. – С. 667–679.

111. Christoffersen, L. B. Empirical analysis of energy management in Danish industry / L. B. Christoffersen, A. Larsen, M. Togeby // Journal of Cleaner Production, 2006. – № 14. – 5. – С. 516–526.

112. Babin, B. J. Structural equation modeling in social science research / B. J. Babin, G. Svensson // European Business Review, 2012. – № 24. – 4. – С. 320–330.

113. Наследов, А.Д. IBM SPSS Statistics 20 и AMOS: профессиональный статистический анализ данных / А. Д. Наследов // СПб.: Питер, 2013. – 416 с.

114. Byrne B.M. Structural Equation Modeling With AMOS / B. M. Byrne // Routledge, 2000. – 418 с.

115. Rahman, W. Use of Structural Equation Modeling in Social Science Research / W. Rahman, F. Ali Shah, A. Rasli // Asian Social Science, 2015. – № 11. – 4. – С. 371–377.

116. Andreeva, T. Do all elements of intellectual capital matter for organizational performance? Evidence from Russian context / T. Andreeva, T. Garanina // Journal of Intellectual Capital, 2016. – № 17. – 2. – С. 397–412.

117. Lin, C. Y. Mechanism of environmental concern on intention to pay more for renewable energy: Application to a developing country / C. Y. Lin, D. Syrgabayeva // Asia Pacific Management Review, 2016. – № 21. – 3. – С. 125–134.

118. Blass, V. Top management and the adoption of energy efficiency practices: Evidence from small and medium-sized manufacturing firms in the US / V. Blass,

C. J. Corbett, M. A. Delmas, S. Muthulingam // Energy, 2014. – № 65. – С. 560–571.

119. Oung, K. Energy management in business: The manager’s guide to maximising and sustaining energy reduction / K.Oung // Farnham:GowerPublishingLTD, 2013. – 248с.

120. Shang, T. What to allocate and how to allocate?—Benefit allocation in Shared Savings Energy Performance Contracting Projects / T. Shang, K. Zhang, P. Liu, Z. Chen, X. Li, X. Wu // Energy, 2015. – № 91. – С. 60–71.

121. Терский, А.Е. Энергосервис как инструмент повышения конкурентоспособности / А.Е. Терский, С.В. Инков // Научный журнал Российского газового общества, 2015. – № 2–3. – С. 89–94.

122. Бойкова, Н.А. Перфоманс-контракт и перспективы энергосервиса в России / Н.А. Бойкова // Современная научная мысль, 2013. – № 4. – С. 196–200.

123. Бурчакова, А.А. Энергосервис в России: вопросы методологии анализа и факторы развития / А.А. Бурчакова// Интернет-журнал Науковедение, 2016. – № 8. – 2. – С. 18.

124. Мишин, Д.В. Механизм инвестирования энергосервисных услуг / Д.В. Мишин // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2012. – № 8. – С. 77–79.

125. Захаров, О.А. Энергосервисный контракт как инструмент внедрения субъектами хозяйствования энергосберегающих технологий / О.А. Захаров, Р.В. Нестерова // Казанский экономический вестник, 2014. – № 3. – 11. – С. 44–48.

126. Jackson, J. Promoting energy efficiency investments with risk management decision tools / J. Jackson // Energy Policy, 2010. – № 38. – 8. – С. 3865–3873.

127. Mills, E. From volatility to value: analysing and managing financial and performance risk in energy savings projects / E. Mills, S. Kromer, G. Weiss, P. A. Mathew // Energy Policy, 2006. – № 34. – 2. – С. 188–199.

128. Mills, E. Risk transfer via energy-savings insurance / E. Mills // Energy Policy, 2003. – № 31. – 3. – С. 273–281.

129. Mathew, P. Actuarial pricing of energy efficiency projects: lessons foul and fair / P. Mathew, J.S. Kromer, O. Sezgen, S. Meyers // Energy Policy, 2005. – № 33. – 10. – С. 1319–1328.

130. Черненко, И.М. Методология формирования человеческого капитала на промышленном предприятии / И.М. Черненко, Н.Р. Кельчевская // Научное обозрение, 2013. – № 4. – 1. – С. 251–257.

Приложение А. Определения термина «энергетический менеджмент» в российской и зарубежной литературе.

Таблица А.1 – Определения термина энергоменеджмент в российской и зарубежной литературе

Автор	Определение
Гулбрандсен, [19] с. 138	Энергетический менеджмент – это общая система планирования, организации, мотивации и контроля производством, транспортировкой, распределением и потреблением топливно-энергетических ресурсов. Энергетический менеджмент включает в себя мероприятия по энергосбережению, характеризующиеся совокупностью технических и организационных мероприятий, направленных на повышение эффективности использования энергоресурсов. Он является неотъемлемой частью организации структуры управления промышленным предприятием.
Abdelaziz [51]	Энергетический менеджмент – это стратегия обеспечения [предприятия] энергией в срок и по месту необходимости. Она может быть выполнена путем оптимизации энергетических систем и процедур для сокращения энергоемкости производства конечного продукта одновременно с сохранением общего уровня энергозатрат или его уменьшением.
Kannan [50]	Энергетический менеджмент – это разумное и эффективное использование энергии для максимизации прибылей и улучшения конкурентных позиций путем измерения и оптимизации энергетической эффективности процессов.
Стандарт ISO 50001-2012 [42]	Система энергетический менеджмент - набор взаимосвязанных или взаимодействующих элементов, используемых для разработки и внедрения энергетической политики и энергетических целей, а также процессов и процедур для достижения этих целей
Paunescu [58]	Система энергетического менеджмента - совокупность взаимосвязанных элементов для улучшения текущих показателей энергоэффективности, которая активизирует коммуникацию внутри организации по вопросам обеспечения энергетическими ресурсами производства.

Приложение Б. Данные энергетических аудитов, проводимых на обследованных металлургических предприятиях

Таблица Б.1 – Результаты энергоаудита на ООО «УГМК-Сталь» в 2015 году

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
Подготовка и вовлеченность	4.1. Общие требования	75%	a) установить, документировать, внедрить, поддерживать в рабочем состоянии и улучшать СЭнМ в соответствии с требованиями настоящего стандарта; c) определить то, каким образом будут выполняться требования настоящего стандарта для достижения непрерывного улучшения уровня энергорезультативности и СЭнМ.	Организация соответствует требованиям п. 4.1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. СЭнМ функционирует в соответствии с методологией ЮНИДО.	1. Разработать Энергоруководство по функционированию СЭнМ
	п.п. b. п. 4.1. Охват и Границы	100 %	b) определить и документировать область применения и границы СЭнМ;	Организация соответствует требованиям п. 4.1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Охват и Границы определены в файле Инструментов ЮНИДО.	
Подготовка и вовлеченность	4.2.1. Высшее руководство	75%	Высшее руководство должно демонстрировать обязательство поддержки функционирования СЭнМ и непрерывного улучшения её результативности посредством.	1. Осуществляется поддержка СЭнМ 2. Организована рабочая группа по СЭнМ 3. СЭнМ функционирует в соответствии с методологией ЮНИДО 4. Обеспечена осведомленность всех сотрудников о СЭнМ.	1. Необходимо организовать постановку энергоцелей и задач. Цели по сбережению энергоресурсов устанавливать в кВтч. 2. Необходимо совершенствовать анализ энергорезультативности на основе регрессионных моделей энергорезультативности с привлечением сотрудников, обслуживающих ЗЭП на ежедневной основе.

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
	п.п. c. п. 4.2.1. Ресурсы	75%	Обеспечение выделения ресурсов, необходимых для разработки, внедрения, поддержания в рабочем состоянии и улучшения СЭнМ, которая в итоге определяет уровень энергорезультативности; Ресурсы включают людские ресурсы, специализированные навыки, технологические и финансовые ресурсы;	Организация соответствует требованиям п.п. b. п. 4.2.1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Приказ 14.11.2014г. О создании рабочей группы по реализации проекта ЮНИДО для внедрения СЭнМ Приказ от 14.11.2014г. О назначении ответственного руководства по СЭнМ	
	п.п. b. п. 4.2.1. Роли и ответственности	75%	1. Распределить Роли и Ответственности в СЭнМ. 2. Знание сотрудниками своих Ролей и Ответственностей в СЭнМ и их выполнение. 3. Поддержание в актуальном состоянии	Организация соответствует требованиям п. 4.2.1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Таблица Ролей и ответственностей в файле Инструменты ЮНИДО. Роли и ответственности доведены до сотрудников. Таблица регулярно обновляется При очередном пересмотре в должностные инструкции вносятся изменения в соответствии с обязанностями по СЭнМ	
Подготовка и вовлеченность	4.2.2. Представитель руководства	75%	Назначение представителя высшего руководства	Организация соответствует требованиям п.4.2.2 ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Приказ № 1162 от 14.11.2014г. О назначении ответственного руководства по СЭнМ (Вострецов А.С – зам.тех. директора)	

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
	п.п. a-h. п. 4.2.2. Участие Представителя высшего руководства	75%	Участие Представителя Высшего руководства в СЭнМ в соответствии с определенными полномочиями	1. Осуществляется поддержка СЭнМ 2. Организована рабочая группа по СЭнМ 3. СЭнМ функционирует в соответствии с методологией ЮНИДО 4. Обеспечена осведомленность всех сотрудников о СЭнМ.	1. Необходимо организовать отчетность перед высшим руководством об уровне энергорезультативности; 2. Необходимо организовать отчетность перед высшим руководством о функционировании СЭнМ; 3. Необходимо обеспечить планирование деятельности в области энергоменеджмента, направленной на реализацию Энергополитики. Постановка/расчет Целей по энергосбережению в кВтч./м3; 4. Разработать план по совершенствованию /функционированию СЭнМ на 2016 г.
Подготовка и вовлеченность	4.3. Энергетическая политика	75%	Разработка, анализ/утверждение энергетической политики	Организация не соответствует требованиям п. 4.3 ГОСТ Р ИСО 50001-2012. В ходе аудита были предоставлены следующие свидетельства: 1. Разработана Энергополитика предприятия, утверждена Директором. 2. Энергополитика доведена до персонала предприятия посредством рабочих совещаний и в виде наглядной информации.	

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
Планирование	4.4.1. Энергетическое планирование. Общие положения.	75%	Выполнять и документировать процесс энергопланирования.	Организация соответствует требованиям п. 4.4.1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. СТ УГМК -018-2014 Программа по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Порядок разработки, организации выполнения и подведения итогов. СТ УГМК-Сталь-6.1-036-2015 Обеспечение ресурсами. Организация работ по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Разработана долгосрочная программа мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности филиала на 2015-2017г.г. Представлена ежеквартальная отчетность по программе	При планировании деятельности по СЭнМ, дополнительно учитывать мероприятия из «Листа возможностей»: составление Плана с постановкой/расчетом Целей по энергосбережению в кВтч, установлением задач для достижения целей. Цели устанавливать исходя из текущего уровня энергорезультативности, достигнутого за предыдущий период с учетом выявленных возможностей для энергосбережения
Планирование	4.4.2 Законодательные и иные требования	75%	Правовые и другие требования	Организация соответствует требованиям п.4.4.2. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Список нормативно-правовых актов в файле Инструменты ЮНИДО.	1. Актуализировать список законодательных требований вкладка Право Инструментов ЮНИДО. 2. Назначить ответственного за ведение списка, идентификацию законодательных требований, их анализ и доведение информации. 3. Организовать мониторинг законодательства и своевременное информирование об изменениях.

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
Планирование	4.4.3 Энергетический анализ	75%	Разработать и поддерживать актуальным энергоанализ, обеспечивая ведение соответствующих записей.	Организация соответствует требованиям п. 4.4.3. ГОСТ Р ИСО 50001-2012 Разработаны модели для анализа энергорезультативности: - Общего потребления по газу и электроэнергии - для каждого ЗЭП. Осуществляется ежедневный анализ энергорезультативности на основе регрессионных моделей.	
	п.п. а. п. 4.4.3. Тренды	100 %	На основе измерений и других данных проводить анализ характера использования и количества потребляемой энергии, в т.ч.: - определить существующие источники энергии, - оценить в прошлом и в настоящий период характер использования и количество потребляемой энергии.	Организация соответствует требованиям п. 4.4.3. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Определены тренды потребления по потреблению электроэнергии и газа.	
	п.п. b. п. 4.4.3. ЗЭП.	100 %	На основе анализа характера использования и количества потребляемой энергии определить области значимого использования энергии, а именно: - определить установки, оборудование, системы, процессы и персонал, значимым образом влияющие на характер использования и количество потребляемой энергии; - определить другие значимые переменные факторы, влияющие на значимое использование энергии;	Организация соответствует требованиям п. 4.4.3. ГОСТ Р ИСО 50001-2012 Выявлены ЗЭП. Электроэнергия: - ДСП - АПК - Сортовой стан Газ: - Производство проката	

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
	п.п. с. п. 4.4.3. Возможности для улучшения.	75%	Идентифицировать и ранжировать возможности для улучшения уровня энергорезультативности, обеспечив ведение соответствующих записей. 1. Лист возможностей. 2. Анализ и приоритезация идей. 3. Использование Стоимости жизненного цикла - вкладка Финансовый анализ Инструментов ЮНИДО.	Организация соответствует требованиям п.4.4.3. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Лист возможностей файл Инструменты ЮНИДО.	1. Необходимо совершенствовать систему подачи идей и составление Листа возможностей с привлечением сотрудников, обслуживающих ЗЭП. 2. Создать рабочую группу по анализу и приоритезации идей по энергосбережению. 3. Для финансового анализа идей по энергосбережению использовать методику Стоимости жизненного цикла
Планирование	4.4.4 Энергетическая базовая линия	100 %	Установить энергетическую базовую линию (линии). Изменения в уровне энергорезультативности оцениваются в сравнении с базовой линией (линиями).	Организация соответствует требованиям п.4.4.4. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. В ходе аудита были предоставлены следующие свидетельства: Энергетическая базовая линия установлена на основании регрессионных моделей энергорезультативности.	
Планирование	4.4.5 Показатели энергетических результатов	100 %	Определение показателей энергорезультативности (EnPI)	Организация соответствует требованиям п.4.4.5. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. В ходе аудита были предоставлены следующие свидетельства: Показатели энергорезультативности установлена на основе регрессионных моделей энергорезультативности.	

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
Планирование	4.4.6 Энергетические цели и задачи и планы мероприятий по энергетическому менеджменту	75%	Организация должна установить, выполнять и поддерживать актуальными документированные энергоцели и задачи	Организация соответствует требованиям п.4.4.6. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. В ходе аудита были предоставлены следующие свидетельства: Цели устанавливаются на основании: СТ УГМК -018-2014 Программа по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Порядок разработки, организации выполнения и подведения итогов. СТ УГМК-Сталь-6.1-036-2015 Обеспечение ресурсами. Организация работ по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Разработана долгосрочная программа мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности филиала на 2015-2017г.г. Представлена ежеквартальная отчетность по программе	При планировании деятельности по СЭнМ, дополнительно учитывать мероприятия из «Листа возможностей»: составление Плана с постановкой/расчетом Целей по энергосбережению в кВтч/м3, установлением задач для достижения целей. Цели устанавливать исходя из текущего уровня энергорезультативности, достигнутого за предыдущий период с учетом выявленных возможностей для энергосбережения
Эксплуатация	4.5.1. Внедрение и функционирование. Общие положения	75%	Организация должна использовать Планы мероприятий и другие результаты процесса энергопланирования для внедрения и функционирования СЭнМ	Организация соответствует требованиям п.4.5.1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. В ходе аудита были предоставлены следующие свидетельства: СЭнМ функционирует на основании файла Инструменты ЮНИДО.	На основании рекомендаций Отчета о проведении внутреннего аудита составить План мероприятий по функционированию СЭнМ на 2016 г.

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
Эксплуатация	4.5.2 Компетентность, обучение и осведомлённость	75%	1. Гарантировать, чтобы сотрудники ЗЭП были компетентны на основе соответствующего образования, знаний и опыта. 2. Идентифицировать потребности в обучении, связанные с управлением ЗЭП и функционированием СЭнМ. 3. Обеспечить обучение, а также вести соответствующие записи. 4. Осведомленность.	КП УГМК-Сталь-005-2015 Управление персоналом СТ УГМК Сталь- 6.0-021-2015 Менеджмент ресурсов. Подготовка и повышение квалификации персонала СТ УГМК- Сталь-6.0-020-2015. Менеджмент ресурсов. Подбор, расстановка и адаптация персонала 1.Надлежащая компетенция обеспечена организаций приема на работу сотрудников с необходимым уровнем образования и дальнейшим повышением квалификации. А. А. А.- мастер по ремонту оборудования. Образование высшее промышленная теплоэнергетика. Повышение квалификации: Программа ЮНИДО 5-ти дневный курс по оптимизации пароконденсатных систем. Успешно сдал экзамен на эксперта ЮНИДО по пароконденсатным системам; В Техническом Университете УГМК «Организация деятельности предприятия в области энергосбережения и повышения энергорезультативности» Обучение также прошли Т.Н.В. – главный энергетик, Л.О.Е. – специалист по оформлению документации) Положение П-15-ООТиЗ-2015 Положение о мотивации к реализации мероприятий по энергосбережения и повышению энергорезультативности филиала СТ УГМК -015-2004 Порядок разработки положения о материальном стимулировании за энергосбережение в организациях УГМК. СТ УГМК-Сталь-6.1-036-2015 Обеспечение ресурсами. Организация работ по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Заявка на обучение РСиС в Техническом университет на 2016г.	

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
Эксплуатация	4.5.3 Обмен информацией	75%	1. Организация должна поддерживать связи с внутренними заинтересованными сторонами в части, касающейся уровня энергорезультативности и СЭнМ. 2. Организация должна установить и выполнять процесс, который позволяет любому лицу, работающему в организации, делать замечания или предлагать улучшения в СЭнМ. 3. Организация должна решить, будет ли она поддерживать связи с внешними сторонами в части, касающейся Энергополитики, СЭнМ и уровня энергорезультативности. Решение должно быть документировано. Если принято положительное решение, организация должна установить и внедрить метод поддержания внешних связей	Организация соответствует требованиям п.4.5.3. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. 1. Внутренние каналы обмена информацией на надлежаще уровне. Обеспечены ежедневными совещаниями, системой документооборота. 2. Любое лицо имеет возможность предлагать улучшения СЭнМ. 3. СТ УКМК 005-2015 Порядок организации рационализаторской деятельности 4. П-03-24-2014 Положение об управлении рационализаторской деятельностью .	1. Разработать процедуры по внутренним и внешним каналам обмена информацией и записям по СЭнМ. 2. Задокументировать принятое решение по внешним каналам обмена информацией.
Эксплуатация	4.5.4.1 Требования к документации	75%	Организация должна установить и поддерживать актуальной информацию (в бумажной, электронной и иной форме), содержащую описание ключевых элементов СЭнМ и их взаимодействия друг с другом.	Организация соответствует требованиям п.4.5.4.1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. 1.СТ УГМК Сталь 4.2-009-2015 Требования к документации. Управление документами СМК. Общие положения. 2. СТ УГМ Сталь- 4.2-011-2015«Требования к документации. Записи» Список документов - вкладка Документация Инструментов ЮНИДО.	Актуализировать Список документов по СЭнМ в соответствии с рекомендациями ЮНИДО

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
Эксплуатация	4.5.4.2 Управление документацией	75%	Организация должна установить, внедрить и поддерживать актуальной процедуру(ы) для управления документами.	Организация соответствует требованиям п.4.5.4.2. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Наличие электронной базы документов; СТ УГМК Сталь 4.2-009-2015 Требования к документации. Управление документами СМК. Общие положения. СТ УГМ Сталь- 4.2-011-2015«Требования к документации. Записи». Все операторы ведут журналы.	1. Откорректировать документацию с учетом рекомендаций ЮНИДО по управлению документами – вкладка Документация Инструментов ЮНИДО. 2. Возможно разработать единый пакет документов по Системам менеджмента.
Эксплуатация	4.5.5 Управление операциями	75%	Операционный контроль. Организация должна идентифицировать и планировать выполнение основных и вспомогательных операций, связанных со значимым использованием энергии	Организация соответствует требованиям п.4.5.5. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Текущая операционная деятельность полностью автоматизирована, осуществляется в полном соответствии с технологическими инструкциями. На всех ЗЭП имеются Инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию. В ходе аудита были предоставлены следующие свидетельства: Процесс энергообеспечения производства полностью автоматизирован. Рабочие параметры задаются техническим отделом предприятия СТ УГМК Сталь-4.2-005 2015 Т Требования к документации. технологическая инструкция. СТ УГМК Сталь-4.2-003-2015 Требования к документации. Инструкции по эксплуатации СТ 6.3-023-2013 Инфраструктура. Организация технического обслуживания и ремонтов оборудования СТ 6.3-023-2013 Инфраструктура. Организа-	

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
				ция и техническая эксплуатация, надзор за зданиями и сооружениями.	
	п.п. a. п. 4.5.5. Критические операционные параметры	75%	Критические операционные параметры	Организация соответствует требованиям п.п. а.п.4.5.5. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. ЗЭП- ДСП. До операторов доведена информация по критическим операционным параметрам и критериям технического обслуживания, оперативный персонал соблюдает данные критерии Планово-предупредительные ремонты производятся с установленной периодичностью. Имеются технические карты на местах операторов, в которых учтены критические операционные параметры.	Совершенствовать работу в направлении Критические операционные параметры - вкладка ER6-Критические операционные параметры Инструментов ЮНИДО.
	п.п. b. п. 4.5.5. Критерии технического обслуживания	75%	Критерии технического обслуживания	Организация соответствует требованиям п.п. b. п.4.5.5. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. ЗЭП - Прокатный цех. Техническое обслуживание производится в соответствии с технической документацией.	Совершенствовать работу в направлении Критерии Технического обслуживания - вкладка ER6-Критерии Технического обслуживания Инструментов ЮНИДО.
Эксплуатация	4.5.6 Проектирование	75%	Организация должна учитывать возможности улучшения уровня энергорезультативности и операционный контроль в ходе проектирования	Организация соответствует требованиям п.4.5.6. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. В ходе аудита были предоставлены следующие свидетельства: СТ УГМК-032-2010 Состав, порядок разработки. Согласования и утверждения задания на проектирование объектов капитального строительства с изменением, касающимся учета энергорезультативности при проектировании	

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
Эксплуатация	4.5.7 Закупки энергетических услуг, продукции, оборудования, энергии	75%	При закупке энергетических услуг, продукции и оборудования, которые имеют или могут оказывать влияние на значительное использование энергии, организация должна информировать поставщиков о том, что при осуществлении закупок будут также оцениваться аспекты, касающиеся энергетических результатов.	Организация соответствует требованиям п.4.5.7. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. В ходе аудита были предоставлены следующие свидетельства: Стандарт СТ УГМК Сталь-7.4-006-2013 Закупки. Общие положения. СТ УГМК 003-2009 Договоры. Порядок заключения и исполнения	В Стандарты по закупкам внести дополнение об оценке аспектов, касающихся энергетических результатов.
Проверка	4.6.1 Мониторинг, измерение и анализ	75%	Периодический мониторинг, измерение и анализ энергорезультативности	Организация соответствует требованиям 4.6.1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Наличие регрессионных моделей по анализу энергорезультативности общего потребления ресурсов из Охвата, а также по каждому ЗЭП СТ УГМК-Сталь 7.6-024-2015 Управление оборудованием для мониторинга и измерений. Организация ремонта, поверки и калибровки средств измерений. Аттестация испытательного оборудования. СТ УГМК Сталь 7.6-027-2015 Управление оборудованием для мониторинга и измерений. Порядок учета, хранения, эксплуатации, списания и консервации измерительного испытательного оборудования.	1. Вовлечение персонала, обслуживающего ЗЭП. 2. При анализе энергорезультативности перейти от использования удельных показателей к анализу на основе регрессионных моделей.
	Ведение записей	75%	Ведение записей по результатам мониторинга, измерения и анализа энергорезультативности	Организация соответствует требованиям п.4.6.1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Ведутся записи по результатам мониторинга, измерения и анализа энергорезультативности в соответствии с рекомендованной ЮНИДО формой отчета - вкладка Отчет Инструментов ЮНИДО.	Организовать отчетность по результатам анализа энергорезультативности на ежедневной основе.

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
	План энергетических измерений	75%	План энергетических измерений	Организация соответствует требованиям п.4.6.1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Имеется План энергетических измерений - вкладка Инструментов ЮНИДО.	
	Реагирование на отклонения	75%	Организация должна исследовать причины и реагировать на существенные отклонения в уровне энергорезультативности	Организация соответствует требованиям п.4.6.1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Организовано проведение ежемесячных совещаний по анализу энергорезультативности.	Организовать проведение ежедневных совещаний по анализу энергорезультативности с участием сотрудников, обслуживающих ЗЭП
Проверка	4.6.2 Оценка выполнения законодательных и иных требований	50%	Оценка выполнения законодательных и иных требований	Организация не соответствует требованиям п.4.6.2. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Файл Инструменты ЮНИДО. Идентифицированы законодательные акты, относящиеся к потреблению энергии. Вкладки Право и Право список.	Несоответствие п. 4.6.2. Не оценивается соответствие законодательным и иным требованиям.
Проверка	4.6.3 Внутренний аудит СЭнМ	75%	Внутренний аудит	Организация соответствует требованиям п.4.6.3. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Файл Инструменты ЮНИДО. Разработаны шаблоны Внутренний аудит и Внутренний аудит График. Разработан Чек-лист аудитора в соответствии с методологией ЮНИДО. СТ УГМК Сталь -8.2-012-2015 Мониторинг и измерение. Внутренний аудит – Глушкова А.В.	Необходимо: - разработать план аудитов СЭнМ
Проверка	4.6.4 Несоответствия, коррекции, корректирующие и предупреждающие действия	75%	Организация должна предпринимать меры в связи с обнаружением существующих и потенциальных несоответствий, выполнять коррекции, а также корректирующие и предупреждающие действия	Организация соответствует требованиям п.4.6.4. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Файл Инструменты ЮНИДО. Вкладка Несоответствия. СТ УГМК- Сталь 8.5-015-2015 Улучшение. Корректирующие и предупреждающие действия	Совершенствовать работу по выявлению несоответствий, а также выполнению корректирующих и предупреждающих действий в соответствии со вкладкой Несоответствия файла Инструменты ЮНИДО

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
Проверка	4.6.5 Управление записями	75%	Организация должна установить и вести записи, необходимые для демонстрации соответствия СЭнМ требованиям стандарта и достигнутого уровня энергорезультативности	Организация соответствует требованиям п.4.6.5. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. В ходе аудита были предоставлены следующие свидетельства: Ведение записей осуществляется в Файле Инструменты ЮНИДО, где демонстрируется соответствие СЭнМ требованиям ИСО 50001 и достигнутого уровня энергорезультативности. СТ УГМ Сталь- 4.2-011-2015«Требования к документации .Записи»	
Проверка (анализ со стороны руководства)	4.7.1 Анализ со стороны руководства. Общие положения	75%	В заданные интервалы высшее руководство должно анализировать СЭнМ организации	Организация соответствует требованиям п.4.7.1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. В ходе аудита были предоставлены следующие свидетельства: Разработан Шаблон – Презентация по анализу СЭнМ со стороны руководства. Разработан Шаблон – Протокол совещания по анализу со стороны руководства. Проведено обучение ЮНИДО по Анализу со стороны руководства СТ УГМК – Сталь 5.0-008-2015 Ответственность руководства. Анализ со стороны руководства	Необходимо назначить дату проведения совещания по Анализу СЭнМ со стороны руководства.
	4.7.2 Входные данные для анализа со стороны руководства	75%	Входные данные для анализа со стороны руководства	Организация соответствует требованиям п.4.7.2. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. В ходе аудита были предоставлены следующие свидетельства: Разработан Шаблон – Презентация по анализу СЭнМ со стороны руководства	Подготовить презентацию в соответствии с рекомендациями ЮНИДО

Раздел	№ пункта стандарта	Оценка	Что включает требование / задача	Факты и наблюдения в ходе аудита	Выявленное несоответствие/рекомендации
	4.7.3 Выходные данные анализа со стороны руководства	75%	Выходные данные анализа со стороны руководства	Организация соответствует требованиям п.4.7.3. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. В ходе аудита были предоставлены следующие свидетельства: Разработан Шаблон – Презентация по анализу СЭнМ со стороны руководства.	Подготовить Протокол совещания по Анализу СЭнМ со стороны руководства.

Таблица Б.2 – Выявленные в ходе энергоаудита недостатки и несоответствия (ООО УГМК-Сталь)

№	Описание	Потенциальные последствия	Причина	Действия (корректирующие и предупреждающие)	Ответственный
НС1	В положения о подразделениях (ПП) и должностных инструкциях (ДИ) структурных подразделений не отражено распределение ответственности и полномочий в области энергоменеджмента	нерезультативный энергоменеджмент	недостаточная мотивация	1.Определить рамки ответственности и полномочий персонала структурных подразделений. 2.Ввнести изменения в ПП и ДИ	Энергоменеджер Начальник ОТиЗ
НС2	Низкая активность (отсутствие) подачи предложений по энергосбережению и повышению энергоэффективности в рамках существующей системы СТО	нерезультативный энергоменеджмент	Не достаточная вовлеченность. Низкая мотивация. Отсутствие информирования.	1. Организовать целевые информационные слушания в подразделениях.	Энергоменеджер
НС3	Несвоевременно оформлен перенос срока выполнения п.4.2.2. "Внедрение автоматизированного управления насосами контура KW. Программы по энергосбережению и повышению энергетической эффективности на 2015-2017г.	не соблюдение срока реализации мероприятия	Не достаточная вовлеченность. Низкий контроль исполнения руководителем подразделения	Административное регулирование ответственности за допущение несоответствия	Начальник цеха
НС4	Потери денежных средств при соблюдении точности планирования объема потребления электрической энергии и мощности при работе на балансирующем рынке.	Увеличение стоимости (тарифа) электроэнергии	Высокая доля не запланированных простоев оборудования. Отсутствие системы прогнозирования.	внедрение системы прогнозирования и системы планирования производства и энергоресурсов	Энергоменеджер

№	Описание	Потенциальные последствия	Причина	Действия (корректирующие и предупреждающие)	Ответственный
НС5	Отсутствует регламент оповещения поставщиков об учете энергоэффективности при закупке товаров/услуг (внешние коммуникации)	нерезультативный энергоменеджмент	Отсутствие временных и человеческих ресурсов.	Дополнить регламент по закупкам требованиями об оповещении поставщиков об учете энергоэффективности при закупке товаров/услуг (внешние коммуникации)	Энергоменеджер Начальник ОМТС
НС6	Отсутствует список документации по СЭнМ	нерезультативный энергоменеджмент	отсутствие временных и человеческих ресурсов	Создать список документации по СЭнМ	Энергоменеджер
НС7	В стандартах организации не учтены требования по закупкам энергоэффективного оборудования	Значительное использование энергии. Превышение технико-экономических показателей	Недостаточная осведомленность персонала, ответственного за закупки и приобретение энергопотребляющих услуг, материалов и оборудования.	1. Организовать семинар по закупкам энергоэффективного оборудования. 2.Разработать и внести изменения в процедуры закупок и приобретения энергетических услуг, продукции и оборудования	Энергоменеджер Начальник ОМТС

Таблица Б.3 – Инвестиционные мероприятия, предложенные на предприятии по результатам энергоаудита

Возможность экономии	ЗЭП	Класс затрат	Дополнительные выгоды	кВт экономии электроэнергии или *газа /год	Экономия / год, тыс. руб.	Затраты, тыс. руб.	Возврат инвестиций	Источник финансирования
Изменение работы азотного компрессора ККУ	электроэнергия	средний уровень затрат	увеличение срока службы компрессора	180,50	355,7	355,7	1,0	собственные
Установка частотного регулирования на двигатели повысительных насосов контура KW	электроэнергия	средний уровень затрат	увеличение срока службы двигателя	3,13	658,7	2 062,0	3,1	собственные
Замена светильников верхнего света с лампами ДРЛ на светодиодные светильники	электроэнергия, освещение	низкий уровень затрат		3 594,00	8 016,0	9 987,0	1,2	собственные
Замена питьевой воды в моечной камере прокатного цеха на технологический оборотный цикл с установкой фильтра очистки	вода	низкий уровень затрат		0,14	3,8	2,7	0,7	собственные
Внедрение автоматизированной системы технического учета энергоносителей	природный газ	высокий уровень затрат		14950*	3 905,0	5 720,0	1,5	собственные

Возможность экономии	ЗЭП	Класс затрат	Дополнительные выгоды	кВт экономии электроэнергии или *газа /год	Экономия / год, тыс. руб.	Затраты, тыс. руб.	Возврат инвестиций	Источник финансирования
Обучение персонала на курсах энергосбережения	тепловая энергия, природный газ, электроэнергия	низкий уровень	осознанные действия персонала	200,00	500,0	250,0	0,5	собственные
Режимная наладка тепловых сетей и потребителей завода	природный газ	высокий уровень	увеличение срока службы трубопровода	5938*	2 045,0	5 000,0	2,4	собственные
Автоматизация наружного освещения	электроэнергия, освещение	низкий уровень затрат		23,58	46,0	200,0	4,3	собственные
Внедрение учёта и контроля расхода природного газа на установках сушки и разогрева сталеразливочных ковшей	природный газ	низкий уровень		791,4 /76,39*	271,4	180,7	0,7	собственные

Приложение В. Анкета, разработанная автором для проведения эмпирического исследования на промышленных предприятиях

Код (имя) переменной	Метка переменной (вопрос в анкете)
Time_stamp	Время проведения опроса
A_1_RES_1	Резервы повышения энергоэффективности: прямое потребление энергии (производственный процесс)
A_1_RES_2	косвенное потребление энергии (поддержка вспомогательных процессов, обслуживание производства, управление)
A_1_RES_3	внедрение более эффективного основного и вспомогательного оборудования
A_1_RES_4	оптимизация процесса производства на существующем оборудовании
A_1_RES_5	вторичное использование энергии в производстве
A_1_RES_6	повышение эффективности преобразования и передачи электроэнергии
A_1_RES_7	использование альтернативных источников энергии
A_2_PROB_1	Какие факторы повышают вероятность внедрения: внедрение жестких экологических требований к производству (внешний фактор)
A_2_PROB_2	повышение цен на энергоносители (внешний фактор)
A_2_PROB_3	необходимость внедрения по результатам энергоаудита
A_2_PROB_4	рациональные предложения от начальников цехов
A_2_PROB_5	рациональные предложения от рабочих или инженеров
A_2_PROB_6	необходимость снижения себестоимости
A_2_PROB_7	инициатива высшего руководства
A_3_BARI_1	Барьеры внедрения энергосберегающих технологий: неблагоприятная рыночная ситуация (внешний фактор)
A_3_BARI_2	недостаточная поддержка государства или ее отсутствие (внешний фактор)
A_3_BARI_3	низкая инновационная активность в отрасли (внешний фактор)
A_3_BARI_4	низкие экологические требования к производству (по сравнению с развитыми странами, внешний фактор)
A_3_BARI_5	низкий уровень развития энергосбережения у конкурентов (внешний фактор)
A_3_BARI_6	ограниченные финансовые ресурсы
A_3_BARI_7	недостаточность информации для прогнозирования
A_3_BARI_8	низкая квалификация сотрудников
A_3_BARI_9	отсутствие мотивации у топ-менеджмента
A_3_BARI_10	отсутствие мотивации у сотрудников
A_3_BARI_11	низкая экономическая эффективность энергосберегающих решений
A_3_BARI_12	высокие сроки окупаемости энергосберегающих проектов
A_4_RESIS_1	Из-за чего может быть связано сопротивление рядовых сотрудников: низкий уровень базового образования
A_4_RESIS_2	отсутствие специального образования в области энергосбережения
A_4_RESIS_3	низкий уровень общей культуры сотрудников
A_4_RESIS_4	большой средний возраст сотрудников

Код (имя) переменной	Метка переменной (вопрос в анкете)
A_4_RESIS_5	сотрудникам прибавится больше работы
A_4_RESIS_6	людей не мотивируют материально
A_4_RESIS_7	с людьми мало работает руководство
A_4_RESIS_8	люди не заинтересованы в качестве работы
A_4_RESIS_9	каждый работник не чувствует своей индивидуальной ответственности
A_4_RESIS_10	люди не хотят разбираться в новой системе (не хотят учиться)
METH_5_COR_1	Отвечают ли методы ИЗМЕРЕНИЯ энергоэффективности на Вашем предприятии потребностям производства?
METH_5_COR_2	Отвечают ли методы КОНТРОЛЯ энергоэффективности на Вашем предприятии потребностям производства?
METH_5_COR_3	Отвечают ли методы УЛУЧШЕНИЯ энергоэффективности на Вашем предприятии потребностям производства?
ACT_6_1	Какие мероприятия по энергосбережению осуществлялись: Сбор информации по энергосбережению в подразделениях
ACT_6_2	Организация внутреннего подразделения, ответственного за энергосбережение
ACT_6_3	Разработка и внедрение политики в области энергетического менеджмента
ACT_6_4	Проведение энергоаудитов для определения текущей ситуации и выявления резервов энергосбережения
ACT_6_5	Улучшение структуры энергопотребления за счет внедрения экологических мероприятий
ACT_6_6	Принятие решений и разработка проектов по инвестированию в энергосбережение
ACT_6_7	Внедрение нового более энергоэффективного оборудования
ACT_6_8	Усиление внутреннего ежедневного контроля работы оборудования для повышения энергоэффективности
ACT_6_9	Внедрение технических инструментов мониторинга и программного обеспечения
ACT_6_10	Статистическая обработка данных по энергосбережению
ACT_6_11	Внедрение технологий целевого энергопотребления в производстве
ACT_6_12	Внедрение эко-дизайна, выпуск более энергоэффективной продукции
ACT_6_13	Оптимизация внутренних транспортных сетей в целях энергосбережения
ACT_6_14	Оптимизация внутренних транспортных сетей в целях энергосбережения
ACT_6_15	Организация внутреннего обучения в целях повышения осведомленности сотрудников о проблемах энергосбережения
ACT_6_16	Организация работы сотрудников по энергосберегающим технологиям в офисах и других непроизводственных помещениях
ACT_6_17	Участие в региональных и национальных проектах по энергосбережению (пилотные проекты, обучение)
ACT_6_18	Привлечение государственных субсидий на повышение энергетической или экологической эффективности

Код (имя) переменной	Метка переменной (вопрос в анкете)
ACT_6_19	Ничего из перечисленного
EXTE_7_1	Государственные требования к экологической и энергетической эффективности предприятий в России очень высокие.
EXTE_7_2	Влияние отраслевых соглашений на энергетическую политику предприятия очень высокое.
EXTE_7_3	У наших конкурентов очень высокий уровень развития энергоменеджмента.
EXTE_7_4	Мы используем передовой опыт других компаний в области энергоменеджмента.
ENER_INT	Производство на нашем предприятии является энергоемким, доля затрат на энергию высока.
EN_PERF_9_1	Предприятие регулярно планирует и внедряет мероприятия по энергосбережению.
EN_PERF_9_2	В целом мы эффективно сокращаем энергозатраты на единицу производимой продукции.
EN_PERF_9_3	На предприятии эффективно используются (утилизируется) вторичная энергия, а безвозвратные потери энергии снижаются.
EN_PERF_9_4	Регулярно проводятся аудиты энергопотребления, система энергоменеджмента направлена на постоянное улучшение.
EN_CULT_10_1	На предприятии каждый сотрудник осведомлен о проблемах энергоэффективности.
EN_CULT_10_2	Сотрудники предприятия всегда готовы принять участие в мероприятиях по улучшению энергоэффективности.
EN_CULT_10_3	Топ-менеджмент осознает важность энергосбережения и поддерживает инициативы по энергосбережению.
EN_CULT_10_4	Все сотрудники производственных подразделений имеют высокую квалификацию в области энергосбережения.
HRM_PR_11_1	Сотрудники регулярно проходят обучение по проблемам энергосбережения.
HRM_PR_11_2	На предприятии работают целевые команды сотрудников по проблемам энергосбережения.
HRM_PR_11_3	Регулярно проводятся совещания, где обсуждаются инициативы сотрудников в области энергосбережения.
HRM_PR_11_4	На предприятии сотрудники эффективно обмениваются знаниями в области энергоменеджмента.
HRM_PR_11_5	Компетенции в области энергосбережения учитываются при приеме новых сотрудников на работу.
HRM_PR_11_6	На предприятии стимулируют сотрудников (бригады), которые работают энергоэффективно.
PERF_12_1	Наша компания преуспела (по сравнению с другими компаниями в отрасли) в РОСТЕ ВЫРУЧКИ ОТ ПРОДАЖ.
PERF_12_2	Наша компания преуспела (по сравнению с другими компаниями в отрасли) в РОСТЕ ПРИБЫЛЬНОСТИ.

Код (имя) переменной	Метка переменной (вопрос в анкете)
PERF_12_3	Наша компания преуспела (по сравнению с другими компаниями в отрасли) в РОСТЕ ДОЛИ РЫНКА.
EN_KNOW_13_1	Я знаком с концепцией возобновляемых источников энергии
EN_KNOW_13_2	Я имею представление о ключевых методах энергосбережения в своей области
EN_KNOW_13_3	Я знаю основные принципы и положения стандарта ISO 50001:2011 "Система энергетического менеджмента"
ECOL_CONC_14_1	Наше предприятие готово платить немного больше за возобновляемые, экологически чистые источники энергии.
ECOL_CONC_14_2	Предприятие предпочитает использовать экологически чистые источники энергии (возобновляемые источники).
ECOL_CONC_14_3	Руководство предприятия осознает важность экологически чистых, возобновляемых источников энергии.
ECOL_PERF_15_1	Нам удалось значительно сократить объем вредных выбросов и отходов в прошлом году.
ECOL_PERF_15_2	Мы сэкономили за счет внедрения экологических мероприятий в прошлом году.
ECOL_PERF_15_3	Мы сократили потребление токсичных и опасных материалов для производства в прошлом году.
ECOL_PERF_15_4	Число происшествий с экологическими последствиями сократилось в прошлом году.
ECOL_PERF_15_5	Наблюдается улучшение экологической обстановки в районе, где находится наше предприятие.
COMMIT_16_1	Я ощущаю себя одним целым со своими коллегами, трудовым коллективом.
COMMIT_16_2	Мне ясна позиция руководства по поводу стратегии развития предприятия, и я с ней согласен (согласна).
COMMIT_16_3	Чувствую, что на предприятии я являюсь востребованным специалистом.
COMMIT_16_4	Я готов проявлять инициативу и участвовать в развитии предприятия.
EN_P_MOTIV_17_1	Повышение энергоэффективности необходимо нам обеспечения для успешной деятельности на международных рынках.
EN_P_MOTIV_17_2	Повышение энергоэффективности необходимо нам для проведения аккредитации внутренних систем управления.
EN_P_MOTIV_17_3	Повышение энергоэффективности необходимо нам для снижения экологических платежей и штрафов.
EN_P_MOTIV_17_4	Повышение энергоэффективности необходимо нам для привлечения большего количества акционерного капитала (акционеров).
EN_P_MOTIV_17_5	Повышение энергоэффективности необходимо нам для удовлетворения запросов высшего руководства (совета директоров).

Код (имя) переменной	Метка переменной (вопрос в анкете)
TECH_LEV_18	Оцените, пожалуйста, уровень технологического развития Вашей отрасли по сравнению с другими отраслями.
A_1_IND	Укажите, пожалуйста, к какой отрасли принадлежит Ваше предприятие.
A_2_POSIT	К какой категории персонала Вы принадлежите?
A_3_EMP	Какова приблизительная численность сотрудников на Вашем предприятии?
A_4_AGE	Укажите, пожалуйста, Ваш приблизительный возраст
A_6_GEND	Укажите, пожалуйста, Ваш пол
B_1_COMP_NAME	Укажите, пожалуйста, краткое название предприятия (или шифр)

Приложение Г. Описательные статистики по статистическим материалам второй главы

Таблица Г.1 – Описательные статистики по блоку анкеты «Барьеры энергоменеджмента»

Имя переменной	Мин	Макс	Средн	Средкв. отклон	Дисперс	Асимметрия		Эксцесс	
A_1_RES_1	1	5	3,47	1,259	1,584	-,435	,182	-,799	,362
A_1_RES_2	1	5	3,15	,969	,939	-,298	,182	-,292	,362
A_1_RES_3	1	5	3,81	,961	,924	-,843	,182	,796	,362
A_1_RES_4	1	5	3,33	1,102	1,215	-,164	,182	-,578	,362
A_1_RES_5	1	5	2,99	1,100	1,209	,074	,182	-,754	,362
A_1_RES_6	1	5	2,92	1,086	1,180	,104	,182	-,662	,362
A_1_RES_7	1	5	2,79	1,198	1,434	,181	,182	-,874	,362
A_2_PROB_1	1	5	3,02	1,008	1,016	-,045	,182	-,675	,362
A_2_PROB_2	1	5	3,81	1,134	1,285	-,652	,182	-,473	,362
A_2_PROB_3	1	5	2,99	,980	,960	-,269	,182	-,467	,362
A_2_PROB_4	1	5	3,11	,979	,959	,210	,182	-,614	,362
A_2_PROB_5	1	5	2,94	1,012	1,025	-,019	,182	-,728	,362
A_2_PROB_6	1	5	3,92	1,011	1,022	-,704	,182	-,012	,362
A_2_PROB_7	1	5	4,06	,990	,980	-,962	,182	,548	,362
A_3_BARI_1	1	4	2,67	1,102	1,215	-,297	,182	-1,230	,362
A_3_BARI_2	1	4	2,63	1,119	1,252	-,304	,182	-1,270	,362
A_3_BARI_3	1	4	2,57	,984	,969	-,206	,182	-,963	,362
A_3_BARI_4	1	4	2,60	1,081	1,169	-,060	,182	-1,277	,362
A_3_BARI_5	1	4	2,43	,996	,992	,100	,182	-1,028	,362
A_3_BARI_6	1	4	2,66	1,369	1,874	-,253	,182	-1,784	,362
A_3_BARI_7	1	4	2,56	1,193	1,423	-,108	,182	-1,512	,362
A_3_BARI_8	1	4	2,63	1,187	1,410	-,230	,182	-1,461	,362
A_3_BARI_9	1	4	2,31	1,272	1,618	,223	,182	-1,642	,362
A_3_BARI_10	1	4	2,37	1,243	1,545	,121	,182	-1,621	,362
A_3_BARI_11	1	4	2,42	1,163	1,352	,054	,182	-1,465	,362
A_3_BARI_12	1	4	2,57	1,266	1,602	-,166	,182	-1,641	,362
A_4_RESIS_1	1	5	2,75	1,034	1,068	,326	,182	-,470	,362
A_4_RESIS_2	1	5	2,99	1,036	1,073	,023	,182	-,626	,362
A_4_RESIS_3	1	5	2,99	1,047	1,096	,262	,182	-,462	,362
A_4_RESIS_4	1	5	2,33	,995	,989	,352	,182	-,607	,362
A_4_RESIS_5	1	5	3,08	1,223	1,497	-,002	,182	-1,130	,362
A_4_RESIS_6	1	5	3,64	1,167	1,362	-,517	,182	-,670	,362
A_4_RESIS_7	1	5	3,29	1,076	1,157	-,165	,182	-,486	,362
A_4_RESIS_8	1	5	3,43	1,173	1,376	-,375	,182	-,852	,362
A_4_RESIS_9	1	5	3,45	1,155	1,334	-,321	,182	-,718	,362
A_4_RESIS_10	1	5	3,45	1,135	1,288	-,296	,182	-,783	,362

Таблица Г.2 – Описательные статистики по блоку вопросов, использующихся при моделировании структурных уравнений

Имя переменной	Мин	Макс	Средн	Средкв. отклон	Дисперс	Асимметрия		Эксцесс	
METH_5_COR_1	1	7	4,43	1,401	1,964	-,297	,182	-,217	,362
METH_5_COR_2	1	7	4,29	1,451	2,106	-,051	,182	-,823	,362
METH_5_COR_3	1	7	4,21	1,430	2,045	-,335	,182	-,388	,362
ACT_6_1	0	1	,65	,478	,228	-,642	,182	-1,606	,362
ACT_6_2	0	1	,22	,419	,175	1,330	,182	-,233	,362
ACT_6_3	0	1	,43	,496	,246	,298	,182	-1,933	,362
ACT_6_4	0	1	,44	,498	,248	,251	,182	-1,959	,362
ACT_6_5	0	1	,25	,433	,187	1,182	,182	-,610	,362
ACT_6_6	0	1	,34	,474	,225	,695	,182	-1,534	,362
ACT_6_7	0	1	,64	,481	,232	-,590	,182	-1,670	,362
ACT_6_8	0	1	,43	,496	,246	,298	,182	-1,933	,362
ACT_6_9	0	1	,36	,481	,232	,590	,182	-1,670	,362
ACT_6_10	0	1	,48	,501	,251	,068	,182	-2,018	,362
ACT_6_11	0	1	,19	,394	,155	1,585	,182	,519	,362
ACT_6_12	0	1	,06	,231	,053	3,888	,182	13,263	,362
ACT_6_13	0	1	,17	,375	,141	1,786	,182	1,203	,362
ACT_6_14	0	1	,21	,411	,169	1,410	,182	-,011	,362
ACT_6_15	0	1	,07	,251	,063	3,480	,182	10,224	,362
ACT_6_16	0	1	,15	,354	,125	2,021	,182	2,110	,362
ACT_6_17	0	1	,10	,302	,091	2,669	,182	5,179	,362
ACT_6_18	0	1	,04	,208	,043	4,430	,182	17,827	,362
ACT_6_19	0	1	,02	,149	,022	6,499	,182	40,691	,362
EXTE_7_1	1	7	3,82	1,545	2,386	,287	,182	-,169	,362
EXTE_7_2	1	7	3,90	1,584	2,509	,065	,182	-,285	,362
EXTE_7_3	1	7	3,92	1,722	2,966	,110	,182	-,796	,362
EXTE_7_4	1	7	4,02	1,747	3,050	-,022	,182	-,918	,362
ENER_INT	1	7	5,00	1,816	3,299	-,572	,182	-,779	,362
EN_PERF_9_1	1	7	4,53	1,641	2,691	-,237	,182	-,839	,362
EN_PERF_9_2	1	7	4,10	1,727	2,984	-,065	,182	-1,055	,362
EN_PERF_9_3	1	7	3,39	1,630	2,658	,137	,182	-,876	,362
EN_PERF_9_4	1	7	3,66	1,746	3,050	,258	,182	-,783	,362
EN_CULT_10_1	1	6	3,09	1,665	2,772	,421	,182	-1,072	,362
EN_CULT_10_2	1	7	3,37	1,643	2,698	,564	,182	-,482	,362
EN_CULT_10_3	1	7	4,53	1,654	2,736	-,232	,182	-,597	,362
EN_CULT_10_4	1	7	3,16	1,611	2,597	,364	,182	-,690	,362
HRM_PR_11_1	1	7	3,27	1,596	2,548	,325	,182	-,834	,362
HRM_PR_11_2	1	7	3,00	1,804	3,254	,666	,182	-,654	,362
HRM_PR_11_3	1	7	2,91	1,644	2,704	,732	,182	-,220	,362
HRM_PR_11_4	1	7	2,88	1,561	2,437	,767	,182	-,029	,362
HRM_PR_11_5	1	6	2,65	1,548	2,398	,728	,182	-,464	,362
HRM_PR_11_6	1	7	2,88	1,733	3,002	,509	,182	-,938	,362

Имя переменной	Мин	Макс	Средн	Средкв. отклон	Дисперс	Асимметрия		Эксцесс	
PERF_12_1	1	7	3,90	1,766	3,120	-,056	,182	-,951	,362
PERF_12_2	1	7	3,97	1,756	3,084	-,125	,182	-,899	,362
PERF_12_3	1	7	4,19	1,822	3,319	-,276	,182	-,968	,362
EN_KNOW_13_1	1	7	4,31	1,887	3,561	-,147	,182	-1,178	,362
EN_KNOW_13_2	1	7	4,53	1,734	3,008	-,363	,182	-,962	,362
EN_KNOW_13_3	1	7	3,80	1,978	3,914	,099	,182	-1,242	,362
ECOL_CONC_14_1	1	7	3,01	1,594	2,542	,421	,182	-,791	,362
ECOL_CONC_14_2	1	7	3,26	1,704	2,905	,351	,182	-,804	,362
ECOL_CONC_14_3	1	7	4,15	1,893	3,583	-,304	,182	-1,074	,362
ECOL_PERF_15_1	1	7	3,87	1,793	3,213	-,069	,182	-,950	,362
ECOL_PERF_15_2	1	7	3,37	1,819	3,308	,290	,182	-,882	,362
ECOL_PERF_15_3	1	7	3,56	1,937	3,750	,344	,182	-,998	,362
ECOL_PERF_15_4	1	7	4,08	2,051	4,208	-,131	,182	-1,250	,362
ECOL_PERF_15_5	1	7	4,13	1,780	3,168	-,315	,182	-,691	,362
COMMIT_16_1	1	7	5,09	1,731	2,998	-,695	,182	-,295	,362
COMMIT_16_2	1	7	5,01	1,763	3,107	-,718	,182	-,405	,362
COMMIT_16_3	1	7	5,30	1,756	3,083	-1,06	,182	,299	,362
COMMIT_16_4	1	7	5,88	1,532	2,346	-1,69	,182	2,550	,362
EN_P_MOTIV_17_1	1	7	5,56	1,653	2,733	-1,12	,182	,534	,362
EN_P_MOTIV_17_2	1	7	4,83	1,793	3,214	-,541	,182	-,587	,362
EN_P_MOTIV_17_3	1	7	5,02	1,859	3,457	-,748	,182	-,568	,362
EN_P_MOTIV_17_4	1	7	4,52	1,773	3,144	-,336	,182	-,828	,362
EN_P_MOTIV_17_5	1	7	4,72	1,779	3,164	-,408	,182	-,739	,362
TECH_LEV_18	1	7	4,61	1,616	2,613	-,592	,182	-,079	,362

Таблица Г.3 – Описательные статистики по блоку контрольных вопросов

A_1_IND Отрасль промышленности			
Распределение по переменной	Частота	Проценты	Накопленный процент
Добыча полезных ископаемых, в т.ч. нефти и газа	28	15,7	15,7
Металлургия	94	52,8	68,5
Машиностроение	30	16,9	85,4
Сервисный сектор (в т.ч. продажи, обслуживание)	6	3,4	88,8
Строительство	8	4,5	93,3
Производство и распределение газа и воды	8	4,5	97,8
Другое	4	2,2	100,0
Всего	178	100,0	
A_2_POSIT Должность респондента			
	Частота	Проценты	Накопленный процент
Топ-менеджмент, владелец компании, индивидуальный предприниматель	6	3,4	3,4

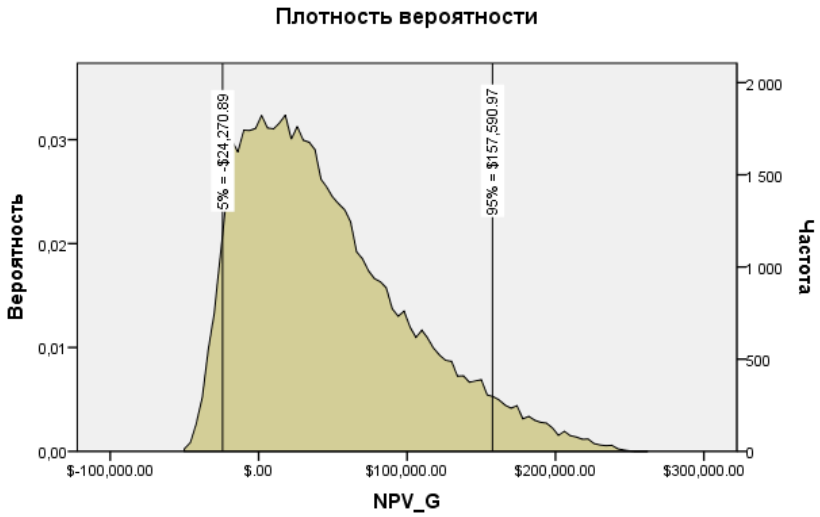
Менеджмент среднего звена и базового уровня	62	34,8	38,2
Рабочий, служащий	14	7,9	46,1
Специалист (инженер и т.п.)	96	53,9	100,0
Всего	178	100,0	
A_3_EMP Численность сотрудников на предприятии			
	Частота	Проценты	Накопленный процент
1-50	10	5,6	5,6
51-200	12	6,7	12,4
201-1000	50	28,1	40,4
Более 1000	106	59,6	100,0
Всего	178	100,0	
A_4_AGE Возраст респондента			
	Частота	Проценты	Накопленный процент
21-25 лет	2	1,1	1,1
26-35 лет	100	56,2	57,3
36-45 лет	54	30,3	87,6
46-55 лет	14	7,9	95,5
Более 55 лет	8	4,5	100,0
Всего	178	100,0	
A_6_GEND Пол респондента			
	Частота	Проценты	Накопленный процент
мужской	156	87,6	87,6
женский	22	12,4	100,0
Всего	178	100,0	

Приложение Д. Результаты имитационного моделирования по алгоритму, предложенному в третьей главе

Текст синтаксиса Д.1 – Исходный синтаксис для имитационной модели

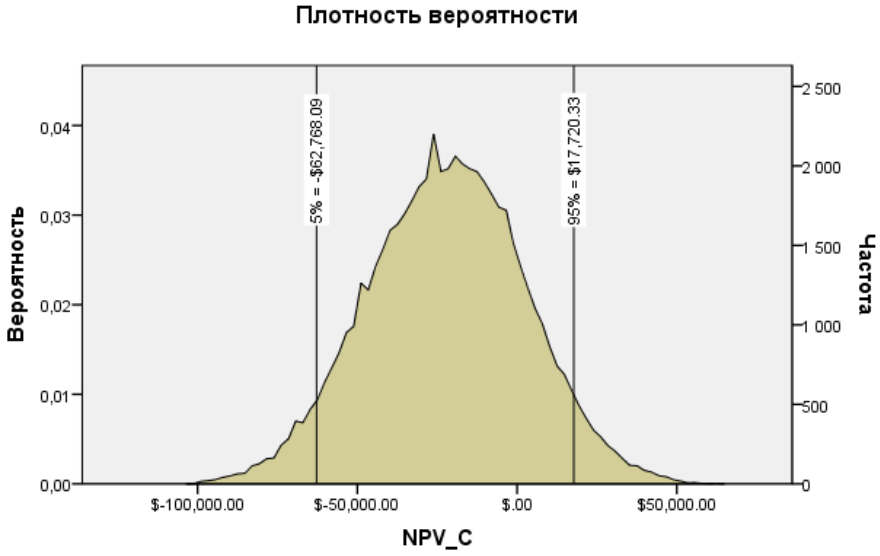
```
*Simulation preparation.
BEGIN EXPR
/OUTFILE PREPXML='*\SIMPREP_transformation.xml'.
NUMERIC a.
VARIABLE LEVEL a (SCALE).
NUMERIC C.
VARIABLE LEVEL C (SCALE).
NUMERIC De.
VARIABLE LEVEL De (SCALE).
NUMERIC E.
VARIABLE LEVEL E (SCALE).
NUMERIC Ke.
VARIABLE LEVEL Ke (SCALE).
NUMERIC R_f.
VARIABLE LEVEL R_f (SCALE).
NUMERIC NPV_G.
VARIABLE LEVEL NPV_G (SCALE).
NUMERIC NPV_C.
VARIABLE LEVEL NPV_C (SCALE).
NUMERIC NPV_E.
VARIABLE LEVEL NPV_E (SCALE).
COMPUTE NPV_G = ((1-De/100)*E*(1+a/100))/(1+R_f/100)-(1-Ke/100)*C+
((1-De/100)**2*E*(1+a/100)**2)/((1+R_f/100)**2)+
((1-De/100)**3*E*(1+a/100)**3)/((1+R_f/100)**3)+
((1-De/100)**4*E*(1+a/100)**4)/((1+R_f/100)**4)-
((Ke/100)*C)+
((De/100)*E*(1+a/100))/(1+R_f/100)+
((De/100)**2*E*(1+a/100)**2)/((1+R_f/100)**2)+
((De/100)**3*E*(1+a/100)**3)/((1+R_f/100)**3)+
((De/100)**4*E*(1+a/100)**4)/((1+R_f/100)**4).
COMPUTE NPV_C = ((1-De/100)*E*(1+a/100))/(1+R_f/100)-(1-Ke/100)*C+
((1-De/100)**2*E*(1+a/100)**2)/((1+R_f/100)**2)+
((1-De/100)**3*E*(1+a/100)**3)/((1+R_f/100)**3)+
((1-De/100)**4*E*(1+a/100)**4)/((1+R_f/100)**4).
COMPUTE NPV_E = ((Ke/100)*C)+
((De/100)*E*(1+a/100))/(1+R_f/100)+
((De/100)**2*E*(1+a/100)**2)/((1+R_f/100)**2)+
((De/100)**3*E*(1+a/100)**3)/((1+R_f/100)**3)+
((De/100)**4*E*(1+a/100)**4)/((1+R_f/100)**4).
END EXPR.
  SIMPLAN CREATE
```

```
 /MODEL FILE='*\SIMPREP_transformation.xml'  CUSTOM=YES
 /CONTINGENCY MULTIWAY=NO
 /TARGETOPTS  TARGET= NPV_G(FORMAT=DOLLAR,2) OUTPUT=YES
 /TARGETOPTS  TARGET= NPV_C(FORMAT=DOLLAR,2) OUTPUT=YES
 /TARGETOPTS  TARGET= NPV_E(FORMAT=DOLLAR,2) OUTPUT=YES
 /SIMINPUT INPUT=De(FORMAT=F,2) OUTPUT=YES TYPE=MANUAL(LOCK=YES) DISTRIBU-
TION=TRIANGULAR(MIN=50
    MAX=100 MODE=75 )
 /SIMINPUT INPUT=Ke(FORMAT=F,2) OUTPUT=YES TYPE=MANUAL(LOCK=YES) DISTRIBU-
TION=TRIANGULAR(MIN=50
    MAX=100 MODE=75 )
 /SIMINPUT INPUT=a(FORMAT=F,2) OUTPUT=YES TYPE=MANUAL(LOCK=YES) DISTRIBU-
TION=NORMAL(MEAN=-4
    STDDEV=2 ) MINVAL=-11.0 MAXVAL=4.0
 /FIXEDINPUT INPUT=C(FORMAT=DOLLAR,2) VALUE=315400 LOCK=NO
 /FIXEDINPUT INPUT=E(FORMAT=DOLLAR,2) VALUE=195400 LOCK=NO
 /FIXEDINPUT INPUT=R_f(FORMAT=F,2) VALUE=11 LOCK=NO
 /CORRELATIONS VARORDER=De Ke a  CORRMATRIX=1.0; 0.7, 1.0; 0.0, 0.0, 1.0 LOCK=NO
 /AUTOFIT NCASES=ALL FIT=AD BINS=100
 /STOPCRITERIA MAXCASES=100000 TARGET=NPV_G TYPE=MEAN(THRESH=1.00 UNIT=PERCENT CI-
LEVEL=95.00)
 /MISSING CLASSMISSING=EXCLUDE
 /PLAN FILE=simplan_266993 DISPLAY=YES.
```



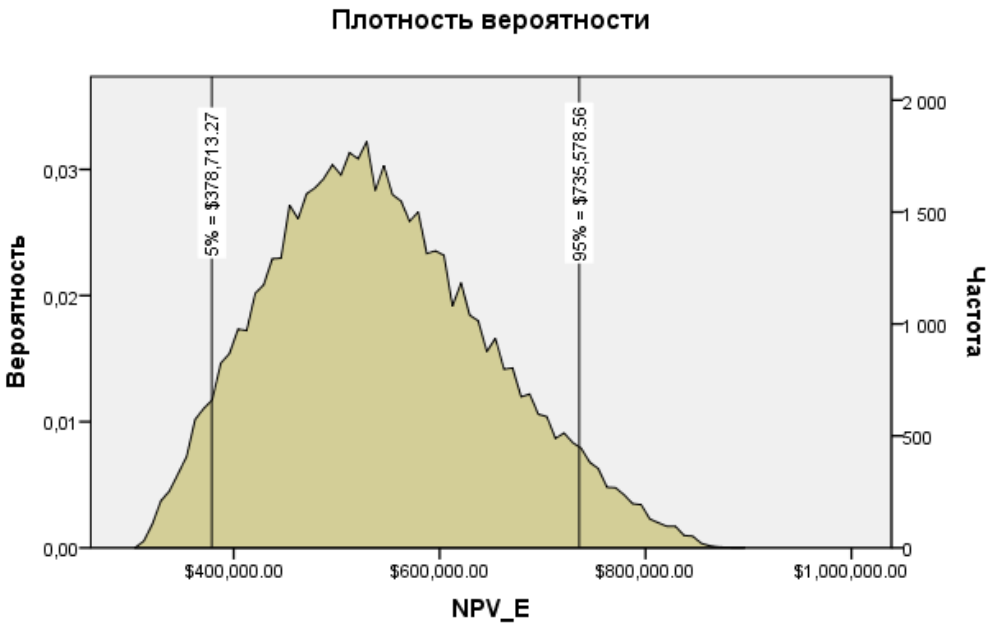
< -$24,270.89	-$24,270.89 - $157,590.97	> $157,590.97
5%	90%	5%

Рисунок Д.1 – Диаграмма плотности вероятности выходной переменной NPV_G



< -$62,768.09	-$62,768.09 - $17,720.33	> $17,720.33
5%	90%	5%

Рисунок Д.2 – Диаграмма плотности вероятности выходной переменной NPV_C



< $378,713.27	$378,713.27 - $735,578.56	> $735,578.56
5%	90%	5%

Рисунок Д.3 – Диаграмма плотности вероятности выходной переменной NPV_E

Таблица Д.1 – Анализ чувствительности имитационной модели по параметру ставки дисконтирования для проектов, рассмотренных в третьей главе (анализируемые переменные указаны в крайнем левом столбце)

R_f		Среднее	Стандартная отклонения	Медиана	Минимум	Максимум	95% Доверительный интервал для среднего		Процентили				
							Нижняя	Верхняя	5,0%	25,0%	50,0%	75,0%	95,0%
NPV_G	11,00	46356	55785	35209	-55136	294648	45892	46819	-23605	3045	35209	78729	156550
	13,00	34222	52664	23532	-63291	265443	33880	34565	-31738	-6557	23532	64668	138317
	15,00	22916	49443	12797	-70582	258700	22610	23222	-39160	-15329	12797	51520	120800
NPV_C	11,00	-21993	15829	-21689	-91527	47930	-22124	-21861	-48416	-32650	-21689	-10931	3030
	13,00	-23396	17764	-23149	-92313	51072	-23512	-23281	-53050	-35418	-23149	-11100	4858
	15,00	-24558	16886	-24266	-94926	51154	-24663	-24454	-52655	-36122	-24266	-12754	2410
NPV_E	11,00	68348	57427	60572	-67084	304084	67871	68825	-11214	24526	60572	103749	177084
	13,00	57619	55263	50257	-85638	286177	57260	57978	-19583	15968	50257	92381	161297
	15,00	47474	51002	40848	-85325	262804	47158	47790	-23613	8762	40848	79343	143827

Приложение Е. Акты об использовании результатов исследования