

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

Проблемы энергоэффективности наряду с повышением экологической безопасности производства и усилением социальной ответственности становятся центральным объектом исследований современной теории и практике управления промышленными предприятиями. Динамика внедрения проектов по повышению энергоэффективности в международных компаниях нарастает с каждым годом, распространяясь в такие области как проектирование энергоэффективных зданий и сооружений, элементов производственной инфраструктуры. Внедрение таких проектов также является приоритетным направлением деятельности и для российских компаний различных видов экономической деятельности.

Повышение актуальности энергосбережения и использования альтернативных источников энергии в связи с глобальными и локальными ресурсными кризисами привело к формированию развитой системы международной стандартизации в области энергоменеджмента, которая направлена на регламентирование и раскрытие содержания принципов построения энергоэффективных бизнес-процессов и выработку рациональной политики предприятий в области энергетического менеджмента. Подобная система стандартизации может считаться основой для осуществления стратегического энергоменеджмента на предприятиях, то есть интеграции и реализации энергоэффективных решений в существующую стратегию предприятий.

Актуальными остаются вопросы совершенствования универсальных принципов энергоэффективности в рамках отдельных производств и разработка инструментария экономического анализа энергетической инфраструктуры промышленных предприятий на основе балансового метода (составление энергетических балансов) с использованием различного рода коэффициентов и поиска новых способов работы с персоналом, формирования

профессиональных компетенций в области энергосбережения.

Степень разработанности проблемы.

Проблемам энергоэффективного функционирования производственных систем и использования энергетических ресурсов посвящены работы отечественных и зарубежных авторов: Б.Н. Абрамовича, Ю.Н. Сычева, А.А. Андрижевского, Т. Гулдбрансена Л.Д. Гительмана, Ю.Б. Ключева, В.А. Кокшарова, В.Р. Огорокова, Б.Е. Ратникова, О.А. Романовой, Дж. Кальса, Д. Хайда и др.

Большинство исследований российских авторов в области энергоменеджмента посвящено вопросам изучения региональных энергосистем и крупных монополий, например ОАО «РЖД» и управлением эффективностью работы энергетических компаний. При этом несколько меньшее число работ посвящено вопросам энергосбережения и управления энергоэффективностью на промышленных предприятиях с точки зрения построения систем менеджмента и совсем мало на малых и госбюджетных предприятиях, которые имеют годовые затраты на энергоресурсы около 50 млн. рублей. Одним из перспективных направлений в этой области наряду с управлением энергетической инфраструктурой является управление инновационной деятельностью и мотивацией персонала для целей энергосбережения. Подобные направления являются дополнительным резервом в повышении энергоэффективности и вместе с тем относятся к технологиям социально-трудового управления и накопления положительного человеческого капитала.

Сфера стратегического энергоменеджмента остается малоизученной, поскольку большинство вопросов решено в рамках международного стандарта по системам энергоменеджмента, который лишь регламентирует основные принципы организации бизнес-процессов энергопотребления и энергосбережения. Разработка системы энергоменеджмента на основе стандарта с учетом специфики той или иной компании зачастую не составляет трудностей. Между тем, потенциал стратегического энергоменеджмента может быть раскрыт через сферу управления человеческим капиталом предприятия за

счет привлечения интеллектуального и творческого потенциала сотрудников в решении задач энергосбережения.

Объектом исследования являются промышленные предприятия, обладающие потенциалом повышения энергоэффективности.

Предметом исследования является совокупность организационно - экономических и социально-трудовых отношений, возникающих в процессе управления энергопотреблением на промышленных предприятиях в долгосрочной перспективе на стратегическом уровне.

Целью исследования стала разработка теоретико-методического инструментария энергетического менеджмента на промышленных предприятиях, способствующего реализации принципов энергоэффективности на стратегическом уровне.

Поставленная цель исследования предопределила решение следующих задач:

1. Исследовать развитие концепции энергетического менеджмента в России и за рубежом на основе анализа российского и зарубежного опыта.

2. Определить подходы к стратегическому энергетическому менеджменту, стратегии энергосбережения и принципы, лежащие в их основе. Сформулировать особенности подходов для промышленных предприятий.

3. Проанализировать существующий уровень энергоэффективности на конкретном объекте исследования (ОАО «НИЗМК»), провести качественный анализ энергетической политики на основе построения организационного профиля предприятия.

4. Разработать стратегию энергетического менеджмента на основе модели мотивации и инвестирования в человеческий капитал сотрудников предприятия в целях повышения энергоэффективности производственных и непроизводственных подразделений.

5. Разработать рекомендации по формированию и развитию энергоэффективного человеческого капитала на промышленном предприятии.

Теоретико-методологической базой исследования послужили работы

зарубежных и российских исследователей в области энергетического менеджмента, материалы статистических исследований, международные и российские стандарты в области энергетической эффективности и энергоменеджмента..

Эмпирической базой исследования стали материалы внутренней отчетности ОАО «НИЗМК»: отчеты о проведении энергетического аудита, данные по энергетическим балансам отдельных производственных подразделений, инструкции и стратегические документы, энергетическая политика предприятия. В целях анализа системы энергоменеджмента был проведен опрос руководителей по рассмотренной в исследовании методике и построен специальный организационный профиль предприятия.

Практическая значимость исследования подтверждается определением набора практических рекомендаций по совершенствованию внутренней системы энергетического менеджмента в части энергоанализа, планирования ресурсов и управления энергоэффективным человеческим капиталом. В работе приведены показатели эффективности, которые могут дополнить существующую систему ключевых энергоиндикаторов и выявить роль человеческого капитала предприятия в энергосбережении.

Структура работы. Работа состоит из пяти глав, основное содержание изложено на 109 страницах, основной текст, включает в себя 10 рисунков, 8 таблиц.

1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ НА СТРАТЕГИЧЕСКОМ УРОВНЕ.

1.1. Развитие концепции энергетического менеджмента в зарубежной и российской управленческой и экономической мысли.

Серьезным толчком к развитию технологий энергетического менеджмента являются различного рода кризисы, обостряющие проблемы конкурентоспособности и возникающие в результате противоречий в реализации этапов экономического цикла: в области производства, распределения или потребления энергетических ресурсов. Одним из наиболее значимых факторов, обусловивших переход к современному этапу развития системных подходов к энергосбережению, явился энергетический кризис 1970-х годов, спровоцировавший рост цен на энергоносители и естественным образом увеличивший темпы инфляции. Страны ОПЕК, обеспечив за счет политических и экономических механизмов устойчивое влияние на международной арене, объявило эмбарго на поставку топливных ресурсов ряду стран, вовлеченных в глобальный политический конфликт [1]. Макроэкономическим эффектом энергетического кризиса стало замедление роста экономической активности в развитых странах и массовое распространение энергосберегающих технологий. Последние являются одним из важнейших инструментов повышения конкурентоспособности промышленной продукции.

В результате сложившегося кризиса правительства некоторых развитых стран (Германия, США, Япония) к концу 1970-х годов стали внедрять правовые механизмы стимулирования энергосбережения на национальном уровне,

способствуя возникновению отдельных, спонтанных инициатив в области управления потреблением энергетическими ресурсами. К этому периоду следует отнести и формирование первоначальных концепций управления энергоэффективностью в сопряжении с экологическими проблемами регионов мира, где сконцентрировано промышленное производство. В их основу легли принципы сбережения энергетических ресурсов, ставшие актуальными в связи с глобальными климатическими изменениями. Обращение компаний к концепции энергетического менеджмента, таким образом, связано с возникшей острой потребностью экономии ресурсов, сокращения косвенных затрат на производство и сокращения уровня загрязнения окружающей среды. Энергетический менеджмент на промышленных предприятиях тесно связан с другими видами менеджмента: управлением производственными процессами, производственной логистикой, экологическим менеджментом и управлением человеческими ресурсами.

Оценка потенциала энергосбережения в промышленности, как в развитых, так и в развивающихся странах может стать основой для выработки эффективной энергетической политики на уровне регионов и отдельных предприятий. Очевидно, что подобную оценку необходимо начинать с анализа направлений и структуры потребления энергии. Общий уровень энергопотребления в промышленном производстве в мире по различным оценкам в ближайшие годы (до 2050 года) возрастет на 75% от уровня 2012 года (3 115 млн. тонн нефтяного эквивалента - Mtoe) и составит порядка 5 300 Mtoe. Порядка 20 % всего потребления энергетических ресурсов промышленными предприятиями в мире приходится на электрическую энергию, причем в прогнозируемой перспективе до 2050 года ее доля в общей структуре энергопотребления возрастет до 25-27% в общем объеме потребления, сократив относительные расходы нефти и нефтепродуктов, а также ископаемых углей. Реализация глобального энергоэффективного сценария предполагает также использование биомассы и отходов различных видов в качестве альтернативных энергетических источников (от 9 до 15% всей

энергии к 2050 году).

Европейская промышленность ежегодно потребляет порядка 440 Мтое энергии, что составляет 15 % от общемирового потребления. Основными энергетическими ресурсами, составляющими основу промышленного потребления, являются нефть и газ, при этом на электрическую энергию приходится порядка 41 % всего потребления стран ОЭСР (в 2007 году). Для сокращения эмиссии диоксида углерода (ДУ) на 75 % от текущего уровня европейской промышленности необходимо инвестировать около 7,1 трлн. долл., наибольшие затраты приходятся на транспортный сектор (все виды транспорта в промышленности) и развитие энергосберегающих технологий в области транспортной инфраструктуры. Технологическими направлениями совершенствования являются улучшение параметров использования ископаемого топлива, внедрение систем улавливания и хранения ДУ, продолжение исследований в области снижения затрат на альтернативные источники энергии, проектирования и внедрения интеллектуальных энергетических систем (smart grid).

Практика управления энергетическими системами в США показывает, что в промышленности выработаны уникальные направления повышения энергоэффективности. Например, целевыми направлениями инвестиционной политики является создание энергоэффективных рабочих мест с высокими экологическими показателями и модернизация энергетических установок на региональном уровне. Общее энергопотребление в США приближается к европейскому уровню, промышленность страны является третьей в мире по энергоемкости. Исследователи отмечают, что США ввиду географической позиции обладает значительным потенциалом использования альтернативных видов энергии, особенно - солнечной, в том числе и для обеспечения энергопотребления промышленности, посредством строительства заводов по всей территории.

Общий анализ показывает, что в целом мировое промышленное производство обладает значительным потенциалом энергосбережения и в

современных условиях: в макроэкономическом масштабе с учетом лучших доступных технологий (ЛДТ) около 40 % данного потенциала приходится на черную и цветную металлургию, при этом потенциал снижения эмиссии ДУ также высок и приближается к 36 % [2].

Проблемы становления энергоменеджмента на российских промышленных предприятиях всецело связаны с особенностями современного этапа социально-экономического развития, характеризующимся формированием частной собственности в промышленном секторе и переходом на децентрализованное планирование. Некоторые авторы полагают, что возникший энергетический кризис отрицательно повлиял на процессы формирования внутренних подходов к энергосбережению, открыв экспортные каналы для местных энергоносителей [1]. Ряд исследователей отмечает, что актуализация проблем энергосбережения в России связана с переходом к рыночной экономике в начале 1990-х годов: цены на энергоресурсы в децентрализованной системе промышленного производства по естественным причинам возросли в среднем на 15-20 процентных пункта (п.п.) при сохранении общего уровня энергоемкости промышленной продукции [3].

В макроэкономическом масштабе рост цен на энергетические ресурсы стимулирует привлечение инвестиций в альтернативные источники энергии, но вместе с тем он замедляет основные индикаторы социально-экономического развития. Удельная стоимость энергетических ресурсов для промышленных предприятий оказывается меньшей, чем для населения, поскольку промышленная группа потребителей расходует их наиболее эффективно, с наименьшими потерями. Между тем, энергетические затраты являются одним из значимых инфляционных факторов, поскольку повышение их стоимости в 2 раза вызывает рост цен потребительских и промышленных товаров на 15-20 %. Предполагается, что современная государственная тарифная политика должна способствовать развитию локальных систем энергетического менеджмента на промышленных предприятиях, актуализируя вопросы энергосбережения.

Особенности развития российской энергетической инфраструктуры

определили также и инвестиционную политику: в течение 1990-х инвестиций в энергетическую сферу было едва достаточно для поддержания ее технического состояния, между тем, большинство оборудования безнадежно морально устарело уже в начале 2000-х. Последнее касается, главным образом, информационно-технического и мониторингового обеспечения, поддерживающего анализ текущего и перспективного состояния элементов энергоструктуры. Вследствие этого отдельные производители на рынке работают с низкой эффективностью, а их тарифы в международном сравнении неконкурентоспособны.

Одним из основных стимулов к внедрению и развитию систем энергетического менеджмента в новейшей истории России стало вступление в Всемирную торговую организацию (ВТО), еще раз подчеркнувшее низкую конкурентоспособность национальных товаров на международных рынках ввиду низкой энергоэффективности промышленных производств. Присоединению России к ВТО предшествовал ряд федеральных законодательных актов, отражающих государственную позицию в области улучшения энергетических и экологических аспектов Российской экономики. [4] В современный период действует федеральная программа по энергосбережению до 2020 года, призванная по сути снизить энергоемкость ВВП России на 13,5 % [1].

К фундаментальным проблемам внедрения систем энергетического менеджмента в России относятся недостаточное понимание руководством компаний важности разработки энергетической политики, границ ответственности в области ее реализации и нечеткость документационного обеспечения управления. Указанные противоречия приводят к низкой эффективности организации систем энергоменеджмента и несовершенству практических подходов к энергетическому планированию, отсутствию надежных и достоверных данных о расходовании топливно-энергетических ресурсов. Транспарентное распределение зон ответственности за энергоэффективность в каждом производственном подразделении призвано

решить оперативные, а отчасти и стратегические задачи энергосбережения. Письменная фиксация всех полномочий и обязанностей специалистов в области энергетики на предприятии позволит включить их в систему мониторинга результативности энергетической политики и определить действенные методы мотивации [5].

Из проведенного теоретического анализа становится ясно, что энергоменеджмент является одной из разновидностей функциональных направлений в управлении предприятием, связанным как с вспомогательными, так и с основными бизнес-процессами. Он представляет собой деятельность по планированию, организации, контролю использования энергетических ресурсов предприятия и мотивации энергосбережения на основе построения системы взаимодействующих элементов энергетической инфраструктуры и персонала предприятия.

Управление энергетической системой как основная задача энергоменеджмента должно быть ориентировано, прежде всего, на интеграцию принципов энергоэффективности в существующую стратегию предприятия наряду с оптимизацией бизнес-процессов, направленных на энергосбережение и осуществлением инвестиций в человеческий капитал. В общем смысле энергоэффективность представляет собой количественное отношение результата, полученного от использования энергии к затратам энергетических ресурсов. Традиционный подход к интеллектуализации энергосистем, основанный исключительно на внедрении более совершенных, энергоэффективных технологий выглядит на этом фоне достаточно ограниченным [6].

Практика управления показывает, что основными направлениями деятельности предприятий в области энергетического менеджмента является формирование топливно-энергетического баланса (ТЭБ) как инструмента планирования и контроля, а также прогнозирование изменения в связи с изменением условий хозяйствования. В целях достижения запланированных показателей предприятиям необходимо также применять динамические методы

анализа энергопотребления, позволяющие отследить негативные тенденции и устранить их в процессе реализации стратегии энергопотребления. Устранение подобного дисбаланса в управлении, в том числе на основе применения международных стандартов, является перспективным направлением деятельности.

Во-первых, необходимо учитывать источники резервов энергосбережения, относящихся к технологической сфере, управлению человеческими ресурсами (мотивация энергосбережения), к сфере экологических решений в производственном процессе и т.п. На предприятии также необходимо осваивать конкретные методики поисков резервов энергосбережения, в частности, за счет активизации внутреннего человеческого капитала предприятия: внедрения принципов энергоменеджмента в процессы обучения, мотивации и развития сотрудников. Крупные источники энергопотребления определяются исходя из текущих и долгосрочных планов расхода топливно-энергетических ресурсов всех видов. Ввиду нестабильности цен на ключевые энергоносители к ним, прежде всего, относят технологическое топливо (нефть, мазут и газ).

Во-вторых, важно определить общую структуру энергопотребления, направления и эффективность использования энергии в целях последующего выделения узких мест и проблем, поиска причин их возникновения. Определение общей структуры энергопотребления начинается с определения основных элементов энергодисбаланса, источников потерь различных видов топливно-энергетических ресурсов (по источникам - производственно-технологические, потери из-за неиспользования мощностей и т.п.). Потери определяются неэффективностью отдельных технологических процессов (износ оборудования, устаревание технологии), а также отсутствием рациональных подходов к организации работ в энергоемком производстве (низкое внимание к проблемам энергосбережения, отсутствие компетенций у промышленного персонала).

В третьих, проблемы энергоменеджмента должны быть выдвинуты на

уровень стратегического анализа внутренней и внешней среды для поиска фундаментальных проблем энергосбережения на предприятии, относящихся к инфраструктуре, принципам работы, общим технологическим процессам на предприятии. Фундаментальные проблемы являются основой для разработки долгосрочных инвестиционных планов на предприятии, которые характеризуются большими сроками окупаемости и значительными объемами привлекаемых инвестиций в основной капитал. Основными направлениями инвестиций являются вложения в развитие инфраструктуры (транспортной, коммуникационной, технической) и в человеческий капитал работников.

В четвертых, в целях совершенствования системы энергоменеджмента, необходимо развивать внутренние научно-технические и организационно-управленческие структуры, отвечающие не только за конечное использование энергии и его эффективность, но и за планирование инновационных решений в энергосбережении.

Реализация отдельных направлений в области энергосбережения с течением времени стала обретать в большинстве промышленно развитых стран системный характер и в результате оформилась в рамках международной инициативы по энергоменеджменту, закреплённой в международном стандарте. Системное представление об энергоменеджменте предполагает наличие ряда взаимодействующих элементов, которые в совокупности позволяют получить качественно новые результаты в управлении энергосбережением. Таким образом, современный энергоменеджмент является продолжением более ранней концепции энергосбережения.

Система энергетического менеджмента предприятия состоит из ряда элементов, которые относятся к управлению производством и его организации, внутрипроизводственной логистике, приобретению энергии из внешних источников, производству энергии на основе внутренних мощностей и обслуживанию энергетического хозяйства. Все данные элементы находятся в тесной взаимосвязи и координируются посредством стратегического управления и управления человеческими ресурсами.

Организация производства в системе энергоменеджмента отражает особенности функционирования существующей энергетической инфраструктуры и особенно энергопотребления. Функцией энергоменеджмента в данной области является координация организационного пространства и поддержка работоспособного состояния, модернизация инфраструктуры.

Транспортная инфраструктура включает в себя элементы, обеспечивающие энергии и энергоносителей конкретному потребителю в производственной системе - это электрические сети, газопроводы и т.п., они обеспечивают транспорт материальных потоков. Инженерная инфраструктура включает в себя основное энергетическое оборудование, насосное оборудование, то есть аппаратное обеспечение, предназначенное для преобразования и распределения энергии и энергоносителей. Контрольно-информационная инфраструктура включает в себя контрольные и измерительные приборы, автоматизированные системы учета и контроля энергопотребления и т.п.

Внутрипроизводственная логистика в системе энергоменеджмента направлена на оптимизацию путей внутреннего перемещения материальных объектов: продуктов, полуфабрикатов и т.п. в целях экономии энергоресурсов. Объектами оптимизации являются расстояние транспортировки и удельное энергопотребление на каждую единицу расстояния. В целях управления транспортной энергоэффективностью на предприятиях составляется транспортный энергобаланс, который является одним из элементов энергетического базиса (базовой линии) предприятия.

Приобретение сторонних энергетических ресурсов и генерация энергии за счет внутренних источников находится под влиянием закупочных цен. Процессы приобретения включают поиск наиболее выгодных условий поставки ресурсов, оптимизацию размеров закупки энергоносителей (внешняя логистика) и организацию хранения запасов топливно-энергетических ресурсов на предприятии. Последнее осуществляется на основе математического моделирования, определения оптимального объема закупки ресурса с учетом

динамики его текущего потребления (например, с помощью формулы Уилсона), другие методы закупочной логистики также помогают определить сроки поставки энергоресурсов в зависимости от условий его хранения.

Обслуживание энергетического хозяйства в системе энергоменеджмента представляет собой совокупность административных и технических действий, способствующих поддержанию основного энергетического оборудования в работоспособном состоянии. Данное направление включает мониторинг текущего состояния энергетической инфраструктуры, составления календарных планов и графиков ремонтов оборудования, экономический анализ износа основных производственных фондов энергетического хозяйства. Физический износ, определяемый достижением окончания срока полезного использования и интенсивностью производства, может быть определен на основе показателя накопленной амортизации по определенным группам оборудования. Моральный износ определяется на основе качественной оценке технологий с учетом ЛДТ и должен иметь специализированное техническое обоснование.

Особую роль в системе энергоменеджмента играет персонал предприятия, который определяет энергоэффективные инициативы и является основой для формирования внутренней базы знаний энергоменеджмента, а также выполняет инновационную функцию. Для улучшения эффективности работы в области энергосбережения предприятия ведут многоступенчатую подготовку специалистов, используют внешние интеллектуальные ресурсы в виде энергетического консалтинга, разработки концептуальной и технологической части проектов по модернизации энергетического хозяйства. Образование специалистов в области энергоменеджмента может быть междисциплинарным, поскольку технические мероприятия должны быть обоснованы с точки зрения отдельных экономических эффектов.

Все указанные элементы системы энергоменеджмента составляют основу формирования *энергоэффективности* промышленного предприятия, ее контроль достигается за счет управления энергопотребления и регулярного

проведения аудита. Последний представляет собой программный сбор и анализ информации по источникам, потребителям энергии, способам ее преобразования, уровне возвратных и безвозвратных ее потерь. Основой аудита становится установление количественных и качественных значений критериев, отраженных в системе стандартов энергетического менеджмента. Аудит позволяет эффективно снизить энергозатраты в краткосрочном периоде, отразить результативность работы центров ответственности и т.п. [7].

Среди факторов, относящихся к человеческим ресурсам, особая роль принадлежит *энергоменеджерам*, которые являются не только координаторами процессов энергосбережения, но и агентами организационных изменений и преобразований. Данный тип менеджера также должен обладать междисциплинарным образованием, сочетая в себе компетенции в области технологических особенностей производства с навыками применения организационно-экономических инструментов энергетического планирования и контроля. Энергоменеджер также должен иметь опыт работы с конкретными проектами и навыки организации коллектива технических и экономических специалистов в единую команду энергетического менеджмента.

Важной задачей энергоменеджера является не только организация работы всей системы энергетического менеджмента, но и управление преобразованиями и преодоления сопротивления изменениям. Поэтому значимым условием работы подобного специалиста на предприятии является знание механизмов функционирования организации с учетом особенностей конкретного производства и сложившихся отношений в существующем трудовом коллективе. Энергоменеджер вовлекается во все направления деятельности, начиная с разработки энергетической политики и стратегии, заканчивая конкретными проектами по внедрению технологических решений в отдельных подразделениях, направленных на энергосбережение. Выработка энергетической политики сопряжена с изучением взаимосвязи между формированием затрат и резервами энергосбережения, между распределением энергоресурсов и обеспечением источников их потребления.

К непосредственным компетенциям управленцев в сфере менеджмента энергетических ресурсов также относится работа с персоналом, выработка эффективной системы учета предложений сотрудников в области энергосбережения, понимание роли сотрудников различных категорий в экономии энергии, как на производстве, так и в административных и хозяйственных сферах деятельности. Все данные направления отражают значимую социальную функцию энергоменеджера, реализация которой играет существенную вспомогательную роль в его повседневной работе [7].

1.2. Сущность стратегического управления энергоэффективностью, типология стратегий энергосбережения и условия их выбора.

Сфера стратегического управления энергоэффективностью и энергосбережением является связующим звеном между национальной региональной энергетической политикой и локальными системами энергоменеджмента на предприятиях. Именно поэтому важнейшим критерием реализации процессов стратегического менеджмента в области планирования, организации потребления и контроля энергоресурсов является сбалансированный анализ внутренней и внешней среды. Среди факторов внешней среды большую значимость играют ценовая политика региональных энергетических компаний, поставщиков электрической энергии, динамика цен на основные промышленные энергоносители, такие как нефть и ее продукты, газ и уголь [8].

Внешняя среда также формирует лучшие практики энергосбережения, которые способствуют продвижению ЛДТ и поддержанию высоких стандартов энергетической и экологической безопасности на отраслевом уровне. Технологии энергосбережения, вошедшие в лучшие практики в современный период, относятся к энергоэффективности зданий (уменьшение теплопотерь, регенерация тепла, отпускаемого на обогрев зданий), построению эффективной

транспортной инфраструктуры, обеспечивающей снижение потерь и т.п. Соответственно, стратегический анализ внешней среды должен также включать обзор лучших практик управления, оценку потенциала их применения на предприятии и отбор ЛДТ. Стратегическое управление энергоэффективностью характеризуется ориентацией на долгосрочную перспективу, учитывая отдельные инвестиционные приоритеты предприятия. Долгосрочная политика предполагает выработку определенных типов системных действий на изменение внешней и внутренней среды, которые зафиксированы в стратегиях. Как правило, они преследуют одну общую, реальную и измеримую цель, которая, по мнению руководства, ведет предприятие к успеху в области энергоменеджмента. Стратегия также может быть представлена в качестве принципа, на который необходимо ориентироваться при организации и контролю эффективности отдельных бизнес-процессов.

Процесс стратегического управления начинается с выработки принципов, которые заданы существующими условиями внешней и внутренней среды: уровнем технологического развития отрасли, стандартов энергоэффективности, государственной политикой на региональном и федеральном уровнях и т.п. (рисунок 1.1). Принципы стратегического управления энергоэффективностью опираются на используемые подходы к энергетическому менеджменту, важнейшими из которых являются технократический, системный и инновационный. Данные подходы выделены нами для обобщения опыта использования систем энергоменеджмента на предприятиях различного технологического уровня и различной степени инновационной активности.

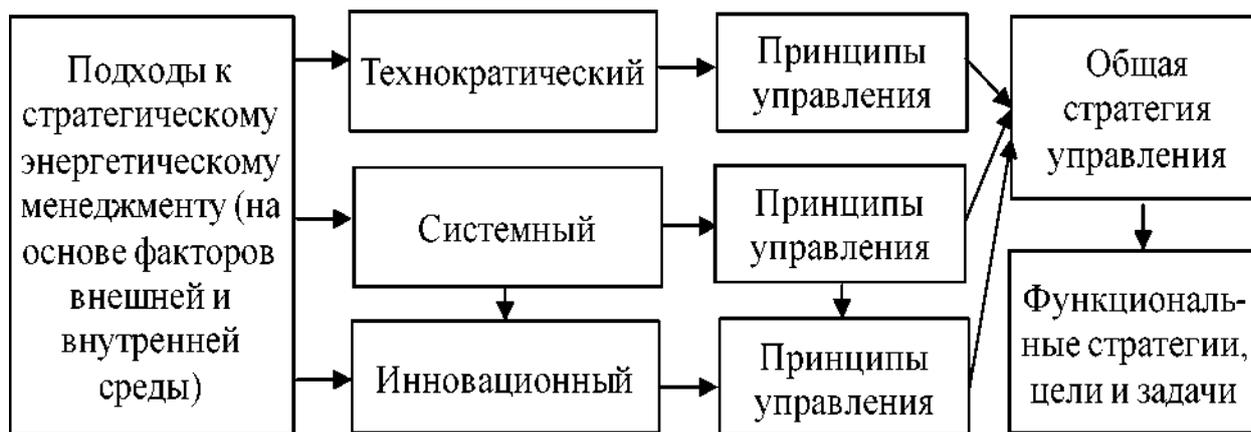


Рисунок 1.1 - Процесс стратегического энергоменеджмента на предприятии

Технократический подход был весьма распространен на протяжении последних десятилетий, он характеризуется ориентацией системы энергетического менеджмента на развитие, организацию работы и контроль энергетической инфраструктуры предприятия, ее технологических параметров, циклов энергопотребления в привязке к основному производственному оборудованию. В рамках данного подхода приоритетным является планирование расхода энергоресурсов, а потенциал энергосбережения всецело относится к области технических решений в производстве. Особенности технократического подхода является отсутствие должного внимания к человеческим ресурсам как важнейшему источнику профессиональных компетенций и инициативы в области энергоэффективности.

Системный подход в стратегическом энергоменеджменте преодолевает часть недостатков предыдущего подхода, в частности, в за счет построения единой системы энергоменеджмента. При системном подходе исчезает узкий взгляд на проблему потенциала энергосбережения, проблемы использования энергетических ресурсов в производстве. Системный подход начинается с разработки энергетической политики, представляющей собой официальную позицию руководства по поводу энергетической результативности предприятия. Энергетическая политика является основой при выборе стратегии и постановке целей и задач для отдельных подразделений предприятия.

Политика, таким образом, определяет состав и содержание планов предприятия, порядок и приоритеты во внедрении и функционировании элементов системы энергетического менеджмента. Функции контроля, мониторинга и проверки сохраняется на всех этапах цикла управления энергоэффективностью, они характерны как для технократического, так и для системного подхода.

Инновационный подход характерен для ряда предприятий, у которых разработка проблем энергосбережения является одним из основных видов деятельности. Инновационный подход является преемником и логичным продолжением системного подхода, его особенностью является формирование технологических и управленческих инновационных решений в области энергоменеджмента за счет внутренних интеллектуальных ресурсов. Уровень новизны предлагаемых решений может быть различным, однако общей идеей является использование внутреннего творческого потенциала сотрудников предприятия, которые, возможно, выделены в отдельное производственное или вспомогательное подразделение. Инновационный подход позволяет найти комплексный подход к энергетической и экологической безопасности на предприятии, основанный на внутренних инновационных решениях.

Идентификация подхода к энергоменеджменту на предприятии является важнейшим этапом стратегического управления. Невозможно точно сказать, что при равных условиях какой-либо из подходов имеет только положительное или отрицательное значение, главное, чтобы каждый из них вносил вклад в повышение общей конкурентоспособности предприятия и повышения энергетической эффективности.

Формирование принципов энергетического менеджмента, которые составляют основу процесса стратегического управления, происходит с использованием следующих источников информации :

- международные, национальные и региональные стандарты;
- научно-исследовательская литература, материалы официальной печати, отчеты по исследования и прикладным разработкам;

- формализованный и осмысленный опыт использования альтернативных источников энергии в промышленном производстве;

- государственное законодательство в области регулирования энергопотребления и стимулирования энергосбережения в промышленности.

Процесс управления энергопотреблением не является одномоментным, поэтому его невозможно рассматривать в отрыве от протяженности во времени. В связи с этим подход к управлению энергопотреблением должен учитывать свойство протяженности, отсюда возникает понятие стратегии энергетического менеджмента. Существует множество определений стратегии, например, с точки зрения исследования операций - это способ использования средств и ресурсов, направленный на достижение цели операции, а в экономическом смысле - это план действий в условиях неопределенности, набор правил, согласно которым предпринимаемые действия должны зависеть от обстоятельств, включая естественные события и действия других людей [9].

Общая стратегия развития компании должна, так или иначе, включать долгосрочную стратегию энергетического менеджмента. Эта стратегия может, в том числе, ставить целью увеличение доли энергии, получаемой из возобновляемых источников, в общем объеме потребления. Кроме того, ей определяются критерии для принятия решений относительно инвестиций в этой сфере, такие как ожидаемая прибыльность. Создание стратегии энергопотребления помогает предприятию избежать рисков и получить конкурентное преимущество относительно других компаний, представляющих свою продукцию или услуги на рынке. Немецкий исследователь Й. Кальс в своей работе выделяет следующие типовые стратегии энергопотребления, которые могут быть применены для стратегического моделирования:

Пассивная стратегия. В условиях подобной стратегии отсутствует систематическое планирование, а управление энергопотреблением не рассматривается в качестве отдельного объекта воздействия. Задачи выработки энергетической политики и применения международных стандартов

энергетического менеджмента не являются актуальными для

предприятия, а скорее являются вспомогательными при поиске путей выживания предприятия в условиях повышенной конкуренции.

Стратегия максимизации прибыли в краткосрочном периоде. Руководство обращается исключительно к мерам с относительно небольшим сроком окупаемости и высокой отдачей. Оно ориентируется на уже показавшие свою эффективность решения, которые являются в большей степени стандартизированными и проверенными, а их внедрение в организацию не приносит дополнительных затруднений со стороны дополнительного обучения сотрудников, повышения эффективности внедрения новых технологий и т.п. Меры с низкой прибыльностью не рассматриваются.

Стратегия максимизации прибыли в долгосрочном периоде. Эта стратегия предполагает серьезное понимание рынка цен на энергоносители и развития технологий, руководство принимает во внимание проекты с большими сроками

окупаемости инвестиций. Соответствующие меры (например, внедрение новых электрических станций или теплообменников) могут иметь сроки реализации в несколько десятилетий. Кроме того, они могут способствовать улучшению имиджа компании в рамках концепции социальной ответственности и повышению мотивации персонала.

Стратегия реализации всех инвестиционной привлекательных мер. Полагает целью применение всех возможных мер в сфере оптимизации энергопотребления, имеющих положительный экономический эффект как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

Максимальная стратегия. Предполагает, что даже цели компании могут претерпевать изменения в интересах охраны климата. Компании, использующие подобные стратегии активно присоединяются как к прикладным исследованиям в области энергоэффективности, имеющим большой срок окупаемости, так и к фундаментальным исследованиям, например, в области альтернативной энергетики. Последнее сводится к переводу исследований из разряда фундаментальных в категорию прикладных, то есть поиск путей

воплощения альтернативных технологий в реальном промышленном производстве и доведение их до уровня положительной экономической эффективности. Прикладные исследования проводятся как за счет ресурсов компании, так и вследствие объединения ресурсного потенциала отдельных компаний и научно-исследовательских организаций различного уровня. В российской практике речь идет, прежде всего, об организации взаимовыгодного сотрудничества с различными государственными научными и исследовательскими учреждениями [10].

С точки зрения рационального в экономическом смысле собственника, выбор стратегии можно представить как решение оптимизационной задачи о максимизации прибыли (в краткосрочном или долгосрочном периоде, в зависимости от его предпочтений) с учетом ограничений, накладываемых законодательством всех уровней (международный, федеральный, региональный и местный). Исходными условиями для решения стратегической оптимизационной задачи могут стать текущие условия, сложившиеся не только во внешней среде, но и внутри предприятия, связанные с эффективностью отдельных бизнес-процессов, направленных на стимулирование энергосбережения.

Базовая модель, рассматриваемая в задаче, помимо планируемого развития предприятия в общем, должна учитывать инвестиционные расходы на мероприятия, направленные на повышение энергетической эффективности, полезный эффект от вложений, прогнозы цен на энергетические ресурсы, параметры финансового рычага при обосновании источников финансирования, продукцию предприятия.

Таким образом, подобную модель разумно представить в виде дисконтированных денежных потоков на базе спрогнозированных значений ключевых факторов (экономия ресурсов, отдача от инновационных решений и т.п.). Поскольку такой расчет опирается на прогнозы, обоснованным представляется использование набора сценариев. В расширенной версии модели полезно обеспечить учет таких факторов, как социальная

ответственность, репутация, удовлетворенность персонала деятельностью компании на стратегическом уровне, иные мотивы, например, правила компании, разработанные на добровольной основе и не имеющие отношение к сфере энергопотребления, не связанные с понуждающим действием закона.

Кроме общих стратегий энергетического менеджмента можно также выделить *функциональные стратегии*, которые относятся к конкретным этапам цикла стратегического энергетического менеджмента. Среди подобных стратегий определяется стратегия приобретения энергетических ресурсов, инвестиционная стратегия и стратегия стимулирования и обучения персонала. Стратегия приобретения предполагает выработку решений в области покупки ресурсов извне: оценку возможных альтернатив приобретения, оптимизацию цены и условий поставки согласно заданной целевой функции. Инвестиционная стратегия тесно сопряжена со стратегией стимулирования и обучения, поскольку инвестиции в технические решения по энергосбережению требуют дополнительного обучения персонала. Целью обучения является формирование профессиональных и культурных компетенций в области энергоменеджмента, оно основано на рекомендациях и советах по оптимизации энергопотребления, актуальных для всех уровней и подразделений организации.

Инвестиционная стратегия энергетического менеджмента, прежде всего, отражает инвестиционные приоритеты, состав и сбалансированность портфеля инвестиционных решений в технической сфере. Сбалансированность достигается за счет оптимального учета показателей экономической эффективности каждого из планируемых мероприятий: уровень капитальных вложений, доходности и рентабельности, срока окупаемости и т.п. Инвестиционная стратегия первоначально разрабатывается на базе имеющихся финансовых ресурсов, энергетической инфраструктуры и уровня технологического развития производства. Например, приоритетным направлением инвестиционной стратегии в краткосрочном периоде может стать внедрение системы мониторинга энергоэффективности (со сроком окупаемости в пределах 3-5 лет), в том числе за счет модернизации энергетической

инфраструктуры в области контрольно-измерительного оборудования (инженерные решения). Оно позволит отразить и закрепить текущий уровень энергоэффективности, а также наметить пути дальнейшего совершенствования системы энергосбережения (таблица 1.1).

Инвестиционные стратегии реализуются в ходе выполнения долгосрочных планов развития энергетического хозяйства, они складываются из ежегодных мероприятий по экономии тепловой, электрической энергии, а также всех видов технологического топлива. Источниками технических решений зачастую являются ЛДТ в данной отрасли на национальном или региональном уровне, они позволяют достичь соблюдения требований местного законодательства и определить точки для бенчмаркинга наиболее эффективных режимов работы энергетического оборудования на производстве.

Таблица 1.1 - Некоторые стратегические мероприятия по совершенствованию системы энергетического менеджмента, используемые при формировании сбалансированной инвестиционной стратегии.

Категории	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 мониторинга

A2	Обучение персонала в области эффективного использования энергетических ресурсов	затрагивает все подразделения компании, как производственные, так и непроизводственные	высокий, срок окупаемости может быть определен косвенными методами за счет 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

С1	Внедрение энергосберегающих технологий на отдельных участках производства, задействованных на всех участках производства	комплекс производственных подразделений	средний или низкий, срок окупаемости в пределах 10-20 лет	средний, капитальные вложения осуществляются в рамках отдельных мероприятий по модернизации производства
С2	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

В таблице 1.1 нами предложена обобщенная классификация мероприятий стратегического уровня, которые внедряются промышленными предприятиями в области энергосбережения. На основе присвоения определенной категории мероприятия (от А1 до С2) и на основе анализа технико-экономических

показателей эффективности определяются инвестиционные приоритеты.

Отметим особо, что инвестиции в человеческий капитал на стратегическом уровне, кроме поддержания прямой функции обучения, должны обеспечивать работу механизмов управления изменениями и развития корпоративной культуры. Таким образом, внутренние образовательные программы должны быть ориентированы на формирование у сотрудников желания улучшить работу, понимания неопределенности как возможности проявления творческих решений, переосмысления проблемы.

1.3. Концепция стратегического энергетического менеджмента и перспективы ее применения на промышленных предприятиях.

Для большинства современных промышленных предприятий характерен системный подход, реализация которого осуществляется на основе международных стандартов в области энергетического менеджмента. Наиболее распространенным международным стандартом, который используется в практике, является стандарт серии ISO, [11] который позволяет организациям разработать внутренние системы и процессы, необходимые для улучшения энергоэффективности. Одной из особенностей механизмов построения системы энергетического менеджмента, лежащих в основе стандарта, является их экологическая направленность при условии экономии ресурсов предприятий. Стандарт используется в целях сертификации, контроля текущей и стратегической деятельности и проведения аудита систем. В основе стандарта на стратегическом уровне лежит методология постоянного улучшения деятельности (PDCA), включающая планирование, осуществление, проверку и действие. Принципиальная схема модели системы энергетического менеджмента включает постоянное улучшение параметров существующей системы на основе анализа со стороны руководства, данных аудита,

мониторинга и т.п.

Энергетическое планирование на стратегическом уровне включает входные данные: сведения об энергетических режимах, применяемых в производственных подразделениях, мероприятиях, оказывающих большое влияние на изменение структуры внутреннего потребления и т.п. В ходе энергетического планирования также проводится специальный анализ, целью которого является выявление и ранжирование источников энергопотребления по масштабу и идентификация путей улучшения энергетической результативности по данному направлению. Выходными данными планирования являются энергетический базис и система показателей результативности, которая декомпозируется в конкретном плане мероприятий (дорожной карте). Основу мероприятий составляет реализация инвестиционных проектов различной степени сложности, как в технологической, так и в управленческой сфере. Кроме того, на выходе планирования производится постановка стратегических целей и задач для каждого подразделения, которые определяют особенности повседневной работы по энергосбережению.

Особую роль в стратегическом процессе играет установление адекватной системы показателей эффективности использования энергетических ресурсов. Показатели энергетической результативности, наряду с базисом (базовой линией, baseline), устанавливаются по результатам энергоанализа. В последнее время распространен подход к целевому мониторингу энергопотребления и энергоэффективности, позволяющий установить функциональную зависимость между, объемом, направлениями и периодами потребления энергоресурсов [12].

С учетом выявленных ранее особенностей функционирования промышленных предприятий, энергоемкости основных технологических процессов, показатели энергетической результативности напрямую влияют на конкурентоспособность предприятия. Потенциал энергосбережения может быть обнаружен во всех производственных и вспомогательных бизнес-процессах на предприятии, поэтому он относится к сфере стратегического

менеджмента.

Энергоменеджмент в российской действительности со стратегических позиций осуществляется в неблагоприятных условиях внешней среды, связанных с рядом базовых проблем в национальном энергетическом хозяйстве. Среди фундаментальных проблем региональных энергетических систем отмечаются недостаточное информационное обеспечение, устаревшие технические средства и методики, недостаточная подготовленность технического и диспетчерского персонала и т.п. Процессы интеграции систем энергетического мониторинга и интеллектуализации энергетических систем в последнее время замедляют прирост, усиливая низкую эффективность существующей инфраструктуры.

При общих негативных тенденциях исследователи, однако, выделяют и некоторые положительные сдвиги в энергетической сфере, намечающиеся в последнее время. К ним относятся, в частности, повышение технических требований к надежности энергетических систем, появление устойчивой конкуренции на энергетических рынках и межрегиональное взаимодействие производителей энергии, и возникновение обменных потоков. [13] В последнее время усилились тенденции массового внедрения стандартов международного уровня во внутренние системы менеджмента. Все данные факторы приводят к становлению в долгосрочной перспективе надежного управления энергоэффективностью.

Обобщая вышеприведенный теоретический анализ, можно сформулировать рекомендации по совершенствованию стратегического энергоменеджмента на промышленном предприятии, состоящие из следующих принципов.

1. Выработка энергетической политики промышленного предприятия сопряжена с соблюдением баланса между технократическим, системным и инновационным подходами к стратегическому энергоменеджменту. Установление баланса происходит на основе анализ существующего финансового положения предприятия, приоритета в отдельных направлениях

инвестирования в основной (технические решения в производстве) и человеческий капитал (обучение и развитие сотрудников). Целями энергетической политики может стать достижение определенного уровня энергоэффективности

2. Эффективность процессов стратегического энергоменеджмента во многом зависит от качества работы энергоменеджеров, ключевым фактором успеха которых является комплексное понимание технологических и организационно-экономических особенностей энергосбережения, основанное на междисциплинарном инженерно-экономическом образовании. Менеджеры должны создавать эффективные команды для проведения организационных изменений на всех уровнях на основе внедрения и реализации энергетической политики.

3. Планирование и организация работы информационно-аналитической системы по контролю энергоэффективности должны быть интегрированы со стратегией предприятия для достижения максимальных результатов в области экономии всех видов ресурсов. Информационно-аналитическая система наряду с учетом технико-организационных факторов должна учитывать специфические индикаторы человеческих ресурсов и их вклада в достижение энергоэффективности.

4. Работа с персоналом является одним из наиболее значимых источников формирования потенциала энергосбережения на предприятии, поскольку обеспечивает выдвижение инициатив энергосбережения на всех уровнях и обеспечивает высокую лояльность персонала существующей энергетической политики. Обучение способам энергоэффективной работы в ходе повседневной трудовой деятельности и доведение до персонала основной позиции руководства по энергосбережению является одним из эффективных способов управления изменениями на стратегическом уровне

Выводы по первой главе.

1. Внедрение и развитие системы стратегического энергоменеджмента является одним из важнейших факторов конкурентоспособности промышленного предприятия, обеспечивающим экономию топливно-энергетических ресурсов, повышение экологических показателей производства, системность в планировании работы производственных систем предприятия, формирование положительного имиджа компании в качестве лидера в области энергосбережения и повышения энергоэффективности предприятия в целом.

2. Значительная часть резервов энергосбережения на промышленном предприятии относится к сфере управления человеческими ресурсами: эффективность решения проблем энергосбережения повышается с применением технологий обучения и мотивации персонала на основе лучших практик энергоменеджмента. Таким образом, привлечение инвестиций в технологические инновации по энергосбережению должны сопровождаться адекватным уровнем инвестиций в человеческий капитал.

3. Ключевыми проблемами энергетического менеджмента являются преодоление низкого уровня энергоэффективности и повышение приоритетов вложений в различные программы энергосбережения за счет рационального обоснования управленческих инвестиционных решений. В теоретической части работы предложена классификация направлений инвестирования с выделенными приоритетами в зависимости от показателей окупаемости проектов и размеров капитальных вложений.

4. Основные рекомендации по развитию системы стратегического энергоменеджмента на промышленном предприятии, предложенные в настоящем исследовании, включают ряд принципов, направленных на повышение роли человеческих ресурсов в информационно-аналитической и инновационной функциях энергоменеджмента. Предложено использовать ряд специфических индикаторов человеческих ресурсов, отражающий их вклад в

формирование энергоэффективности.

2. НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ЭНЕРГОАУДИТА И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКА ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА.

2.1. Нормативно-правовая база энергоаудита

Начало функционированию энергетического менеджмента должен положить энергетический аудит объекта, который должен быть выполнен специализированным подразделением предприятия либо энергосервисной фирмой. Качество энергоаудита определяет уровень оснащения приборами для измерения потоков энергии

Энергоаудит позволяет определить реально достижимые оптимальные уровни энергопотребления при существующей технологии и технике.

Энергоаудит даёт ценную информацию руководителям для принятия эффективных управленческих решений по снижению энергетической составляющей себестоимости продукции.

Энергоаудит проводится в соответствии со следующими нормативно-правовыми документами :

1. Федеральный закон N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23 ноября 2009 года
2. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30 декабря 2009 года.
3. Федеральный закон N 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях» от 1 декабря 2007 года

Энергоаудит проводится в целях объективной оценки и предложения подходов по эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов. Он предполагает работу непосредственно с документацией:

1. Анализ составляющих энергозатрат на энергоресурсы
2. Анализ договоров с субабонентами и энергосберегающими организациями
3. Заполнение в энергослужбах предприятия опросных листов;

Основные цели энергоаудита — это объективные оценки и предложения по эффективному использованию энергии и энергоресурсов:

1. Определения показателей энергоэффективности;
2. Составление перечня типовых мероприятий энергосбережения и их стоимостная оценка;
3. Реальный расход потребления энергии и энергоресурсов;
4. Определение потенциала энергосбережения и повышения энергоэффективности;
5. Составление энергетического паспорта объекта. Копии энергетических паспортов направляются в уполномоченный по энергоэффективности орган исполнительной власти, один раз в три месяца организацией по энергоаудиту.

Энергоаудит в основном проводится добровольно за исключением ряда организаций, которые обязательно должны проходить периодический энергоаудит:

1. Органы государственной власти, органы местного самоуправления, наделенные правами юридических лиц;
2. Организации с участием государства или муниципального образования;

3. Организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности (например для организаций с утверждаемыми ценами на предоставление социальных услуг);

4. Организации, осуществляющие производство и (или) транспортировку воды, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, добычу природного газа, нефти, угля, производство нефтепродуктов, переработку природного газа, нефти, транспортировку нефти, нефтепродуктов;

5. Организации, совокупные затраты которых на потребление природного газа, мазута, печного топлива, тепловой энергии, угля, электрической энергии превышают объем, устанавливаемый Правительством на каждый год.

6. Организации, проводящие мероприятия в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, финансируемые полностью или частично за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов [14].

Эти организации были обязаны провести первый энергоаудит до 31 декабря 2012 года, далее один раз в пять лет. Энергоаудит могут проводить только лица, являющиеся членами саморегулируемых организаций (СРО) Которые должны соответствовать требованиям закона РФ №315 –РФ «О саморегулируемых организациях» . У юридических лиц должно быть не менее 4 энергоаудиторов, у ИП не менее одного. В состав членов СРО должно входить не менее 15 юридических лиц и 10 физических лиц-специалистов по энергетическим обследованиям или не менее 40 физических лиц - специалистов по энергетическим обследованиям. Проверки деятельности СРО со стороны органов Госнадзора проводятся один раз в три года.

Сами энергоаудиторы должны иметь необходимые для энергетических обследований знания и специальную подготовку, приборный парк и опыт работы.

2.2. Разработка методики энергоменеджмента

Энергоанализ представляет собой раздел экономического анализа, занимающийся идентификацией и оценкой ключевых показателей эффективности энергопотребления и энергосбережения.

Опираясь на опыт зарубежных стран, была разработана методика для повышения энергетической эффективности промышленного предприятия, включающая в себя не только анализ энергетического состояния предприятия, разработку плана мероприятий, энергопотребления на единицу продукции, но и дать оценку проводимых мероприятий с точки зрения энергосбережения.

1. *Первый этап* успешного управления энергопотреблением, независимо от размера и типа организации - это принятие обязательств. Предприятие должно взять на себя обязательство выделить персонал и средства для достижения непрерывного улучшения производственного цикла, в том числе, за счет улучшения показателей использования энергии на единицу производимой продукции. Создание системы энергоменеджмента начинается с осознания её необходимости и закрепления этого понимания документально. Для этого необходимо: Назначить ответственного за энергоменеджмент (например, заместителя руководителя, главного энергетика или главного специалиста предприятия), который устанавливает цели, отслеживает прогресс, и координирует деятельность рабочей группы по энергосбережению. Ответственный в свою очередь, следующим шагом создает рабочую группу по энергоэффективности из специалистов ключевых подразделений организации. Вместе с этой группой они должны разработать программу по энергосбережению, которая определяет энергетическую политику предприятия (цели энергосбережения и задачи на каждом этапе) и принципы распределения обязанностей и ответственности за проведение работ по энергосбережению.

2. *Вторым этапом* является оценка эффективности использования энергии. Для этого необходимо :

- Собрать исходные данные и определить отправную точку, относительно которого будет произведена оценка состояния и последующего прогресса, достигнутого в результате внедрения системы энергоменеджмента на предприятии.

- Провести сравнительный анализ использования ресурсов на конкурирующих предприятиях и определить приоритетные этапы производственного цикла, которые требуют совершенствования.

- Проанализировать характер и тенденции использования на предприятии. Провести техническую оценку и аудит для определения эффективности работы оборудования, процессов и систем производственного цикла

- **Подготовить** на основе результатов аудита **подробный отчет о мерах**, которые могут быть приняты для сокращения энергопотребления (от корректирования операций производственного цикла до замены оборудования)

Оценка эффективности энергопотребления поможет понять распределение энергоресурсов на каждом этапе производственного цикла. Определить объем расходов на энергоресурсы. Выявить наиболее и наименее энергоэффективные этапы производства и обозначить общие приоритеты для дальнейшего совершенствования производственного оборудования и самого цикла в целом, что способствует созданию основы для принятия решений по совершенствованию технологического цикла на промышленном предприятии.

3. *Третий этап.* Установка четких и конкретных целей, направленных на получение количественных и качественных результатов, имеет важное значения для разработка эффективной стратегии по совершенствованию производства и извлечению финансовой выгоды.

Для разработки цели необходимо:

- Обозначить сроки выполнения данных мероприятий, организационные ресурсы и возможные денежные средства, необходимые для осуществления мероприятий.

- Определить потенциальный уровень энергосбережения.

4. *Четвертый этап.* После установки целей предприятия следующим этапом является разработка плана действий. Ниже приведены общие рекомендации по разработке плана действий.

- Согласовать список мер, необходимых для модернизации производства

- Определить показатели для каждого объекта производственного процесса в достижении общей цели, обозначенного в предыдущем этапе

- Установить сроки выполнения плана и ожидаемые промежуточные результаты

- Создать систему контроля, чтобы иметь возможность отслеживать ход действий и полноту выполняемых мер, прописанного для каждого объекта.

- Распределить роли и функции, обозначив круг вовлеченных сотрудников и внешних специалистов и их обязанности.

- Обеспечить финансирование: определить требуемые ресурсы и составить смету расходов по каждому пункту плана действий. Затраты энергоменеджмента состоят из текущих расходов (оплата труда и обучение персонала, премиальные за лучшие результаты по энергосбережению и т.д.) и расходов на энергоэффективные мероприятия (от замены лампочек до установки автоматизированных систем управления и покупки энергоэффективного оборудования).

Расходы на энергоэффективные мероприятия могут быть покрыты за

счет: региональных и областных целевых программ по энергосбережению; кредитов коммерческих банков и международных финансовых институтов; лизинга и перформанс-контрактинга.

Определенного энергосбережения можно добиться за счет организационных мер, не требующих дополнительных финансовых вложений.

В отличие от программы по энергосбережению, план действий необходимо обновлять на ежегодной основе с учетом последних достижений, изменений в производительности предприятия или сменой приоритетов по энергосбережению.

5. *Пятый этап.* Важным фактором для успешного осуществления плана действий является поддержка со стороны задействованных ключевых людей.

Обратите особое внимание:

- Проинформировать сотрудников об энергетической программе
- Создать потенциал для реализации плана действий – содействовать повышению квалификации сотрудников, обеспечить доступ к информации и передовому опыту.
- Мотивировать персонал предприятия, созданием системы поощрения сотрудников для повышения энергетической эффективности на предприятии.
- Отслеживать и контролировать выполнение плана с помощью мониторинга

6. *Шестой этап.* Оценка результатов позволяет своевременно определять и вносить необходимые коррективы в план действий и является основой системы энергоменеджмента.

Оценка прогресса основывается на анализе потока информации о

потреблении энергоресурсов. От достоверности, полноты, оперативности и формы представления этой информации зависит жизнеспособность и эффективность всей системы энергоменеджмента.

С этой целью необходимо выбрать энергоаудиторскую компанию, имеющую достаточный опыт в проведении энергоаудита и ниже приведем каким критериям должны удовлетворять энергоаудиторская компания, что не позволит нам сомневаться в их компетенции и качестве предлагаемых услуг.

1. *Членство в СРО.* Энергоаудиторская компания должна состоять в СРО энергоаудиторов. Закон № 261-ФЗ «Об Энергосбережении...» даёт право осуществлять деятельность по энергоаудиту только членам саморегулируемых организаций энергоаудиторов.

2. *Квалификация сотрудников.* Энергетическое обследование могут проводить только квалифицированные специалисты в данной сфере. Квалифицированный специалист–энергоаудитор, как минимум, должен иметь высшее техническое образование и дополнительную подготовку. Рекомендации по курсам специальной подготовки энергоаудиторов содержатся в Приказе Минэнерго РФ №148 от 7.04.2010г. Для вступления в СРО компания должна иметь не менее 4-х квалифицированных специалистов.

3. *Наличие оборудования.* Для проведения энергетических обследований предприятий и организаций энергоаудитору бывает необходимо располагать специализированными приборами. Например, тепловизионная камера, контактные термоэлектрические преобразователи, пирометр частичного излучения, люксметр, трассотечеискатели, дефектоскоп, накладной ультразвуковой расходомер и т.п. Подробнее список оборудования можно посмотреть в статье «Типовое оборудование для проведения энергетического обследования». Оборудование может быть как собственностью энергоаудитора, так и браться им в аренду.

4. *Наличие методик.* Энергетическое обследование в зависимости от сложности объекта и может быть в разном объеме. Однако типовое энергетическое обследование должно состоять в следующем:

- документарное обследование (анализ затрат на энергоресурсы, анализ договоров со сбытовыми компаниями и т.п.);
- интервьюирование сотрудников предприятия, организации
- экспертная оценка (предварительное заключение о состоянии энергопотребления) ;
- инструментальное обследование энергосистем с применением типового оборудования.

При проведении энергетических обследований предприятий и организаций энергоаудитору необходимо использовать специализированную нормативную и методическую документацию.

5. *Соблюдение требований законодательства.* По итогам обследования формируется Энергетический паспорт предприятия по форме, утверждённой Приказом Мизэнерго № 182 «Об утверждении требований к энергетическому паспорту ...» от 19 апреля 2010 года. Энергетический паспорт здания, должен содержать следующие данные энергетического обследования:

- оснащенность средствами учета энергетических ресурсов;
- объем расходуемых энергетических ресурсов и его динамика;
- класс энергетической эффективности;
- процент потери энергетических ресурсов;
- потенциал энергосбережения, оценка возможной экономии;
- типовой план энергосбережения и повышения энергоэффективности.

Энергетический паспорт выдается на организацию в целом, а не на отдельные здания сооружения.

Практический опыт — важнейшая характеристика исполнителя по любой услуге, особенно по сложной инженерной [15].

Выводы по второй главе .

Исходя из всего нижеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Нормативно-правовая база необходима для полного и детального правового регулирования и является основой для проведения энергетического обследования.

2. Энергетическое обследование проводится в целях оценки эффективности использования организациями и предприятиями энергетических ресурсов, снижения затрат потребителей и реализации энергоэффективных решений и проводится обследования в соответствии с графиком утвержденным органом исполнительной власти.

3. Разработана методика проведения энергоменеджмента промышленного предприятия, основанная на опыте зарубежных и отечественных энергоаудиторских компаний, которая позволит проводить не только мониторинг потребления топливно-энергетических ресурсов, но и следить за ходом проведения и эффективности мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

4. Рассмотрены основные требования, предъявляемые к энергоаудиторским компаниям, которыми являются:

- Членство в СРО;
- Квалификация сотрудников;
- Наличие технической базы;
- Наличие методик;
- Соблюдение требований законодательства;
- Практический опыт – является основополагающим фактором, при выборе энергоаудиторской компании

3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ И ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

3.1. Энергетическое обследование в системе энергоснабжения промышленного предприятия

Переход на инновационную модель развития приводит к стремительному развитию научно-технического прогресса и модернизации ресурсной базы предприятий. Положительные моменты сопровождаются рядом негативных аспектов. Они не позволяют в полной мере получить положительный экономический эффект от внедрения наукоемких технологий в производственный процесс. Это сказывается на приоритетных направлениях науки и модернизации экономики.

Одним из таких направлений является «Энергетика и энергосбережение». Импульсом к развитию в этой области послужил вышедший в 2009 году Федеральный закон (ФЗ) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности ...» №261. Первым шагом на пути внедрения на предприятии системы энергосбережения и повышения энергоэффективности должно стать энергетическое обследование (энергоаудит) [14]. Энергетический паспорт составляется по результатам энергоаудита. Энергетический паспорт является отправной точкой в процессе внедрения на предприятии энергосберегающих технологий. Целью технологий является повышение уровня энергоэффективности предприятия и ежегодное снижение затрат на энергетические ресурсы при производстве. Снижение должно составлять

ежегодно на 3-5 % по отношению к отчётному году.

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности следует рассматривать как один из основных источников будущего экономического роста. При этом оценивается эффект, который может *быть* получен за счёт технологических и организационных мероприятий. Также за счёт совершенствования системы управления энергосбережением и повышением энергетической эффективности (рис. 3.1.).

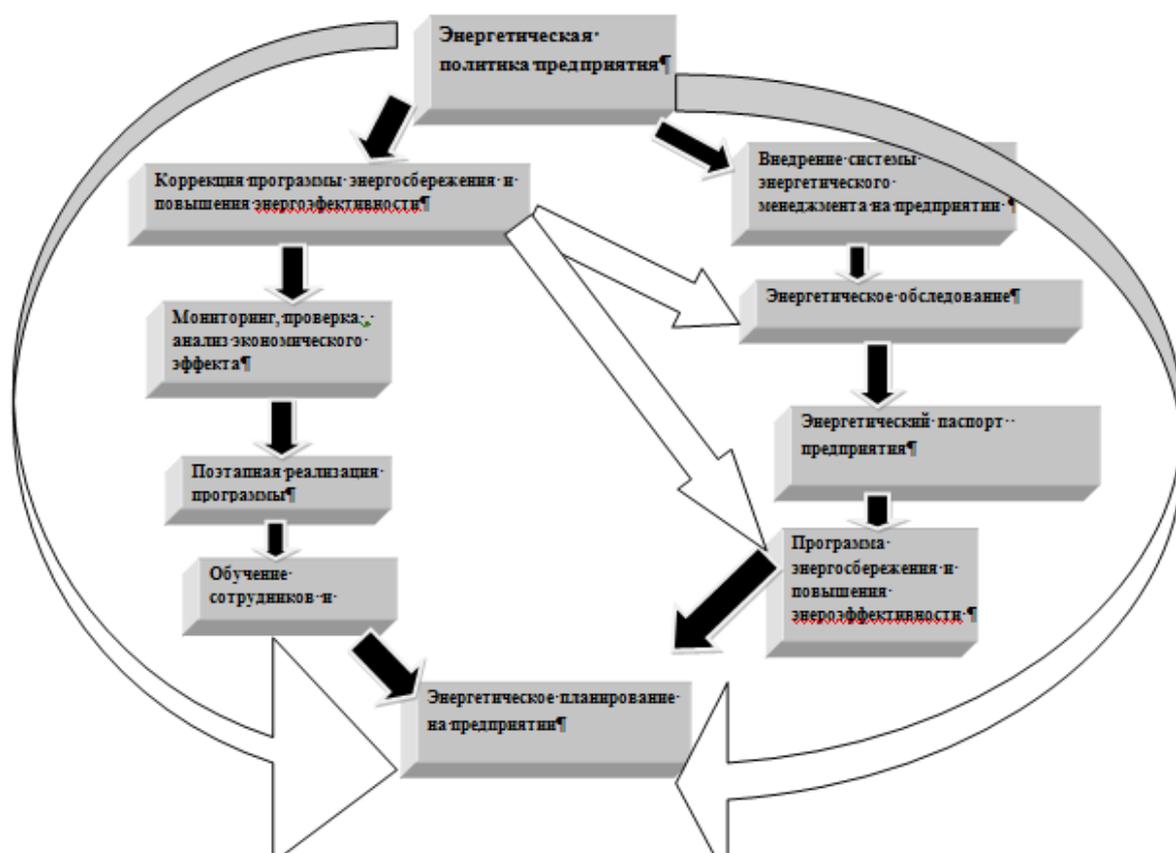


Рисунок 3.1. – Система энергосбережения и повышения энергоэффективности на промышленном предприятии.

Энергосбережение это комплексный, непрерывный процесс, который должен стать стержнем предприятия. Само по себе энергосберегающее

оборудование или технология без анализа влияния на процесс может привести к обратному эффекту и увеличению энергоёмкости продукции. Как пример, утепление стен и установка стеклопакетов являются энергосберегающими мероприятиями. Но не продуманная вентиляция помещения или её отсутствие приводит к тому, что персонал вынужден открывать окна даже в холодное время года. Это может привести к росту нагрузки на тепловую систему и свести положительный эффект к нулю.

Внедрение энергосберегающих технологий должно обязательно сопровождаться комплексным анализом и мониторингом эффекта от внедрения. Система энергосбережения на предприятии должна постоянно контролировать процесс энергопотребления и вносить соответствующие коррективы в программу энергосбережения.

Для предприятия энергосбережение должно стать непрерывным процессом. Этот процесс подчиняется выстроенной на предприятии управленческой системе. Это сделает устойчивым как процесс повышения энергоэффективности, так и в целом функционирование компании. Внедренная комплексная система энергосбережения и энергоэффективности на предприятии включает в себя такие разделы как энергетическое обследование, энергетический мониторинг и энергоменеджмент. Эта система создает предпосылки для выполнения энергосервисных контрактов по технической и технологической модернизации предприятия.

Основная доля расходов для промышленных предприятий тяжелой промышленности приходится на электроэнергию. Соответственно рассмотрим основные мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в области передачи, распределения и потребления электрической энергии.

Технические мероприятия:

1. Внедрение системы автоматического управления наружным и уличным освещением;
2. Внедрение экономичных способов регулирования работой вентиляторов;
3. Замена устаревших трансформаторов на современные;
4. Замена устаревших электродвигателей на современные;
5. Использование систем частотного регулирования в приводах электродвигателей в системах вентиляции, на насосных станциях и других объектах с переменной нагрузкой;
6. Модернизация трансформаторных подстанций с учётом потребляемой мощности;
7. Переход с традиционных источников света на светодиодное освещение;
8. Компенсация реактивной мощности у потребителей;
9. Применение вольтодобавочных трансформаторов;
10. Обеспечение оптимальной величины нагрузки трансформаторов (исключение как перегруза, так и недогруза – менее 30%) и т.д.
11. Обеспечение нормативного качества потребляемой электрической энергии

Организационные мероприятия:

1. Назначение лица, ответственного за мероприятия по энергосбережению;

2. Обучение персонала, ответственного за обеспечение мероприятий по энергосбережению;
3. Модернизация порядка работы предприятия и совершенствование работы систем освещения, вентиляции и водоснабжения;
4. Введение графиков включения и отключения вентиляции, тепловых завес;
5. Проведение разъяснительной работы с сотрудниками по вопросам энергосбережения
6. Разработка и введение системы поощрения сотрудников учреждения за действия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;
7. Повышение технических знаний в вопросах энергосбережения отдельных категорий сотрудников предприятия.

3.2. Энергоаудит электропотребления

Энергоаудит необходимо производить по всем энергоресурсам используемых на предприятии. На данном предприятия используются электроэнергия, природный газ, тепловая энергия, холодное водоснабжение и стоки.

Согласно проведенному предварительному аудиту по финансовой отчетности предприятия было выяснено, что большая часть расходов на энергоресурсы находятся на электропотребление. В соответствии с этим было принято решение более подробно рассмотреть электропотребление данного предприятия.

На промышленном предприятии ведется постоянный учет расхода электроэнергии. Оборудованы коммерческие учеты электроэнергии на входе в предприятие. Для крупных внутренних потребителей установлены электросчетчики на распределительных устройствах.

С развитием рыночных отношений, реструктуризацией предприятий, хозяйственным обособлением отдельных подразделений предприятий и появлением коммерчески самостоятельных, но связанных общей схемой энергоснабжения производств - субабонентов функции технического и расчетного учета совмещаются в рамках одной системы. Соответственно, автоматические системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) коммерческого и технического учета могут быть реализованы как отдельные системы так и единая система.

Имеются два вида учета это коммерческий и технический. Каждый из них имеет свою специфику. Коммерческий учет консервативен. Он имеет устоявшуюся схему энергоснабжения. Также для него характерно наличие небольшого количества точек учета, по которым требуется установка приборов повышенной точности. А сами средства учета нижнего и среднего уровня АСКУЭ должны выбираться из государственного реестра измерительных средств. Кроме того, системы коммерческого учета в обязательном порядке пломбируются, что ограничивает возможности внесения в них каких-либо оперативных изменений со стороны персонала предприятия.

Технический учет динамичен и постоянно развивается. Он отражает меняющиеся требования производства; для него характерно большое количество точек учета с разными задачами контроля энергоресурсов, по которым можно устанавливать в целях экономии средств, приборы пониженной точности. Технический контроль допускает использование приборов, не

занесенных в госреестр измерительных средств, при этом могут возникнуть проблемы с выяснением причин небаланса данных по потреблению энергоресурсов от систем коммерческого и технического учета. Отсутствие пломбирования приборов энергосбытовой организацией позволяет службе главного энергетика предприятия оперативно вносить изменения в схему технического контроля энергоресурсов, в уставки первичных измерительных приборов в соответствии с текущими изменениями в схеме энергоснабжения предприятия и спецификой решаемых производственных задач.

Имеющее место сокращение объемов выпуска продукции на предприятиях России привело к не полной загрузке электрооборудования. Это приводит к увеличению потерь в трансформаторах, электродвигателях, к снижению коэффициента мощности в системе электроснабжения. Изменились цены на энергоносители, что отразилось на переоценке экономичности реализованных схем электроснабжения. Перед энергоаудитором стояла задача проанализировать режимы эксплуатации энергооборудования в новых условиях и дать рекомендации по его эксплуатации в сложившейся ситуации.

Приход электрической энергии за базовый брался в 2010 году. Последующие года определялись на основании финансовой отчетности бухгалтерии предприятия. Они составлялись по данным коммерческих приборов учетов, установленных на границе балансовой принадлежности. Эти данные приведены ниже в таблицах.

Таблица 3.1. – Погодовое потребление топливно-энергетических ресурсов

Наименование энергоресурса	Единицы измерения	2010 год	2011 год	2012 год	2013 год	2014 год
Электроэнергия	МВт*ч	4542	5199	4995	4197	3975
	тыс. руб.	10855	16058	14326	13261	13247
Природный газ	тыс. м ³	821	588	790	749	799
	тыс. руб.	2512	1885	2658	2854	3344
Тепловая энергия	Гкал	9013	5318	6012	4511	4432
	тыс. руб.	6104	3970	4446	4646	4564
ХВС и стоки	м ³	44603	43700	35257	28952	27563
	тыс. руб.	517	890	684	940	898

Таблица 3.2. – Удельное потребление топливно-энергетических ресурсов

Наименование энергоресурса	Единицы измерения	2010 год	2011 год	2012 год	2013 год	2014 год
Электроэнергия	МВт*ч/тонну	0,756	1,577	2,552	1,371	1,256
Природный газ	тыс. м3/тонну	0,137	0,178	0,404	0,245	0,252
Тепловая энергия	Гкал/тонну	1,500	1,613	3,072	1,474	1,400
ХВС и стоки	м3/тонну	7,423	13,254	18,016	9,458	8,709

График потребления электроэнергии и тепловой энергии в период с 2012 года по 2014 год представлен на рис№ и рис № соответственно.



Рисунок 3.2. – Потребление электрической энергии в период с 2010 года по 2014 годы

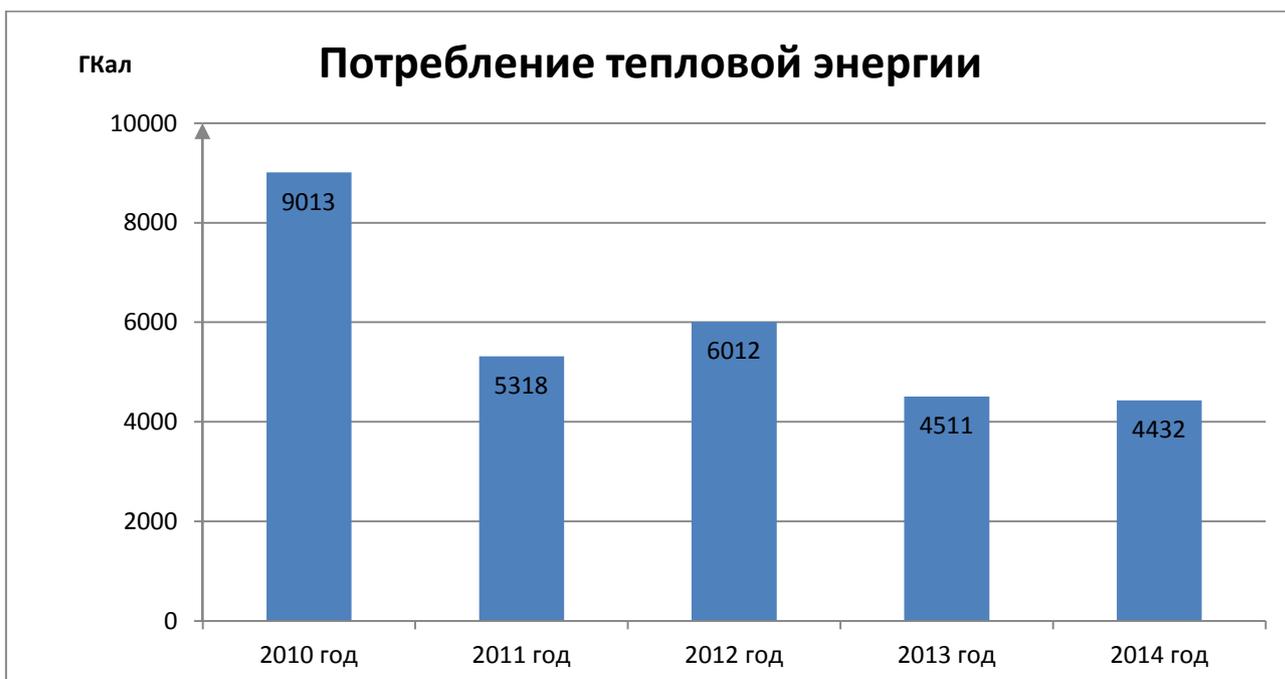


Рисунок 3.3. – Потребление тепловой энергии в период с 2010 года по 2014 годы

Из анализа таблицы погодного потребления топливно-энергетических ресурсов следует, что основная доля расходов на энергоносители приходится на электроэнергию.

Снижение удельного потребления топливно-энергетических ресурсов происходит в период с 2013 по 2014 года, учитывая, то что программа энергосбережения и энергоэффективности была введена на предприятии с 2012 года согласно федеральному закону № 261 «Об энергосбережении и повышению энергетической эффективности» и в 2012 году проводилась подготовка кадров для непосредственного осуществления данной программы, далее в 2013 году мы можем наблюдать тенденцию по снижению удельной энергоемкости всего технологического процесса.

График заполнения нагрузок в течение 2012 года по месяцам представлен на рис. 3.4.



Рисунок 3.4. – Годовой график нагрузок

Из анализа графика следует, что максимум потребления приходится

на осенне-зимний период. Указанное распределение потребления электрической энергии связано как с дополнительными расходами в период отопительного сезона, так и с увеличением коэффициента использования силового и осветительного оборудования.

3.3. Качество электроэнергии и энергосбережение

Высокое качество электроэнергии (КЭ) вместе с надежностью, экономичностью и безопасностью электроснабжения является одним из важнейших требований, предъявляемых к системам производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии. Интенсификация производства ведет к росту мощности нелинейных, несимметричных и резкопеременных нагрузок, а его модернизация - к насыщению контроллерами, устройствами с числовым программным управлением, системами автоматики и телемеханики, связи и релейной защиты. Одновременно растет число и мощность однофазных электроприборов, используемых в быту. Все это уже привело к существенному увеличению уровня электромагнитных помех в электрических сетях предприятий и энергосистем, что, в свою очередь, ведет к снижению надежности электроснабжения, увеличению потерь электроэнергии и снижению энергоэффективности, ухудшению качества выпускаемой продукции.

Бытовые электроприборы также восприимчивы к снижению КЭ и зачастую выходят из строя при работе от сети с низким КЭ. Для обеспечения надежной, экономичной и безопасной работы электрических сетей потребителей и энергоснабжающих организаций и в конечном итоге для защиты прав потребителей введен ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» и принято Постановление Правительства РФ № 1013 от 13.08.1997 г. «О включении электрической энергии в перечень товаров, подлежащих

обязательной сертификации».

Остановимся на проблеме влияния качества электроэнергии (КЭ) на показатели энергоэффективности работы поставщиков и потребителей.

Наибольший экономический ущерб у потребителей вызывает отклонение от требований ГОСТ 32144-2013 по показателю *установившееся отклонение напряжения*. Это объясняется главным образом отсутствием или неиспользованием энергоснабжающими организациями регулирующих и компенсирующих устройств и несоответствием параметров электрических сетей существующим нагрузкам. [16]

Показатели качества электроэнергии и их нормативы по ГОСТ 32144-2013

1. *Отклонение частоты* это разность усредненная за 10 мин.

Между фактическим значением основной частоты и номинальным её значением.

Нормально допустимые значения - $\pm 0,2$ Гц в течение 95% времени в неделю, предельно допустимые значения – $\pm 0,4$ Гц в течение 100% времени в неделю (за 10 сек).

2. *Отклонение напряжения* это разность усредненная за 10 мин.

Между фактическим значением основной частоты и номинальным её значением. Для сетей низкого и среднего напряжения - $\pm 10\%$ - в течение 100% времени в неделю (10 мин).

3. *Быстрые изменения напряжения*. Колебания напряжения вызываются резким изменением нагрузки на рассматриваемом участке электрической сети :

Доза фликера: длительная не более 1,0 в течение 100% времени в неделю, кратковременная – не более 1,38 в течение 100% в неделю.

Провал напряжения: Для сетей низкого напряжения не более 5%, для сетей среднего напряжения – не более 4%.

4. *Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения*

характеризуется коэффициентом несинусоидальности (искажения) кривой напряжения.

Нормально допустимые значения для напряжения 0,38 кВ – не более 8%, 6-25кВ – не более 5%, 35 кВ – не более 4%, 110-220кВ – не более 2% в течение 95% в неделю.

Предельно допустимые значения для напряжения 0,38 кВ – не более 12%, 6-25кВ – не более 8%, 35 кВ – не более 6%, 110-220кВ – не более 3% в течение 95% в неделю.

5. *Коэффициент несимметрии напряжения.* Под несимметрией напряжений понимают неравенство фазных или линейных напряжений по амплитуде и углам сдвига между ними

Нормально допустимое значение по обратной и нулевой последовательности -2%, в течение 95% времени в неделю в интервале 10 минут.

Предельно допустимое значение по обратной и нулевой последовательности -4%, в течение 100% времени в неделю в интервале 10 минут.

6. *Кратковременные перерывы питания:*

Для сетей от нескольких десятков до нескольких сотен в год.

Длительные прерывания – более 3 мин. и кратковременные – менее 3 мин.

[17]

Каждый провал напряжения или его повышение сверх нормативного влечет за собой кратковременный сбой в работе технологического оборудования. Разные отрасли промышленности реагируют по-своему на это явление.

В *металлообрабатывающей отрасли* это приводит к поломке инструмента и браку продукции.

В *системах электрического освещения* повышение напряжения всего на 10% относительно номинального уровня сокращает срок службы ламп

примерно в 3 раза. Ущерб от понижения напряжения связан со снижением эффективности работы осветительных приборов и нарушением гигиены труда.

В *асинхронных двигателях* повышение напряжения на 1 % ведет к увеличению потребляемой реактивной мощности на 3 %. При снижении напряжения пропорционально снижается ток, а потери реактивной мощности увеличиваются пропорционально квадрату снижения напряжения. При этом сокращается срок службы изоляции, снижается производительность механизмов и увеличивается удельный расход электроэнергии вследствие увеличения длительности технологического процесса.

Величина потери активной и реактивной мощности при отклонении напряжения в значительной мере зависит от коэффициента загрузки двигателя K_3 .

При $K_3 = 0,85-1,0$ и напряжении немного больше номинального потери электроэнергии минимальны.

Наиболее эффективный путь сокращения случаев провалов напряжения, по которому пошли европейские страны, заключается в повышении надежности работы систем транспорта энергии, прежде всего воздушных ЛЭП напряжением 110 кВ и выше. В большинстве случаев провалы напряжения в распределительную сеть трансформируются из сетей более высокого напряжения.

Несимметрия напряжения, в значительной мере определяющая экономичность и надежность электроснабжения, характеризуется двумя показателями качества электроэнергии:

- коэффициентом несимметрии напряжений по обратной последовательности (K_{2U});
- коэффициентом несимметрии напряжения по нулевой последовательности (K_{0U}).

При несимметричном режиме работы многофазной электрической

системы условия работы одной или всех фаз неодинаковы. При этом снижается пропускная способность элементов сети, происходит дополнительный нагрев электрических машин, увеличиваются потери активной мощности и энергии в системах электроснабжения. Несимметрия токов вызывает несимметрию напряжений, что, в свою очередь, приводит к отклонениям фазных и линейных напряжений сети.

Таким образом, несимметрия напряжений, постоянно присутствующая в питающей сети, ухудшает показатель *установившееся отклонение напряжения*.

Несимметричные нагрузки, являясь потребителями токов и мощности прямой последовательности, одновременно представляют собой источники токов обратной и нулевой последовательностей. Эти токи, протекая по элементам системы электроснабжения (СЭС), вызывают в них дополнительные потери напряжения соответствующих последовательностей. От взаимодействия токов и напряжений разных последовательностей возникают искажающие потоки мощности обратного направления.

Поток мощности прямой последовательности направлен от электрических станций к потребителям; искажающие потоки мощности обратной и нулевой последовательностей имеют противоположное направление - от нагрузки в СЭС.

Следствием несимметрии токов по фазам является *перекос звезды вторичных напряжений* сетевых распределительных трансформаторов в 6-10/0,4 кВ и возникновение по фазам добавочных потерь. «Перекос» звезды, в свою очередь, отрицательно сказывается на работе световых электроприемников и двигателей, что приводит к резкому сокращению срока службы бытовых приборов и ламп накаливания на фазах с повышенным напряжением и вызывает увеличение потерь в двигателях.

При коэффициенте несимметрии в пределах его нормативного значения потери электроэнергии для асинхронных двигателей (АД) составляют 2,4 %, для трансформаторов - 4 %, для синхронных двигателей

(СД) - 4,2 % номинальных значений.

При несимметрии напряжения в 4 % срок службы полностью загруженного АД сокращается в 2 раза; при несимметрии в 5 % располагаемая мощность двигателя уменьшается на 5-10 %; при несимметрии в 10 % это уменьшение составляет 20-50 % (в зависимости от исполнения двигателя). На силовые трансформаторы несимметрия оказывает такое же влияние, как и на АД, т. е. вызывает дополнительный нагрев обмоток и снижение срока службы.

В СД при несимметрии напряжений наряду с возникновением дополнительных потерь и нагревом статора и ротора, могут проявляться опасные вибрации, вызванные вращающимися моментами, пульсирующими с двойной частотой. Эти моменты появляются как следствие взаимодействия магнитных потоков, созданных токами обратной последовательности в цепях статора и ротора, а также потоков, обусловленных токами прямой последовательности. При значительной несимметрии напряжений вибрация может вызывать разрушения сварных соединений.

Требования к K_{2U} и K_{0U} определены в ГОСТ 32144-2013. Однако в настоящее время сертификация электроэнергии проводится только по двум ПКЭ - установившемуся отклонению напряжения (δU_y) и отклонению частоты (Δf).

Согласно же Гражданскому кодексу РФ электроэнергия должна отвечать всем требованиям ГОСТа. Поэтому в договорах энергоснабжения и в технических условиях, которые выдает энергоснабжающая организация юридическому лицу или бытовому потребителю, должны быть оговорены все ПКЭ, а не только δU_y и (Δf).

Несинусоидальность напряжения вызывает дополнительные потери активной и реактивной мощностей, затрудняет компенсацию реактивной мощности с помощью батарей конденсаторов, сокращает срок службы изоляции электрооборудования, создает электромагнитные помехи системам автоматики, защиты и связи.

В сетях с источниками высших гармоник батареи конденсаторов либо отключаются защитой от перегрузок по току, либо выходят из строя в результате перегрева, приводящего к вспучиванию или даже к взрывам. Это обусловлено резонансом на частоте какой-либо из гармоник в контурах, образуемых емкостью батареи конденсаторов и индуктивностью сети. Дополнительные потери от высших гармоник в сетях электрических систем составляют 2-4 % от уровня потерь при синусоидальном напряжении, в сетях предприятий и электрофицированного железнодорожного транспорта они достигают 10-15 %.

Вследствие оценку качества электроснабжения потребителей целесообразно проводить в следующей последовательности:

- обоснование и установление необходимого числа показателей энергоэффективности для каждой из компонент;
- определение объективных нормативов и их допустимых границ для всех обследуемых показателей энергоэффективности;
- проведение комплексных энергетических обследований и определение фактических показателей энергоэффективности;
- оценка возможного экономического ущерба от отклонений фактических показателей энергоэффективности от нормативных;
- разработка плана мероприятий по улучшению обследованных показателей энергоэффективности различных компонент и определение технико-экономических показателей для данных мероприятий;
- сравнительная оценка величин ущерба по данным энергетического обследования с результатами предполагаемых мероприятий по улучшению показателей энергоэффективности;
- поиск оптимального плана мероприятий улучшения показателей энергоэффективности по сценарию наибольшего снижения ущерба от невыполнения нормативов.

Поиск оптимального плана может быть осуществлен по принципу анализа отклонений показателей энергоэффективности от их нормативных

значений с учетом весовых коэффициентов, которые учитывают важность или наибольший удельный вес в принятых критериях качества электро-снабжения. [16]

3.4. Разработка мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности

В ходе проведения проверки и энергоаудита промышленного предприятия для определения потенциала энергосбережения и экономии энергетических ресурсов были рекомендованы следующие мероприятия:

1. Замена ВЛ и КЛ на перегруженных линиях. Прокладка двух кабельных линий взамен существующих КЛЭП.
2. Отключение трансформаторов в режимах малых нагрузок на подстанции с двумя трансформаторами
3. Мероприятия по установке приборов учета: внедрение системы энергоучета с классом точности 1.0; установка счетчиков технического учета на границах электрических сетей.

Расчет экономического эффекта.

1. Мероприятия «Замена ВЛ и КЛ на перегруженных линиях. Прокладка двух кабельных линий взамен существующих КЛЭП»

Номинальное напряжение сети составляет $U_n=0,4$ кВ. Потребляемая расчетная мощность составляет $P_p=400$ кВт. Проложен кабель марки АВВГ-3*12+1*70 длиной $L=0,04$ км, удельное сопротивление $r=0,263$ Ом/км. Коэффициент мощности равен $\cos\varphi=0,85$. При этом время непрерывной работы предприятия составляет $T_n=2920$ часов (8-часовая смена в годовом исчислении)

Среднегодовое потребление :

$$\mathcal{E}_a = P_p \cdot T_n = 400 \cdot 2920 = 1168000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в кабельной линии составляют :

$$\Pi \mathcal{E}_a = (\mathcal{E}_a \cdot \mathcal{E}_a / (\cos \varphi \cdot \cos \varphi \cdot U_n \cdot T_n)) \cdot r \cdot L \cdot 0,001$$

$$\Pi \mathcal{E}_a = (1168000 \cdot 1168000 / (0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,4 \cdot 2920)) \cdot 0,263 \cdot 0,04 \cdot 0,001 = 42516 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Если разобьем потребление на два кабеля и по мощности нагрузки на 200 кВт

Среднегодовое потребление :

$$\mathcal{E}_a = P_p \cdot T_n = 400 \cdot 2920 = 1168000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в кабельной линии составляют :

$$\Pi \mathcal{E}_a = (\mathcal{E}_a \cdot \mathcal{E}_a / (\cos \varphi \cdot \cos \varphi \cdot U_n \cdot T_n)) \cdot r \cdot L \cdot 0,001$$

$$\Pi \mathcal{E}_a = (584000 \cdot 584000 / (0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,4 \cdot 2920)) \cdot 0,263 \cdot 0,04 \cdot 0,001 = 11114 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Соответственно, потери на двух участках равны $2 \cdot \Pi \mathcal{E}_a = 2 \cdot 11114 = 22228$ кВт·ч. Таким образом потери снизились на 20288 кВт·ч.

В соответствии с тарифом на покупку электроэнергии у ОАО «Екатеринбургэнергосбыт» на март 2015 года $3,572 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{руб} \cdot 20288 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 72468,7$ рублей.

2. Мероприятие «Отключение трансформаторов в режимах малых нагрузок на подстанции с двумя трансформаторами»

На питающей подстанции расположены два трансформатора типа ТМ-1000

Масса масла в одном трансформаторе равна 85 кг. При этом потери холостого хода трансформатора данного вида составляет 110 Вт, а короткого замыкания -600 Вт, напряжение короткого замыкания не превышает 4,5%.

В связи с графиком работы предприятия есть смысл выключать параллельный трансформатор на выходные два дня.

Откуда годовая экономия составит :

$$24 \text{ часа} \cdot 2 \text{ дня} \cdot 52 \text{ недели} \cdot 100 \text{ Вт} = 274560 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

В соответствии с тарифом на покупку электроэнергии у ОАО «Екатеринбургэнергосбыт» на март 2015 года $3,572 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{руб} \cdot 274560 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 980730$ рублей.

3. Мероприятие « Установка приборов учета: внедрение системы энергоучета с классом точности не выше 1.0 »

На границах технического учета электроэнергии электрических сетей установлены 4 прибора учета классом точности 1,5. Предполагается замена этих приборов учет на приборы с классом точности 0.5.

По приборам учета в среднем проходят 140000 кВт·ч

Погрешность измерений до замены приборов учета 2100 кВт·ч.

После замены приборов четов погрешность составит 700 кВт·ч. Итого экономия от данного мероприятия составит 1400 кВт·ч

В соответствии с тарифом на покупку электроэнергии у ОАО «Екатеринбургэнергосбыт» на март 2015 года $3,572 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{руб} \cdot 1400 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 5000,8$ рублей.

Данные мероприятия позволят решить следующие основные задачи энергосбережения:

- Обеспечение рационального использования топливно-энергетических ресурсов за счет реализации энергосберегающих мероприятий ;
- Повышение энергетической эффективности процесса передачи и распределения электроэнергии, снижение потерь;
- Сокращение потерь на собственные нужды питающих центров;
- Обеспечение точности, достоверности и единства и учета измерений топливно-энергетических ресурсов.

Выводы по третьей главе.

Из всего вышеизложенного можно сделать следующие выводы

1. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности следует рассматривать как один из основных источников будущего экономического роста. При этом оценивается эффект, который может быть получен за счет как технологических, так и организационных мероприятий, в том числе за счет совершенствования системы управления энергосбережением и повышением энергетической эффективности.

2. Для предприятия энергосбережение должно стать непрерывным процессом, подчиненным выстроенной на предприятии управленческой системе, это сделает устойчивым как процесс повышения энергоэффективности, так и в целом функционировании компании и более конкурентной на рынке.

3. В 2014 году было проведено повторное энергетическое обследование, что позволило провести анализ энергопотребления предприятия и дать рекомендации по энергосбережению:

- Замена ВЛ и КЛ на перегруженных линиях. Прокладка двух кабельных линий взамен существующих КЛЭП.
- Отключение трансформаторов в режимах малых нагрузок на подстанции с двумя трансформаторами
- Мероприятия по установке приборов учета: внедрение системы энергоучета с классом точности 1.0; установка счетчиков технического учета на границах электрических сетей.

4. Интенсификация производства привело к росту мощности нелинейных, несимметричных и резкопеременных нагрузок. Это уже привело к существенному увеличению уровня электромагнитных помех в электрических сетях предприятий и энергосистем, что, в свою очередь, ведет

к снижению надежности электроснабжения, увеличению потерь электроэнергии и снижению энергоэффективности.

Таким образом, качество электроэнергии играют большую роль в энергосбережении и повышении энергетической эффективности промышленных предприятий.

Заключение

Цель данной работы заключалась в следующем. Необходимо было разработать методику энергоменеджмента для промышленного предприятия.

Объектом исследования послужил Нижне-Исетский завод металлоконструкций.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить ряд задач, а именно:

- 1) Проанализировать состояние энергопотребления в промышленности как в целом по стране, так и на данном предприятии
- 2) Ознакомиться с нормативно - правовой базой для проведения энергетического обследования, а также детально проанализировать федеральный закон №261ФЗ «Об энергосбережении...»
- 3) На основании выполненного энергетического обследования завода составить общую картину о потреблённых энергоресурсах и системах электро-, тепло- и водоснабжения
- 4) Подвести итоги проведения энергообследования, выявить потенциал энергосбережения и оценить экономически инвестиции в энергосберегающие мероприятия.
- 5) Для определения эффективности энергосбережения промышленного предприятия был проведён комплексный энергоаудит. В ходе его проведения аудитором было обследовано всё производство в целом, использование всех энергетических ресурсов

Задачи энергоаудита промышленного производства:

— Энергоаудитор оценивает состояние энергопользования по факту, оценивает потери энергоресурсов, выявляет их причины.

— Разрабатывает подробный план мероприятий, при выполнении которых на промышленном производстве повысится эффективность энергопотребления и энергопользования.

— Находит резервы экономии энергетических ресурсов.

— Обосновывает проекты по модернизации производства и по совершенствованию технологий, которые помогут снизить затраты на энергопотребление.

— Даёт конкретные рекомендации по совершенствованию системы учета и контроля над энергопотреблением.

Потенциал энергосбережения определяется в ходе обследования отдельно по каждой системе энергоснабжения на основании результатов балансовых расчётов и нормативов потребления. Величина реализации потенциала энергосбережения для каждого конкретного объекта зависит от внедрения проекта, направленного на энергосбережение, комплекса энергосберегающих мероприятий и экономической целесообразности применения этих мероприятий.

В ходе проведения энергетического обследования предприятия и анализа использования ресурсов, был обозначен ряд энергосберегающих мероприятий. К ним относятся:

4. Замена ВЛ и КЛ на перегруженных линиях. Прокладка двух кабельных линий взамен существующих КЛЭП. Затраты по данному мероприятию составят в среднем 350000 рублей. Экономия энергоресурсов от внедрения предложенного мероприятия составит 1-2 % от общего потребления электроэнергии, в натуральном выражении это составит 20288кВт·ч а в стоимостном 72468,7рублей

5. Отключение трансформаторов в режимах малых нагрузок на подстанции с двумя трансформаторами. Затраты по данному мероприятию минимальны. Экономия энергоресурсов от внедрения предложенного мероприятия составит 5-6 % от общего потребления электроэнергии, в натуральном выражении это составит 274560кВт·ч а в стоимостном – 980730 рублей.

6. Мероприятия по установке приборов учета: внедрение системы энергоучета с классом точности 1.0; установка счетчиков технического учета на границах электрических сетей. Затраты по данному мероприятию составят в среднем 35000 рублей. Экономия энергоресурсов от внедрения предложенного мероприятия составит 0,03-0,05 % от общего потребления электроэнергии, в натуральном выражении это составит 1400 кВт·ч, а в стоимостном -5000, 8 рублей.

Кроме того необходимо выполнить следующие организационные мероприятия:

1. Осуществить перерасчёт тепловых потерь по договору трубопровода отопления на участке от границы балансовой принадлежности до точки установки узла.

2. Вывешивание плакатов по тематике энергосбережения.

3. Проведение семинаров с сотрудниками по теме энергосбережения.

4. Прослушивание сотрудниками курсов по энергосбережению.

Также была предложена методика энергоменеджмента, состоящая из 6 этапов.

1. Принятие обязательств. Назначение ответственного за энергоменеджмент.

2. Оценка эффективности использования энергии

3. Установка четких и конкретных целей, направленных на получение количественных и качественных результатов
4. Разработка плана действий
5. . Информирование, содействие и мотивация сотрудников
6. . Оценка результатов