

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Факультет химии и высоких технологий
Кафедра аналитической химии

Допустить к защите
Заведующий кафедрой
д-р хим. наук, проф.

 З.А. Темердашев
21 мая 2019 г.

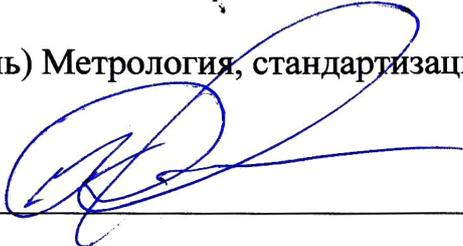
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, КАК ТОЧКА РОСТА ПРЕДПРИЯТИЯ.
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ СИСТЕМЫ
ЭНЕГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Работу выполнила  А.О. Черепович

Направление подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль) Метрология, стандартизация и сертификация

Научный руководитель
доц.  К.И. Соболев

Нормоконтролер
канд. хим. наук, доц.  О.Б. Воронова

Краснодар
2019

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Факультет химии и высоких технологий
Кафедра аналитической химии

Допустить к защите
Заведующий кафедрой
д-р хим. наук, проф.

_____ З.А. Темердашев
_____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, КАК ТОЧКА РОСТА ПРЕДПРИЯТИЯ.
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ СИСТЕМЫ
ЭНЕГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Работу выполнила _____ А.О. Черепович

Направление подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль) Метрология, стандартизация и сертификация

Научный руководитель

доц. _____ К.И. Соболев

Нормоконтролер

канд. хим. наук, доц. _____ О.Б. Воронова

Краснодар
2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Энергоэффективность	4
2 ГОСТ Р ИСО 50001-2012	10
2.1 Системный подход	11
2.2 Энергетическое планирование	13
2.3 Внедрение энергетического менеджмента.....	18
3 Основные сведения об организации	24
3 Сбор и анализ информации.....	26
4 Энергетический анализ	28
5 Мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности	36
Заключение	48
Список использованных источников	50
Приложение А	58
Приложение Б.....	59
Приложение В	60
Приложение Г.....	61

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существуют проблемы неэффективного и нерационального расходования энергоресурсов в Российских организациях. Уровень энергетической эффективности предприятия оказывает существенное влияние на его конкурентоспособность, что в условиях рыночной экономики напрямую влияет на занимаемую долю рынка. С учетом постоянного роста цен на энергетические ресурсы, влияние уровня энергетической эффективности на успешную деятельность предприятия усиливается с каждым годом, а вопрос повышения энергоэффективности производства приобретает первостепенную важность.

Чтобы лучше понять проблемы, возникающие в энергетическом секторе, и предложить эффективные решения, важно проанализировать, где, когда и сколько энергии потребляется на объектах.

Целью данной работы является повышение энергоэффективности предприятия с использованием инструментов системы энергетического менеджмента. Для достижения установленной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) Проведение энергетического анализа.
- 2) Проведение оценки энергетических результатов.
- 3) Выбор мероприятий по улучшению энергетических результатов.
- 4) Проведение оценки эффективности выбранного мероприятия.

1 Энергоэффективность

Термин «энергоэффективность» довольно сложно интерпретировать из-за своей однородности с термином «энергосбережение». Рассмотрим подробнее данное понятие: энергосбережение – это применение правовых, технических, экономических и других мер по уменьшению количества используемых энергетических ресурсов при сохранении положительного эффекта от их использования; это может быть использование возобновляемых и альтернативных источников энергии, а также других действий, являющихся энергосберегающими, учитывая, что затраты, исходящие от дополнительного потребления, не превышают сэкономленных денежных средств [1]. Если смотреть более широко, то энергоэффективность является неотъемлемой частью энергосбережения. Но принципиальная разница в том, что энергосбережение направлено на снижение количества энергопотребления, а энергоэффективность – полезное, или другими словами, эффективное использование энергоресурсов [2].

Управление энергопотреблением, как определено стандартом ISO 50001, направлено на постоянное улучшение энергетических характеристик, которое в широком смысле определяется как измеримые результаты, связанные с энергоэффективностью, использованием и потреблением [3]. Целостная системная точка зрения на управление энергопотреблением необходима для обеспечения того, чтобы многие важные виды деятельности организации были изучены и оптимизированы. Решения и технологические изменения для поддержания улучшений энергосбережения, содействуют постоянному совершенствованию и созданию стратегического плана управления энергией в организации [4].

Энергетическая эффективность является характеристикой, показывающей отношение полезного эффекта от использования ресурсов энергетических комплексов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях

получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю [5].

ГОСТ Р ИСО 50001 даёт следующее определение энергетической эффективности: это «отношение или другая количественная взаимосвязь между результатами работы, услуги, производственными товарами или энергией и потребленной энергией, поступившей на вход.» [3].

Энергетическую эффективность часто используют как показатель энергетических результатов, которые появляются при осуществлении измерений в процессе энергетического анализа, внутреннего или внешнего аудита [6].

Чтобы можно было охарактеризовать процессы производства, распределения (передачи) и потребления энергии, а также провести оценку потенциала использования энергосберегающих мероприятий на разных объектах (это может быть единица оборудования, цех, город, государство), а также доказать правильность и эффективность выбранного энергосберегающего мероприятия, используют критерии энергетической эффективности [7].

Если мы будем рассматривать именно деятельность человека, то можно прийти к выводу, что большие нерациональные потери энергии появляются при ее потреблении. Поэтому потребление энергии, является главным большим резервом энергосбережения на промышленных производствах и в быту [8]. Следовательно, наибольшее информативными будут считаться критерии энергетической эффективности, отражающие потребление энергоресурсов. Можно выделить три основных типа критериев:

- термодинамические;
- натуральные;
- экономические.

Как показала практика, наиболее распространенным из ряда термодинамических критериев считается термический коэффициент полезного действия. Чтобы произвести расчёт КПД в общем виде

необходимо найти отношение полученного полезного результата (эффекта) к общим затратам. А энергетический же КПД можно рассчитать, как отношение использованной энергии к израсходованной энергии [9].

К натуральным критериям относятся: удельный расход топлива на единицу сырья (на единицу стоимости продукции, на единицу выпускаемой продукции) и индикаторы (по другому их называют - частные критерии) являющиеся показателями энергетических результатов, характеризующие эффективное использование энергоресурсов на объектах ЖКХ [10]. Данный критерий делится еще на 3 подгруппы [11]:

- нормируемые показатели энергоэффективности, которые указаны в государственных стандартах, технические паспорта продукции, т.е. данные необходимые при подтверждении соответствия продукции (во время прохождения сертификации), энергетическом обследовании и энергетической экспертизе;

- показатели энергетической эффективности производственных процессов, которые указываются в стандартах организации и в энергопаспорте. Их используют, когда органами государственного контроля и надзора осуществляются проверки эффективного использования энергетических ресурсов и при проведении энергообследований;

- показатели осуществления мероприятий по энергосбережению, которые указываются в статистической данных или отчетности, а также в нормативно-правовых, программных и методических документах.

Финансово-экономические критерии можно подразделить на [12]:

- простые критерии – к ним относятся чистая прибыль, рентабельность инвестиций, срок окупаемости капитальных затрат;

- интегральные критерии – к ним относятся чистый дисконтированный доход (ЧДД), суммарные дисконтированные затраты (расходы за срок службы), срок возврата капитала, суммарные и удельные затраты (молодой ученый).

Ещё одним немаловажным экономическим критерием является современная приведенная стоимость. Он представляет собой разность рассчитанной экономии и капитальных затрат на проведение энергосберегающего мероприятия за рассматриваемый момент времени. Нужно отметить тот факт, что стоимость капитальных затрат и экономии используются с учётом ставки дисконта, т.е. с учетом банковского процента или инфляции. Приведенная стоимость является положительной, если срок окупаемости наступил, если нет – отрицательная [13].

Важным показателем, связанным с экономией ресурсов, является потенциал энергосбережения. Обычно его значение рассчитывают после энергетического анализа или аудита. Потенциал энергосбережения будем трактовать как максимальные потери энергии, которые можно вернуть (частично или полностью), используя соответствующие энергосберегающие мероприятия [14]. Существует физический метод оценивания потенциала энергосбережения, который использует физические величины. Его цель - это определение параметров эффективности энергоиспользования. Рассмотрим этапы метода оценивания [15]:

- определение объектов (это может быть цех, установка, технологическая линия или предприятие в целом) анализа;
- определение постоянных или переменных факторов (для каждого выбранного объекта), которые оказывают влияние на потребление энергетических ресурсов. Например, для технологического оборудования таким фактором служит выпуск продукции, для систем отопления - наружная температура, для систем передачи и преобразования энергии - выходная полезная энергия и т.д.;
- расчёт удельного энергопотребления по различным видам энергоресурсов и объектам. Оно равно отношению количества потребленной энергии к выпущенной продукции;
- выявление потерь у объектов (например: из-за утечек, простоев, недогрузки, неправильного использования и прочих выявленных нарушений);

– определение объектов со значительным потреблением энергетических ресурсов.

Параллельно или после завершения физического метода оценки проводится финансово-экономическое обоснование выводов (с применением выше упомянутых критериев), полученных на основании физического анализа. Необходимо не забывать, что, если новый процесс обладает наилучшими энергетическими характеристиками, он не всегда является экономически выгодным [16].

Потенциал энергосбережения реализуется через разработанный на его основе комплекс энергосберегающих мероприятий, которые можно классифицировать как [17]:

1) Малозатратные – (организационно-технические) – осуществляются в порядке текущей деятельности предприятия. Например: более экономное пользование ресурсами, соблюдение режимов эксплуатации, увеличение культуры производства, закупка более дешёвых источников энергии.

2) Среднезатратные – осуществляются за счёт средств предприятия. Например: замена старого оборудования на более эффективное, установка устройств управления, обучение и повышение квалификации сотрудников.

3) Высокозатратные – требуют дополнительных вложений и реализуются привлечением кредитов и займов. Например: закупка современной энергоэффективной техники, модернизация процессов и технологий, рекуперационные установки и др.

Главный смысл мероприятий в том, чтобы снизить потребление энергоресурсов и сохранить количество выпускаемой продукции. Возможен и другой вариант: при увеличении производительности предприятия – количество потребляемых энергетических ресурсов остаётся на том же уровне [18]. Учитывая этот факт, при внедрении мероприятий по повышению энергоэффективности мы увидим значительный рост экономического эффекта предприятия, конкурентоспособность продукции на мировом и отечественном рынке возрастет, потому что количество потраченной

электроэнергии на единицу товара уменьшается, следовательно, нет никакой необходимости поднимать цены. Высвобожденный капитал можно использовать для улучшения технологической оснащённости предприятия, что не только способствует малому расходу электроэнергии, но и минимизирует риски, делая производственный технологический процесс более безопасным [19].

Так исторически сложилось, что для отечественных предприятий первостепенным является только удовлетворение потребностей производственного процесса в необходимой ему энергии. А эффективности её использования не уделяют должного внимания [20]. Важно признать, что энергия – это такой же дорогостоящий ресурс, требующий менеджмента и не являющийся просто частью накладных расходов предприятия. Формирование понимания является первым шагом на пути к улучшению энергетической эффективности и уменьшению затрат предприятия. После этого необходимо сформировать и поддерживать систему энергетического менеджмента [21].

2 ГОСТ Р ИСО 50001-2012

В современном мире с увеличением спроса на энергетические ресурсы, увеличивается значимость энергоэффективности и энергосбережения. Существует достаточно мотивов для повышения энергоэффективности. Снижение энергопотребления уменьшает энергозатраты, что приводит к экономии финансовых затрат для потребителей. Получается, что экономия энергии компенсирует любые дополнительные затраты на внедрение энергоэффективных технологий [22].

В настоящее время одной из важнейших задач в решении вопросов энергоэффективности является формирование систематического структурированного подхода к организации управления, которое влияет на уровень энергопотребления предприятия, региона или страны в целом. Нормативной основой для формирования такой системы служат федеральные законы и требования стандартов энергоменеджмента [23].

Следом за принятым в Российской Федерации Федеральным законом № 261 " Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности..." был разработан и введён в действие 1 декабря 2012 года национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 50001 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению». Данный стандарт используется на добровольной основе. Он устанавливает требования к системе энергетического менеджмента. Соблюдение данных требований позволит компаниям разработать и внедрить энергетическую политику, определить энергетические цели и задачи, установить планы действий для достижения выбранных целей [24]. Стандарт в целом не устанавливает каких-либо конкретных критериев эффективности, а скорее фокусируется на выявлении значительного использования энергии и постоянном улучшении энергетических характеристик. Предписывающий пошаговый подход к внедрению системы энергоменеджмента поможет организации выполнить необходимые задачи за счет эффективного распределения ресурсов [25].

Управление энергопотреблением – это процесс организационных, технических или человеческих действий, позволяющий организациям использовать энергию более эффективно и снижать энергопотребление выгодным образом. Согласно этому определению, организационные меры включают финансовые, управленческие, стратегические аспекты или аспекты управления изменениями. в то время как человеческие действия относятся к индивидуальному поведению, власти или культурным аспектам [26].

Цель данного стандарта – дать возможность организациям разработать системы и процессы, необходимые для улучшения энергетической результативности, включая энергетическую эффективность, использование и потребление энергии. Предполагается, что внедрение настоящего стандарта приведет к уменьшению выбросов в атмосферу парниковых газов и других воздействий на окружающую среду, а также уменьшит затраты на энергию посредством систематического управления энергетическими ресурсами. Универсальность стандарта заключается в том, что он предназначен для организаций любых типов и размеров независимо от условий географического, культурного или социального характера [3].

2.1 Системный подход

Стандарт ГОСТ Р ИСО 50001-2012 базируется на концепции непрерывного улучшения, которая называется цикл «Plan-Do-Check-Act». Она позволяет интегрировать энергоменеджмент в ежедневную практическую деятельность организаций. Содержание шагов цикла отражает порядок действий реализации системного управления энергосбережением, представленного на рисунке 1 [27]:

– планирование (plan) – проведение энергетического анализа и определение базовых критериев, показателей энергетической результативности, постановка целей, задач и разработка планов

мероприятий, необходимых для улучшения энергетической результативности в соответствии с энергетической политикой организации;

- осуществление (do) – внедрение планов мероприятий в области энергетического менеджмента;

- проверка (check) – мониторинг и измерение процессов и ключевых характеристик операций, определяющих энергетическую результативность в отношении реализации энергетической политики и достижения целей в области энергетики, и сообщение о результатах;

- действие (act) – принятие действий по постоянному улучшению результативности деятельности в области энергетики и системы энергетического менеджмента.

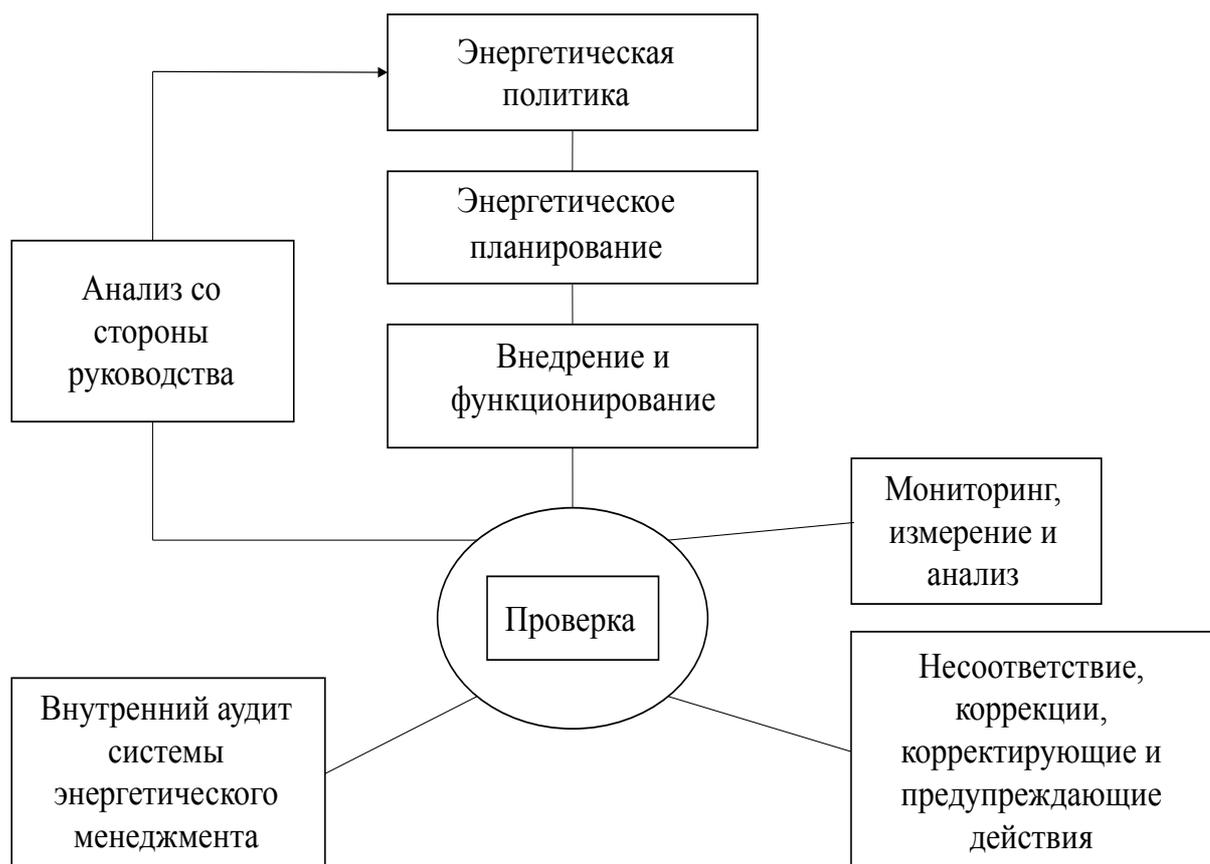


Рисунок 1 –Модель цикла непрерывного улучшения

Очень важно, чтобы данный циклический процесс все время повторялся. Поэтому необходимо правильно наладить планирование, назначить ответственных, определить, какие мероприятия необходимо внедрять, установить сроки, а затем реализовать их, провести сбор данных по энергосбережению и проанализировать [28]. Главное не забывать, что эффективность системы энергетического менеджмента строится не только на технических мероприятиях, но на грамотном управлении, поэтому нужно наладить мотивацию всего коллектива к энергосбережению. Только тогда любые изменения (организационные, технологические) будут положительно влиять на энергетическую эффективность предприятия [29].

Важным этапом в организации системы энергоменеджмента является формирование энергетической политики предприятия. Энергетическая политика – это не разовый директивный документ, а система мониторинга энергетической ситуации, прогноза возможных экономических и ресурсных тенденций, а самое главное, это – формирование и непрерывное совершенствование организационных, экономических и правовых механизмов, обеспечивающих надежное энергоснабжение и рациональное использование ТЭР [30]. Политика предприятия представляет собой официальное заявление руководства о генеральном направлении действий в области энергосбережения, которые создают основу для постановки целей и задач. Требования к политике в области качества содержатся в ГОСТ Р 50001 [31].

2.2 Энергетическое планирование

Основы энергоменеджмента определяются на этапе его планирования, которое должно согласовываться с энергетической политикой и вести к осуществлению действий, направленных на постоянное улучшение энергетических результатов деятельности организации. Энергетическое планирование - это процесс, который включает анализ деятельности

организации, которая влияет на энергетические показатели. Основной целью проведения деятельности по планированию в области энергопотребления является разработка мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности [32].

Энергопланирование охватывает следующие сферы деятельности [33]:

1) Законодательные и другие требования.

Организация должна определить и иметь доступ к существующим правовым и другим требованиям, которые она поддерживает и которые связаны с использованием энергетических ресурсов. К правовым обязательствам можно отнести:

- национальные и международные требования;
- требования, определенные на государственном или региональном уровне;
- местные правовые нормы.

К другим требованиям можно отнести:

- требования по контролю загрязняющих выбросов в атмосферу;
- соглашения с потребителями;
- добровольные принципы;
- требования торговых организаций;
- соглашения с другими компаниями и негосударственными организациями;
- публичные обязательства.

2) Анализ энергопотребления.

Энергетический анализ – это первый шаг в определении и выборе решений для повышения энергоэффективности. Основной задачей является изучение показателей энергопотребления, сравнение систем энергопотребления и определение альтернатив для улучшения [34].

Организация должна разрабатывать, документально закреплять и поддерживать анализ энергопотребления и энергетической эффективности. Методологические критерии по разработке анализа энергопотребления и

энергетической эффективности должны быть подтверждены соответствующими документами [35].

При составлении данного анализа необходимо:

- проводить анализ использования энергетических ресурсов на основе показаний приборов и других данных;
- на основе анализа использования энергетических ресурсов определить места значительного потребления, определить приоритеты и возможности для повышения энергетической эффективности, в том числе с использованием возобновляемых или альтернативных источников энергии.

Энергетический анализ необходимо проводить через запланированные промежутки времени, которые определяются организацией, чтобы владеть актуальной информацией о энергопотреблении [36].

3) Определение базового энергопотребления (энергетической базовой линии).

Энергетические базовые линии – это количественные характеристики, которые применяются для сравнения показателей энергетических результатов через выбранный промежуток времени и выражают в количественной форме произошедшие изменения в энергетических результатах [37]. Стандарт ISO 50001 требует, чтобы организация установила базовый уровень энергии, используя информацию, полученную в первоначальном обзоре энергии. Изменения энергетической эффективности будут затем измеряться по отношению к базовой линии. Кроме того, организация должна определить показатель энергоэффективности, который должен быть соответствующим по сравнению с базовым уровнем энергии [38].

Корректировка значений базового энергопотребления должна производиться только тогда, когда:

- индикаторы энергетической эффективности уже не показывают правдивое использование энергетических ресурсов организацией;

– в процессах или энергетических системах происходили значительные изменения [39].

Базовое потребление должно документироваться в соответствии с выбранной методикой.

4) Индикаторы (показатели) энергетической эффективности.

Стандарт требует, чтобы организация осуществляла и поддерживала деятельность, связанную со значительным использованием энергии, устанавливая критерии для каждого из них и эксплуатируя их в соответствии с этими критериями [40]. Эти критерии контроля должны быть доведены до персонала, назначенного для этих процессов. Организация должна определить показатели энергетической эффективности, в соответствии с которыми впоследствии будет производиться оценка энергетической эффективности. Методика определения и обновления показателей энергетической эффективности должна подтверждаться соответствующими документами и регулярно пересматриваться [41].

Показатели энергетической эффективности по мере необходимости должны актуализироваться и регулярно сравниваться с показателями базового энергопотребления.

5) Цели, задачи и план мероприятий по энергетическому менеджменту.

После определения значительного использования энергии, переменных, влияющих на значительное использование энергии и возможности повышения энергоэффективности, организация должна установить энергетические цели, задачи и планы действий. Определение энергетических целей является еще одним шагом в энергетическом планировании. Они могут быть общими (цели, поставленные на глобальном уровне и применяемыми ко всей организации) или специальными (цели, разработать общую цель и определить показатели мониторинга) [42]. Цели разрабатываются с использованием политики, стратегий организации и выявленных возможностей, которые должны соответствовать энергетической

политике. Необходимо задокументировать и утвердить энергетические цели и задачи на соответствующих уровнях организации [43].

План действий - это «список дел», который необходимо установить для достижения желаемых результатов (целей и задач). Он должен содержать [44]:

- распределение ответственности;
- сроки и средства достижения поставленных целей;
- описание метода, с помощью которого будет проводиться проверка улучшения энергетических результатов;
- изложение метода проверки полученных результатов.

На рисунке 2 представлен процесс энергетического планирования.



Рисунок 2 – Процесс энергетического планирования

Стандарт ISO 50001 требует интенсивного процесса оценки использования энергоресурсов для определения показателей энергетических

результатов и потенциала энергосбережения, на основе которых может быть достигнуто целевое сокращение энергии [45].

2.3 Внедрение энергетического менеджмента

Перед тем как разрабатывать и внедрять систему энергетического менеджмента необходимо провести анализ текущей ситуации и достигнутых результатов в управлении. Для оценки данного анализа используют уровни управления потреблением энергоресурсов, представленные в таблице 1, которые соотносят с уровнем потребления исследуемой организации [46].

Таблица 1 – Уровни управления потреблением энергетических ресурсов в организации

Уровень управления	Описание
Уровень 0	Отсутствие энергетической политики, энергоменеджмента, учёта энергопотребления, пропаганды энергосбережения среди сотрудников. Не вкладываются инвестиции в повышение энергетической эффективности.
Уровень 1	Отсутствие энергетической политики, однако существует в письменной форме набор рекомендаций. Существуют простые системы учёта. Пропаганда ведется через неофициальные источники. Внедряются малозатратные мероприятия.
Уровень 2	Энергополитика существует, но не принята официально. Осуществляется мониторинг энергетических результатов по коммерческим счётчикам. Некоторые сотрудник обучаются по энергосбережению. Вкладываются инвестиции для повышения энергоэффективности только при маленьком сроке окупаемости.

Продолжение таблицы 1

<p>Уровень 3</p>	<p>Энергетическая политика заявлена официально, однако отсутствует приверженность высшего руководства. Повышение компетентности всего персонала по вопросам энергосбережения. Также приветствуются инвестиции только при маленьком сроке окупаемости.</p>
<p>Уровень 4</p>	<p>Высшее руководство выражает свою приверженность и заинтересованность в улучшении энергорезультатов, путём формирования энергетических целей, задач, планов, политики, а также поминает необходимость проведения анализов, мониторинга и постоянного улучшения. Ответственности за энергосбережение чётко распределены. Оцениваются разные варианты инвестирования в покупку современного энергоэффективного оборудования, модернизации производственной деятельности или нового строительства.</p>

Внедрение и эксплуатация СЭМ в организации состоит из элементов, представленных на рисунке 3.

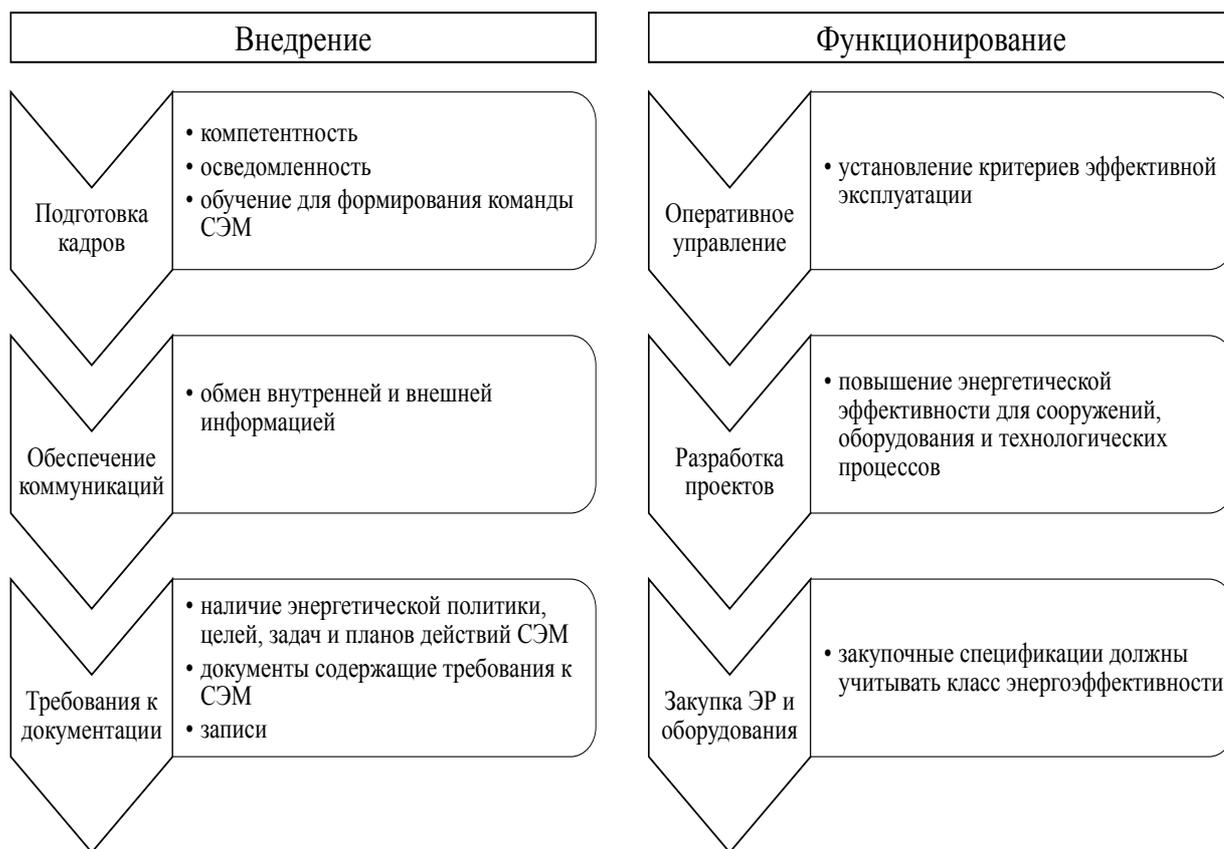


Рисунок 3 – Состав процессов внедрения и функционирования системы энергетического менеджмента

Деятельность по внедрению не может быть реализована без мотивации и участия сотрудников. Для большинства рабочих, экономия электроэнергии не означает экономию затрат для себя, как в случае внутреннего использования. Следовательно, обращение к энергии с точки зрения затрат может оказать более слабое влияние на мотивацию на рабочем месте. Сотрудники – сила управления энергией, однако они также могут стать препятствием до полной реализации системы. По этой причине их необходимо информировать и мотивировать их к участию [47].

Коммуникации о энергопотреблении позволяют применять правильные энергетические практики. Для успешного достижения цели, общение и отчетность очень важны. Стандарт требует, чтобы организация установила и внедрила методологию коммуникации, которая позволяет сотрудникам комментировать или предлагать изменения касательно системы энергетического

менеджмента. Сотрудники могут высказывать предложения по использованию энергии, а также по другим параметрам процесса. В некоторых организациях обязательно поднимаются вопросы об энергетических результатах [48].

Что касается системы документирования, то стандарт требует наличия обязательных документов, которые включает область действия и границы, энергетическую политику, энергетические цели, целевые показатели и планы действий и другие документы, определенные организацией как необходимые. Эти документы должны контролироваться, что включает в себя поддержание методологии для утверждения, просмотра и обновления документов, определения текущего и предыдущего статуса редакции, обеспечения доступности текущих документов в месте их использования, чтобы предотвратить использование устаревших документов, идентификации и разборчивости документа, идентификация и контроль документов внешнего происхождения [49]. Другими словами, документация системы управления может быть разделена на документы, которые обеспечивают руководство, а именно «как осуществлять деятельность» и документы, подтверждающие осуществление деятельности. Обе группы очень важны для обеспечения успешного функционирования организации и отслеживания деятельности [50].

Использование стандарта ГОСТ Р ИСО 50001 в качестве основы для формирования системного управления процессом энергосбережения обеспечивает получение следующих эффектов от внедрения [51]:

- построение действенной системы непрерывных улучшений в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. По сути дела, постоянное улучшение деятельности и повышения энергетической эффективности становится одной из стратегических целей компании, для чего разрабатываются и реализовываются различные инструменты реализации цикла постоянного улучшения, выстраивается многоуровневая

система целеполагания в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

– прозрачная и управляемая деятельность в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Обеспечивается детальная регламентация деятельности по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, четкое описание взаимодействий между подразделениями компании, между компанией и заинтересованными сторонами, определяются ключевые показатели эффективности деятельности в области энергосбережения;

– обученный и мотивированный на энергосбережение и повышение энергетической эффективности персонал. Реализуется многоступенчатый цикл обучающих семинаров персонала компании по вопросам энергетического менеджмента (в том числе, и по вопросам определения, оценивания эффекта и мониторинга мероприятий по энергосбережению), формируются межфункциональные рабочие группы по вопросам энергосбережения и повышения энергетической эффективности, выстраивается система мотивации персонала;

– повышение имиджа и инвестиционной привлекательности компании. Обеспечивается за счет декларации компанией признания вопросов энергосбережения и повышения энергетической эффективности одними из важнейших, а также сертификации системы энергетического менеджмента на соответствие требованиям стандарта ISO 50001 независимым органом по сертификации;

– обеспечение устойчивого развития компании. Выражается в учете требований в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в процессе планирования инвестиций, обеспечении снижения уровня воздействий на окружающую среду за счет снижения уровня энергопотребления [52].

– улучшение финансовых показателей компании за счет прямой экономии всех видов энергоресурсов, а также использование энергосберегающих и альтернативных технологий.

Существуют и эффекты от мероприятий по энергосбережению и энергоэффективности, которые являются частью эффектов от внедрения, но имеют уточнения. Рассмотрим данные эффекты [53]:

1) Энергетические – экономия энергетических ресурсов (электроэнергии, топлива, воды и другие), происходит улучшение энергетических показателей здания.

2) Экологические – воздействие на окружающую среду уменьшается или исчезает вовсе (например: выбросы в атмосферы, загрязнение почвы, производственные отходы).

3) Экономические – увеличение значений таких показателей как производительность, товарооборот. Характеризует стабильность организации на рынке.

4) Финансовые – уменьшение платежей за пользование энергоресурсами (например: коммунальные платежи), окупаемость мероприятий.

Решение таких многоплановых задач, как энергосбережение и достижение энергоэффективности в производстве требует научно-управленческого подхода. Организации, в которых ранее не было структурированного и целенаправленного управления энергосбережением и энергоэффективностью, могут достичь экономии энергии в течение первых двух лет в объеме 10-20 % за счет организационных мер по системному управлению энергосбережением и энергоэффективностью [55].

3 Основные сведения об организации

Для анализа энергетической эффективности и разработки мероприятий по внедрению энергетического менеджмента была выбрана организация ООО «Traveler's Coffee», которая находится по адресу: город Краснодар, улица Красная 33. Основным видом деятельности является предоставление услуг общественного питания.

Помещение, в котором находится кафе арендуется по договору аренды нежилого помещения у ООО «Дальневосточная Инновационная Компания». Общая площадь составляет 262,1 кв.м.

Арендуемое помещение располагается на 2х этажах (подвальное помещение и 1 этаж). Подвальное помещение является производственным и состоит из следующих цехов:

- горячий цех;
- холодный цех;
- кондитерский цех;
- заготовочный цех;
- склад.

1 этаж предназначен для обслуживания посетителей. Помещение включает:

- зал (80 посадочных мест);
- зона бара, где происходит процесс приготовления напитков и выдачи десертов;
- санузел (3 комнаты для клиентов и 1 для сотрудников);
- помещение мойки и раздачи.

Режим работы кафе для посетителей с 08:00 до 24:00 (16 часов), а для сотрудников с 07:00 до 01:00 (18 часов) без выходных.

В меню кафе входят следующие основные разделы:

- кофе;

- горячий шоколад;
- авторские напитки;
- чай;
- холодные коктейли;
- завтраки;
- десерты;
- салаты;
- супы;
- сэндвичи;
- горячие блюда;
- гарниры.

Арендуемое помещение располагается в жилом доме и энергетические ресурсы, а именно электрическая энергия, тепловая энергия, горячая вода, холодная вода поступают централизованно. Также используется центральная вентиляционная система.

3 Сбор и анализ информации

Сбор информации происходил в процессе общения с директором ООО «Дальневосточная Инновационная Компания» и администратором ООО «Traveler's Coffee». Для анализа были предоставлены следующие документы:

- договор аренды;
- договор электроснабжения;
- план помещения подвала (Приложение А); и 1 этажа (Приложение Б);
- план расстановки технологического оборудования;
- план расстановки светильников;
- квитанции о потреблении электроэнергии за 2018 год;
- сведения об оборудовании и осветительных приборах.

В соответствии с рассмотренными (в 1 части работы) уровнями управления потреблением энергетических ресурсов, исследуемую организацию можно отнести между уровнями 0 и 1. Энергетическая политика и письменный набор рекомендаций от высшего руководства по управлению энергоресурсами отсутствуют, не ведётся пропаганда по энергосбережению, однако в 2017 году было принято решение заменить все старые (галогенные) лампочки в подвальном помещении на светодиодные, что демонстрирует применение среднетратных мероприятий по энергосбережению. Это мероприятие имело лишь локальный характер и не сопровождалось анализом потребления электроэнергии до и после замены ламп, а также не осуществлялись соответствующие записи.

Поскольку кампания занимает, можно сказать, низший уровень управления, необходимо постепенно проводить мероприятия по внедрению системы энергетического менеджмента, чтобы донести важность эффективного использования ресурсов до сотрудников и вовлечь их в процесс, а также постепенно внедрить в практику проведения мониторинга и

контроля энергетических показателей. Это не быстрый, требующий анализа большого массива данных процесс, поэтому нами будут рассмотрены только некоторые мероприятия по внедрению энергоменеджмента, а именно проведение энергетического анализа и идентификация возможных улучшений энергетических результатов с расчётом финансово-экономического эффекта от внедрения.

4 Энергетический анализ

В ходе анализа полученных данных нам удалось выявить динамику потребления электроэнергии за 2018 год, представленную на рисунке 4.

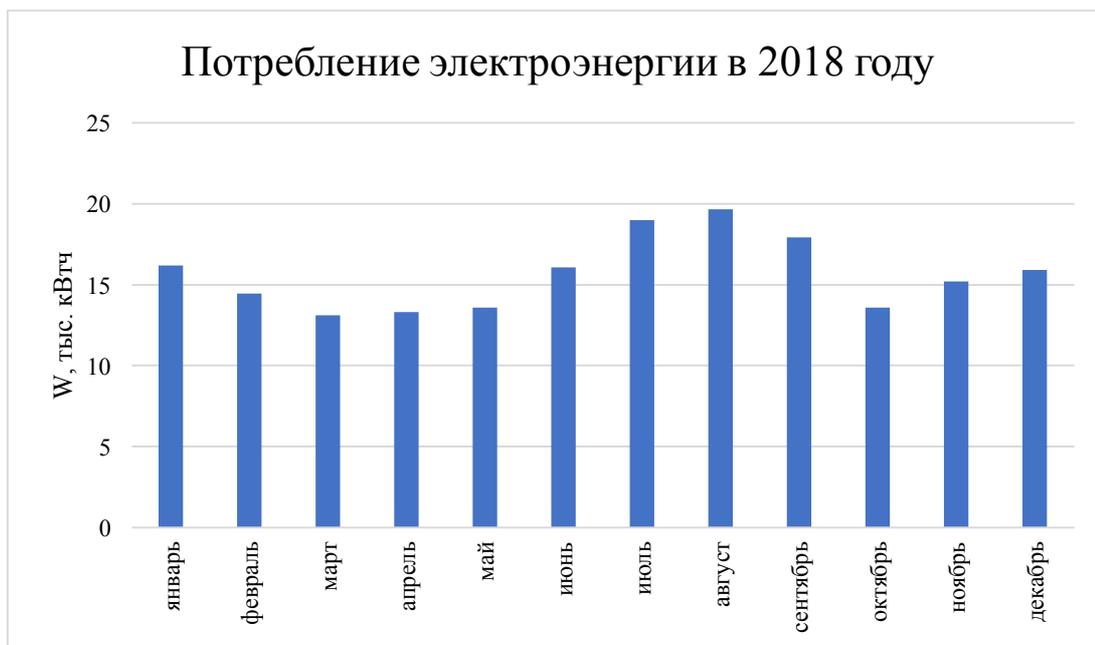


Рисунок 4 – Динамика потребления электроэнергии по месяцам за 2018 год

По данной диаграмме видно, что минимальное энергопотребление приходится на весенний и осенний периоды, а максимальное на летний и зимний периоды. Это может быть связано с сезонными изменениями температуры окружающей среды. На рисунке 5 представлена диаграмма изменения среднемесячной температуры в течении 2018 года (по данным Гидрометцентра).

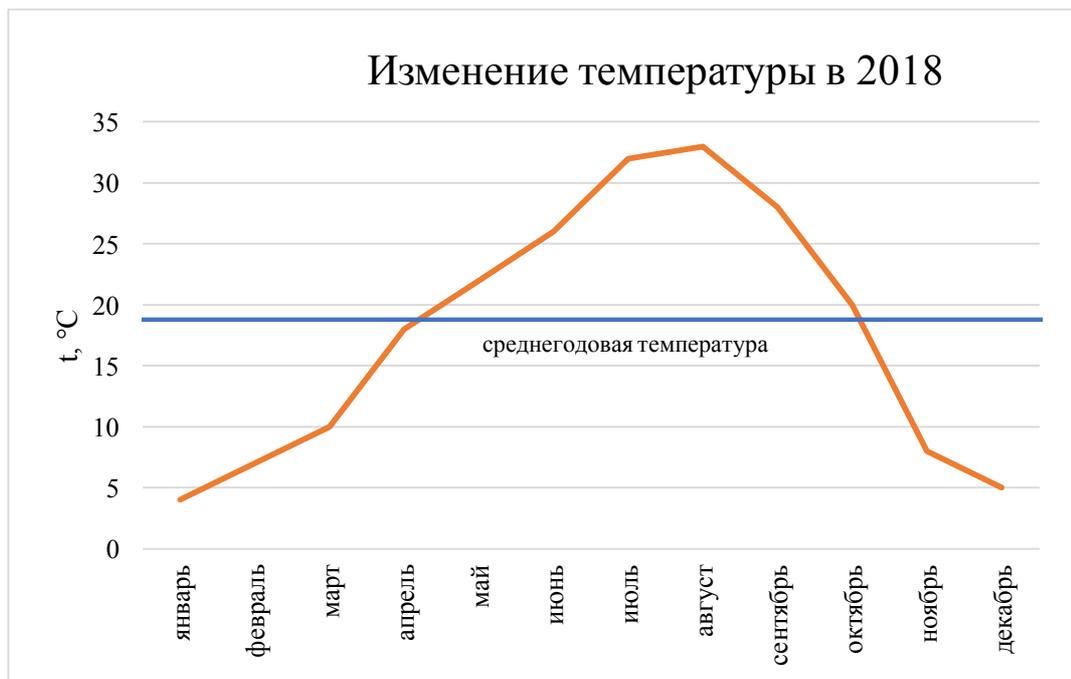


Рисунок 5 – Динамика изменения температуры в 2018

По данной диаграмме видно, что пик высокой температуры приходится на август месяц, что соответствует наибольшему потреблению электроэнергии на рисунке 1 (прямая зависимость). Вероятно, это связано с тем, что в жаркое время года температура в помещении поддерживается в оптимальном состоянии за счёт работы кондиционеров, потребляющих большое количество электроэнергии, так как потребление электроэнергии на освещение в течении года постоянно, а средний чек за месяц примерно равен среднегодовому (со слов управляющего), что тоже, хоть и косвенно, свидетельствует о том, что затраты электроэнергии на приготовление еды и напитков тоже условно-постоянны. В зимний период времени наблюдается обратная зависимость пика потребления электроэнергии от низкой температуры. Как и в летний период, это связано с необходимостью поддержания оптимальной температуры в помещении за счет обогрева кондиционерами, так как центрального отопления недостаточно, в виду того, что двери кафе постоянно отрываются/закрываются большим числом посетителей. Так же следует отметить, что летний пик потребления электроэнергии больше, чем зимний. Это связано с тем, что в режиме

охлаждения кондиционеры потребляют больше электроэнергии, чем в режиме обогрева.

Чтобы убедиться в зависимости роста потребления электроэнергии от сезонных колебаний температуры нами была построена диаграмма рассеяния, представленная на рисунке 6 [55].

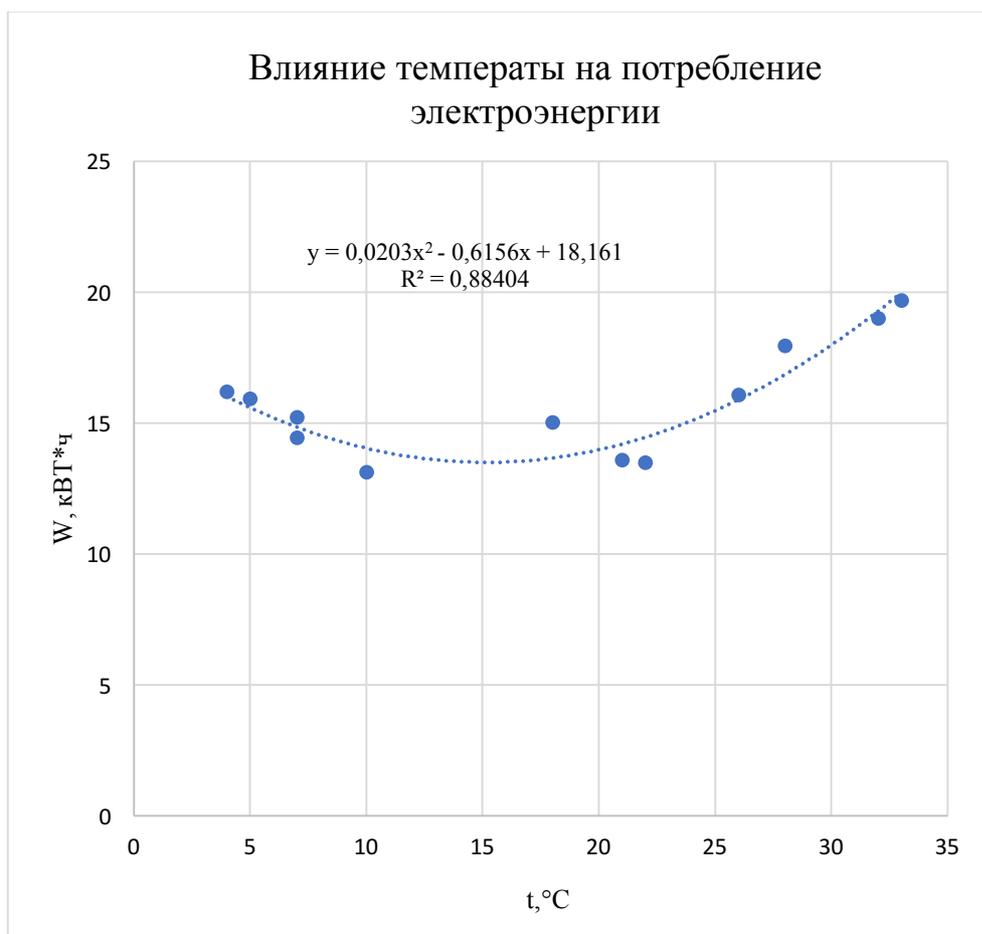


Рисунок 6 – Диаграмма рассеяния двух переменных

По данной диаграмме мы наблюдаем полиномиальную линию тренда второй степени, т.к. значения данных попеременно возрастают и убывают. Точки распределены около математической функции (линии тренда), а коэффициент детерминации R^2 равен 0,88404, что указывает на наличие достаточно сильной взаимосвязи. Это значит, что рост потребления электроэнергии на 88% зависит от среднемесячной температуры, а на долю других факторов приходится 12%.

Далее по основным группам оборудования (осветительное, технологическое и климатическое) определим области значительного использования энергетических ресурсов, то есть долю потребления каждой группы по отдельности.

Для начала рассчитаем потребление электроэнергии группы «Осветительное оборудование», зная основные характеристики ламп, их количество и режим работы. Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчёт расхода электроэнергии группы «Осветительное оборудование»

	№	Светильники	Тип лампы	Мощность, кВт*ч	Кол-во, шт	Коэф-т использования	Потребление, кВт в год	Расходы за год, тыс руб
1 этаж	1	Светильник подвесной Felt Shade	Накаливания	0,060	14	0,75	5518,800	35,029
	2	Светильник подвесной Bell Pendant	Накаливания	0,060	8		3153,600	20,016
	3	Встраиваемые потолочные светильники AIXLIGHT	Галогенная	0,050	10		3285,000	20,850
	4	Встроенный точечный светильник NEW TURNO MR 16	Галогенная	0,035	61		14026,950	89,033
	5	Люминесцентная трубчатая лампа	Люминесцентная	0,036	4		946,080	60,05
	6	Светильник встраиваемый SLV AIXLIGHT для 2х ламп	Галогенная	0,100	4		2628,000	16,680
Подвал	1	Встроенный точечный светильник	Светодиодная	0,018	22		2601,720	16,513
ИТОГО					123		32160,150	204,131

По данной таблице видно, что потребление электроэнергии осветительными приборами за 2018 год составляет – 32 160,150 кВт*ч.

Зная, что в марте месяце кондиционеры не потребляли электрическую энергию (центрального отопления было достаточно для поддержания оптимальной температуры в помещении), можно рассчитать количество потребленной электроэнергии по группе «Технологическое оборудование» за год. Как упоминалось ранее, расход электроэнергии данной группы по месяцам – условно-постоянный, а это значит, что, умножив значение всей потребленной электроэнергии в марте на двенадцать (число месяцев в году) и отняв из полученного значения годовое потребление электроэнергии группы «Осветительное оборудование» мы получим примерное потребление электроэнергии группы «Технологическое оборудование». Количество потребленной энергии технологическим оборудованием $W_{\text{т.о год}}$, кВт*ч рассчитаем по формуле 1

$$W_{\text{т.о год}} = (W_{\text{март}} \times 12) - W_{\text{о.о год}} \quad (1)$$

где

$W_{\text{март}}$ – потребление электроэнергии в марте, кВт*ч;

$W_{\text{о.о год}}$ – годовое потребление электроэнергии группы «Осветительное оборудование», кВт*ч.

$$W_{\text{т.о год}} = (13\,107 \times 12) - 32\,160,150 = 125\,123,850 \text{ кВт*ч.}$$

Зная годовое потребление по группам «Осветительное оборудование» и «Технологическое оборудование», рассчитаем годовое потребление группы «Климатическое оборудование» $W_{\text{к.о год}}$, кВт*ч по формуле 2

$$W_{\text{к.о год}} = W_{\text{общ год}} - W_{\text{о.о год}} - W_{\text{т.о год}} \quad (2)$$

где

$W_{\text{общ год}}$ – годовое потребление электроэнергии всех групп оборудования, кВт*ч.

$$W_{к.о} = 188\,044,000 - 32\,160,150 - 125\,123,850 = 30\,760 \text{ кВт*ч.}$$

Для наглядности изобразим полученные результаты на рисунке 7.

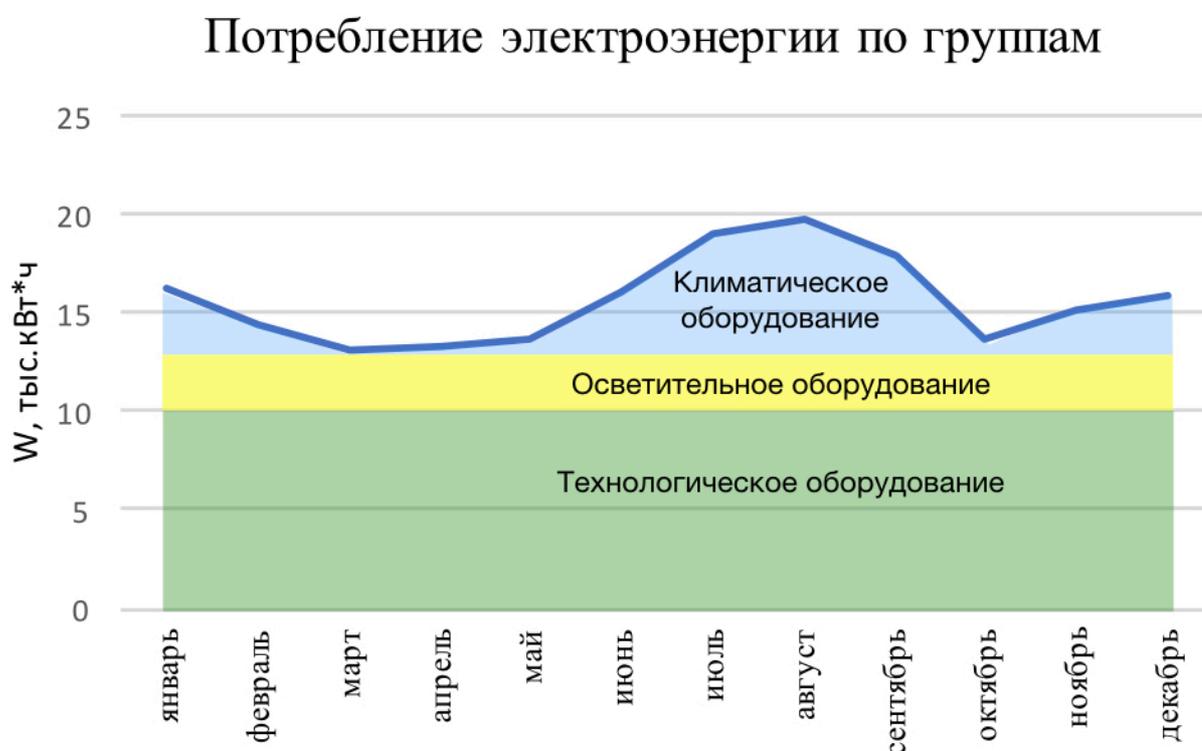


Рисунок 7 – Диаграмма потребления электроэнергии по всем группам

Доля потребления каждой группы представлена на рисунке 8.

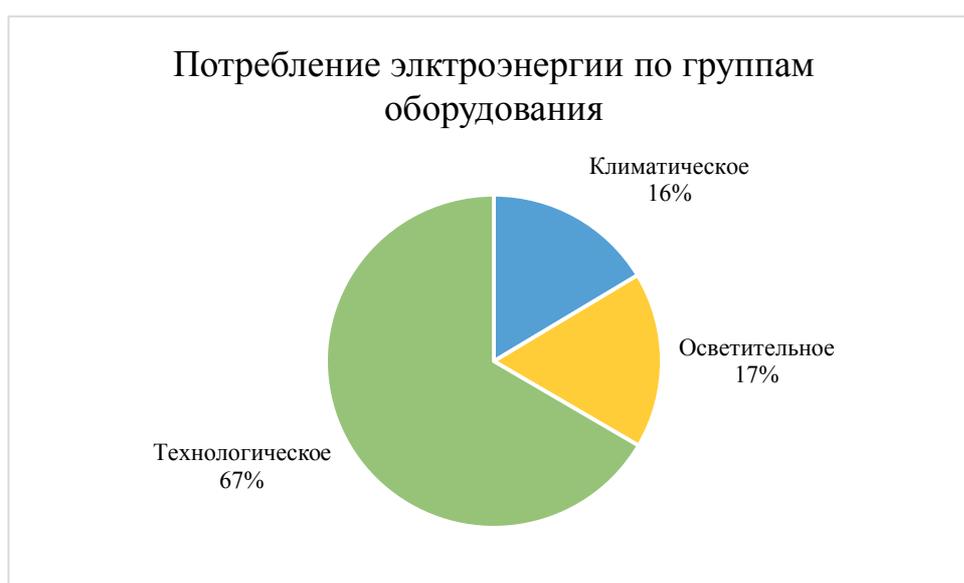


Рисунок 8 – Диаграмма потребления электроэнергии всех групп в долях

Анализ полученных данных показывает, что:

1) Основным потребителем электрической энергии является группа «Технологическое оборудование». Это обусловлено родом деятельности организации, поскольку он требует использования энергоёмкого оборудования. Перечень оборудования представлен в Приложении В.

2) Потребление электроэнергии группой «Осветительное оборудование» примерно равно потреблению группы «Климатическое оборудование», однако существует разница в режимах работы. Желтая область на рисунке 7 свидетельствует о том, что освещение стабильно потребляет одну и ту же величину электроэнергии каждый месяц на протяжении года. А область, отмеченная голубым цветом, означает переменный режим использования, который зависит от климата в регионе.

5 Мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности

Нами был сформирован перечень мероприятий, которые позволят значительно повысить энергоэффективность данной организации.

Малозатратные/беззатратные мероприятия:

- 1) Заявить о энергетической политике документально (руководство должно продемонстрировать свою приверженность).
- 2) Определить показатели энергетической эффективности по группам электрооборудования.
- 3) Назначить ответственного, который будет осуществлять мониторинг энергетических результатов.
- 4) Определить режим рационального использования технологического оборудования, исключив работу на «холостом ходу».
- 5) Составить план проверки технического состояния оборудования.
- 6) Осуществлять мониторинг энергетических результатов через запланированные интервалы времени.
- 7) Создать систему документирования.
- 8) Обучать персонал: рассказать о текущей ситуации потребления энергоресурсов и о том, какой скрывается энергетический потенциал в эффективном их использовании, объяснить цели компании по энергоменеджменту, принципы энергоэффективности и энергосбережения, рассказать о показателях энергоэффективности [56].

Малозатратные мероприятия, которые по своей сути являются организационными формируют понимание философии энергоменеджмента, структурируют и стандартизируют работу сотрудников и без особых вложений помогают значительно повысить энергоэффективность организации и снизить энергопотребление. Выполнив малозатратные мероприятия, можно смело переходить на следующую ступень и с

пониманием вкладывать сэкономленные денежные средства на среднетратные мероприятия [57].

Среднетратные мероприятия:

- 1) Замена ламп на светодиодные.
- 2) Установка датчиков движения в уборных комнатах.
- 3) Установка тепловой завесы над входной дверью.
- 4) Установка счётчиков по группам электроприёмников.

Данный вид затрат предусматривает относительно небольшие вложения, срок окупаемости которых также не велик и может достигать до 2х лет.

Высокотратные мероприятия:

- 1) Замена технологического оборудования на энергоэффективное, а именно: электрических плит на индукционные варочные панели, духовых шкафов на пароконвектоматы.

Для того чтобы определить какое оборудование нужно заменить или модернизировать, необходимо провести тщательный анализ потребления каждой единицы за выбранный промежуток времени. Важно оценить потенциал проводимого мероприятия, чтобы определить насколько будет эффективно осуществление замены выбранного оборудования [58].

Известны также другие технические решения в этой области, с которыми можно ознакомиться в Приложении Г.

На примере среднетратного мероприятия, а именно проведение замены ламп на светодиодные, выполним финансово-экономический расчёт и проведём оценку потенциала энергосбережения энергетических ресурсов.

Наш выбор обусловлен тем, что данное мероприятие является среднетратным и имеет большой потенциал экономии электроэнергии, т.к. у большинства установленных ламп (накаливания и галогенные) энергоэффективность ниже, чем у предложенных. Также данное мероприятие позволит сэкономить денежные средства, которые, по сути, являются ресурсами для инвестирования в мероприятия такого же рода или в более высокотратные.

Как видно из таблицы 2 группа «Осветительные приборы» состоит из 4х типов ламп (накаливания, галогенные, люминесцентные, светодиодные). Рассмотрим основные преимущества и недостатки от использования каждого типа.

Лампы накаливания, в большинстве случаев, используются для местного и декоративного освещения. К основным преимуществам относятся [59]:

- низкая стоимость (самая низкая из всех типов рассматриваемых ламп);
- нет необходимости в пускорегулирующем оборудовании, мгновенное зажигание при включении.

Главными недостатками являются:

- низкий коэффициент полезного действия (КПД) равный 5-15%, остальная энергия преобразуется в тепловую;
- пожарная опасность, т.к. они обладают способностью нагреваться;
- низкая световая отдача (энергоэффективность) – 12-17 лм/Вт;
- механически чувствительны (не выдерживают удары и вибрации);
- маленький срок службы – 1 000 часов.

Стоит отметить, что с 2005 года в некоторых странах на законодательном уровне запретили производство и продажу низкоэффективных ламп накаливания, с целью экономии энергии. Ранее использованные лампы, рекомендовано заменить на энергосберегающие.

Галогенные лампы относятся к типу газоразрядных ламп. В колбу закачены пары галогенов (брома или йода). Маленькие размеры галогенных ламп используют в качестве точечного освещения, например, для расставления световых акцентов в помещении [60].

Преимуществом таких ламп является:

- удобны в применении;

- светоотдача лучше, чем у ламп накаливания – 16-23 лм/Вт.

Недостатки:

- КПД равен около 20%;
- срок службы приблизительно 2 000 часов;
- выделение тепла высокое, но ниже, чем у ламп накаливания;
- чувствительны к частым включениям;
- специальная утилизация не требуется.

Люминесцентные лампы, также являются газоразрядными. Они изнутри покрыты своим люминофора. Такие лампы нашли широкое применение в местном освещении рабочих пространств их ещё называют компактными люминесцентными лампами, наружном освещении и фасадов зданий [53].

Перечислим преимущества данных ламп:

- КПД равен 45-75%;
- высокая светоотдача;
- быстрое зажигание без мерцания;
- низкая температура нагрева;
- световая отдача – 52-100 лм/Вт;
- высокий индекс цветопередачи – это значит, что цвет излучаемого света соответствует тому, что мы видим;
- срок службы около 12 000 часов.

К недостаткам относятся:

- стоимость больше, чем у предыдущих типов ламп;
- чувствительность к влажным помещениям;
- небезопасны, т.к. содержат пары ртути, которые при повреждении лампы высвободятся и нанесут вред здоровью человека;
- требуют утилизации.

Светодиодные лампы. Применяют повсеместно (бытовое, декоративное, уличное освещение) и, благодаря своим характеристикам и широкому ассортименту, является наиболее популярным [53].

Основными преимуществами является:

- КПД равен 70-100%;
- удобны в применении;
- длительный срок службы (реальный) – 50 000 часов;
- световая отдача до 200 лм/Вт;
- высокопрочные;
- безопасные;
- экологичные – не содержат химически вредных элементов и паров, которые могут высвободиться.

Недостатками являются:

- высокая стоимость;
- необходимость использования светодиодных источников питания

(LED-драйверов).

Исходя из вышеперечисленных характеристик, можно сделать вывод, светодиодные лампы являются самыми энергоэффективными. С учетом всего срока их службы они особенно экономичны, поэтому затраты на покупку в скором времени компенсируются.

Дополнительным преимуществом является цветовая температура – это оттенок света, поступающий из лампы. Светодиодные лампы имеют диапазон от 1800К до 6600К. Чем меньше значение, тем более теплое свечение лампы мы можем наблюдать [54]. Графически это представлено на рисунке 9.

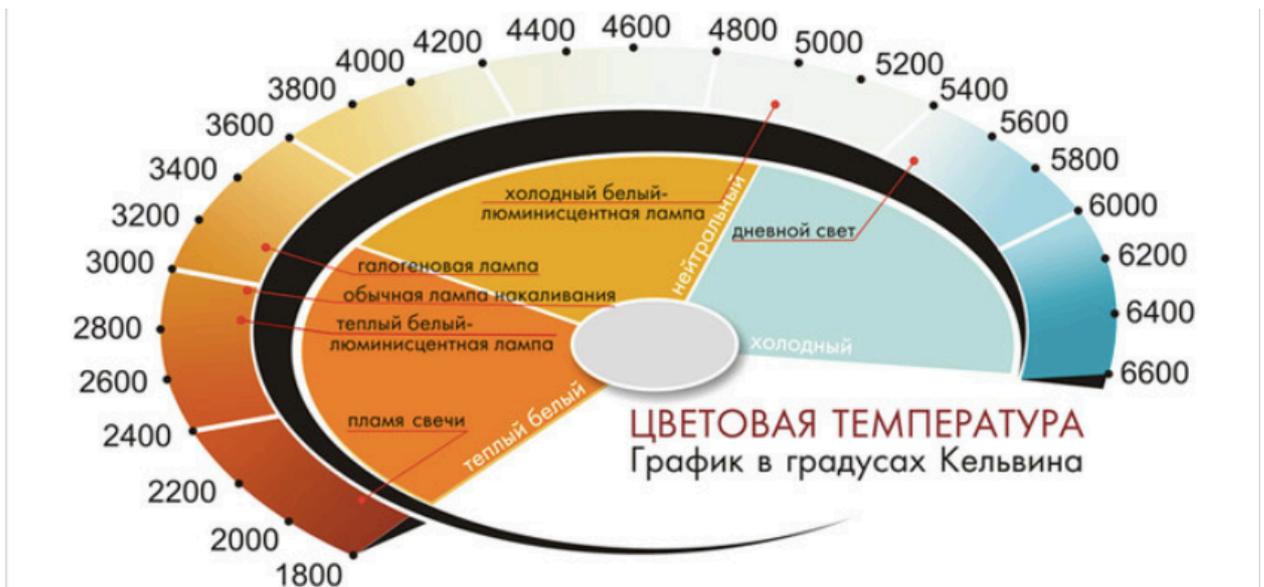


Рисунок 9 – График цветовой температуры ламп

Более тёплые и дневные оттенки комфортны для отдыха, и создают уютную и расслабляющую атмосферу. А холодные стимулируют умственную активность и предназначены рабочего времени. Т.к. кафе является местом отдыха и принятия пищи, то в зале (на 1 этаже) установлены светильники с тёплым дневным, достаточно мягким светом. Обратная ситуация складывается в подвале. Поскольку он предназначен для приготовления блюд и активной деятельности рабочего персонала, а это немаловажно в данном бизнесе, то там установлено освещение с холодным светом и более яркое.

На основе данных таблицы 2 мы получили долю потребления электроэнергии каждого типа ламп, продемонстрированную на рисунке 10.



Рисунок 10 – Диаграмма потребления электроэнергии по типу ламп

По данной диаграмме видно, что галогенные лампы потребляют 61% из общего потребления. Это объясняется их количеством (75 шт) и потребляемой мощностью. Весомую часть занимают лампы накаливания – 27%, однако их количество (22 шт) равно количеству светодиодных ламп, доля которых равна 9%. Данный факт подтверждает неэффективность ламп накаливания по сравнению со светодиодными.

Для проведения расчёта по замене ламп на энергоэффективные, нами были выбраны светодиодные аналоги (имеют такой же световой поток, цветовую температуру и цоколь), рассчитанные на 220 В, имеющие внутри миниатюрный выпрямитель со стабилизатором, позволяющий работать на переменном напряжении. В данном случае не требуется дополнительно приобретать специальные источники питания (LED-драйверов) как для светодиодных ламп, рассчитанных на 12 В. Соблюдение данных параметров позволит упростить процедуру по демонтажу старых лампочек (не требуется замена светильников и установка LED-драйверов).

Отметим, что расчёт данного мероприятия будет осуществляться для 1 этажа, т.к. в подвальном помещении, как это было упомянуто раньше, лампы были заменены на светодиодные.

В таблице 3 представлены характеристики и результаты расчёта потребления электроэнергии светодиодных ламп.

Таблица 3 – Сравнительная таблица характеристик ламп до и после замены

	№	Светильник	Тип лампы (до)	Мощ-ть, кВт*ч	Кол-во, шт	Коэф-т использования	Потребление, кВт*ч в год	Расходы за год, тыс. руб	Тип лампы (после)	Мощ-ть, кВт*ч	Потребление, кВт*ч в год	Расходы за год, тыс. руб	Стоимость 1шт, руб
1 этаж	1	Светильник подвесной Felt Shade	Накаливания	0,060	14	0,75	5518,800	35,030	Светодиодная	0,0063	571,536	3,628	551
	2	Светильник подвесной Bell Pendant	Накаливания	0,060	8		3153,600	20,017	Светодиодная	0,0063	326,592	2,073	551
	3	Встраиваемые потолочные светильники AIXLIGHT	Галогенная	0,050	10		3285,000	20,851	Светодиодная	0,0048	311,04	1,974	340
	4	Встроенный точечный светильник NEW TURNO MR 16	Галогенная	0,035	61		14026,950	89,034	Светодиодная	0,0036	1423,008	9,032	270
	5	Люминесцентная трубчатая лампа	Люминесцентная	0,036	4		946,080	6,005	Светодиодная	0,019	492,48	3,126	618
	6	Светильник встраиваемый SLV AIXLIGHT для 2х ламп	Галогенная	0,100	4		2628,000	16,681	Светодиодная	0,0096	248,832	1,579	119
	ИТОГО				101		29558,430	187,617			3373,488	21,413	2568

Достигнутый эффект от реализации мероприятий (экономия) может быть оценен как в натуральном, так и в денежном выражении. Определение достигнутой экономии необходимо для расчета срока окупаемости мероприятий по энергосбережению и для сравнения плановых показателей энергосбережения с фактическими.

Для расчёта экономии электроэнергии в натуральном выражении ΔW , кВт*ч в год, используем формулу (3)

$$\Delta W = W_{\text{до}} - W_{\text{после}} \quad (3)$$

где

$W_{\text{до}}$ – потребленная энергия до внедрения мероприятий, кВт*ч в год;

$W_{\text{после}}$ – ожидаемое потребление после внедрения мероприятий, кВт*ч в год.

$$\Delta W = 29\,558,430 - 3\,373,488 = 26\,184,942 \text{ кВт*ч в год.}$$

Это значит, что замена лампочек на светодиодные приведёт к сокращению потребления электроэнергии в год в 8,8 раз. Для наглядности изобразим это графически на рисунке 11.

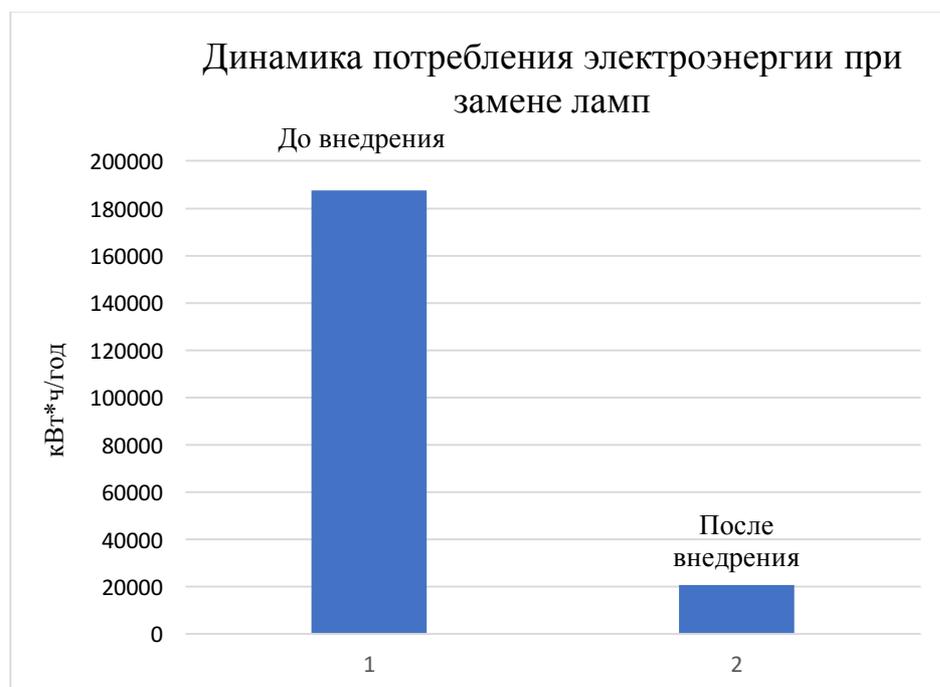


Рисунок 11 – Диаграмма потребления электроэнергии до и после замены лампочек на светодиодные

Можно сделать вывод о том, что осуществление данного мероприятия позволит значительно снизить количество потребляемой электроэнергии, что свидетельствует о его энергоэффективности.

Экономия электроэнергии в денежном выражении \mathcal{E} , руб в год, рассчитывается по формуле (4)

$$\mathcal{E} = \Delta W \times T_{\text{ээ}} \quad (4)$$

где

ΔW – годовая экономия электроэнергии при внедрении мероприятий, кВт*ч;

$T_{\text{ээ}}$ – тариф на электрическую энергию, руб/кВт*ч.

$$\mathcal{E} = 26\,184,942 \times 6,347 = 166\,195,827 \text{ руб в год.}$$

При замене лампочек предприятие за год сэкономит 166 тысяч 196 рублей. Это означает то, что мы имеем не только энергетический эффект, но и финансовый, позволяющий направить сэкономленные деньги на улучшение своих процессов и модернизацию оборудования.

Для дальнейших расчётов были определены затраты для реализации данного мероприятия по энергосбережению, которые указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Классификация затрат

№	Наименование	Содержание, руб
1	Затраты на приобретение светодиодных лам	35 416
2	Затраты на демонтаж, монтаж и пуско-наладочные работы	45 450

Капитальные затраты Z_k , руб, рассчитаем по формуле (5)

$$Z_k = Z_{\text{п}} + Z_{\text{з.п}} \quad (5)$$

где

$Z_{п}$ – затраты на приобретение светодиодных ламп, руб;

$Z_{з.п}$ – затраты на демонтаж, монтаж и пусконаладочные работы, руб.

$$Z_{к} = 35\,416 + 45\,450 = 80\,866 \text{ руб.}$$

Мы получили сумму затрат, т.е. необходимые инвестиции, для замены старых ламп на светодиодные.

Чтобы определить период окупаемости, т.е. период времени, за который капитальные затраты на реализацию предложенного мероприятия, покрываются экономией от его осуществления. Рассчитаем простой срок окупаемости T_o , по формуле (6)

$$T_o = \frac{Z_{к}}{\Delta} \quad (6)$$

$$T_o = \frac{80,866}{166,996} = 0,484$$

Округлим полученное значение до 0,5. Это значит, что вложенные инвестиции окупятся через 5 месяцев.

Полученные результаты расчётов сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Итоговая таблица

Инвестиции, руб	Экономия в денежном выражении в год, руб	Экономия в натуральном выражении кВт*ч в год	Срок окупаемости
80 866	166 996	26 185	5 месяцев

Подводя итоги можно сказать, что замена осветительного оборудования позволит снизить потребление электроэнергии осветительными приборами в 8,8 раз, что приведёт к высвобождению денежных средств в размере 86 100 рублей в первом году после реализации

мероприятия и 166 996 рублей в последующих годах, однако это значение может меняться с учётом тарифа на электроэнергию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1) В рамках выпускной квалификационной работы проведен анализ энергетического потребления ООО «Traveler's coffee», который позволил:

- выявить динамику потребления электроэнергии за 2018 год;
- определить, что рост потребления электроэнергии на 88% обусловлен сезонными изменениями температуры окружающей среды;
- определить долю потребления электроэнергии по группам:
 - а) «Осветительное оборудование» – 17%;
 - б) «Климатическое оборудование» – 16%;
 - в) «Оборудование» – 67%.

2) Предложены мероприятия по повышению энергетической эффективности организации. На примере осуществления замены ламп на светодиодные произведён финансово-экономический расчёт, результаты которого показали, что:

- экономия электроэнергии в натуральном выражении составляет 26 309 кВт*ч в год;
- экономия электроэнергии в денежном выражении составляет 166 996 рублей в год;
- годовое потребление электроэнергии снизится в 8,8 раз;
- размер необходимых инвестиций составляет 80 866 рублей;
- срок окупаемости составляет 5 месяцев.

Полученные результаты позволяют заключить, что предложенное мероприятие является энергоэффективным.

3) Использование инструментов энергоменеджмента в повседневной практике, как основы системного управления, способствует более эффективному расходованию энергетических ресурсов, освобождению капитала, необходимого для роста предприятия (его

конкурентоспособности) и постоянного улучшения деятельности в области энергетического менеджмента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Сергеев, Н. Н. Теоретические аспекты энергосбережения и повышения энергетической эффективности промышленных предприятий / Н.В. Сергеев // Вестник астраханского государственного технического университета. Серия: экономика. – 2013. – № 1. – С. 29-36.

2 Борголова, Е.А. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности: учебное пособие для ответственных за энергосбережение / Е.А.Борголова. – М: Борголова, 2013. – 349 с.

3 ГОСТ Р ИСО 50001 – 2012. Система энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. – Введ. 2012-10-26. – М.: Стандартиформ – 2013. – 27 с.

4 Kanneganti, N. Specification of energy assessment methodologies to satisfy ISO 50001 energy management standard / N. Kanneganti // Sustainable Energy Technologies and Assessments. – 2017. – № 23. –Р. – 121-135.

5 Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон [принят Гос. Думмой 11 ноября 2009 г.: одобр. Советом Федерации 18 ноября 2009 г.] // Собрание законодательства РФ. - 2009.

6 Аверина, О.И. Критерии оценки энергетической эффективности / О.И. Аверина, Е.Г. Москалёва, Т.С. Морозкана // Молодой учёный. – 2014. – № 8. – С. 427-429.

7 Омельченко, Е.Ю. Внедрение энергетического менеджмента на предприятии, метод «Фазовых входов» / Е.Ю. Омельченко // Российское предпринимательство. – № 17. – 2012. – С. 66-70.

8 Ганжа, В.Л. Основы эффективного использования энергоресурсов: теория и практика энергосбережения / В.Л. Ганжа. – Минск: Белорусская наука. – 451 с.

9 Лоскутов, А.Б. Методика интегральной оценки уровня энергоэффективности непромышленных объектов / А.Б. Лоскутов, Е.Б. Солнцев, С.А. Петрицкий // Инженерный вестник Дона. – № 3. – 2014. – С. 1-18.

10 Пилипенко, Н.В. Энергетическое обследование зданий и сооружений / Н.В. Пилипенко. Энергоаудит: учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 72 с.

11 Кузнецов, Е.П. Экономика и управление энергосбережением / Е.П. Кузнецов, О.В. Новикова. – СПб: Изд-во Политехнического ун-та, 2008. – 100 с.

12 Фрейдкина, Е.М. Методы и критерии эффективности энергосбережения: учебное пособие / Е.М. Фрейдкина // СПбГТУРП, 2013. – 52 с.

13 Abdullah, H. Energy efficiency index as an indicator for measuring building energy performance: A review / H. Abdullah // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2015. – № 44. P. – 1-11.

14 Щербаков, Н.В. Методика выявления потенциала энергосбережения на основе интеллектуального анализа данных / Н.В. Щербаков // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2011. – №2. – С. 51-55.

15 Млынчик, В.И. Методика определения потенциала энергосбережения и перечня типовых мероприятий по повышению энергетической эффективности / В.И. Млынчик, А.Е. Ерастов, И.А. Вишневецкая // Методы менеджмента качества. – 2016. – № 4. – С. 7-13.

16 Trianni, A. Energy management: A practice-based assessment model / A. Trianni // Applied Energy. – 2019. – № 235. P. – 1614-1636.

17 Идиатуллина, А.М. Управление энергосбережением и энергетической эффективностью в городском хозяйстве: учебное пособие / А.М. Идиатуллина, Ю.А. Вафина, А.А. Гайнутдинова // Казан. иссл. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013 – 220 с.

18 ГОСТ Р 56295 – 2014 Энергоэффективность зданий. Методика экономической оценки Энергетических систем. – Введ. 2014-12-11. – М.: Стандартинформ. – 2015. – 15 с.

19 Чернова, В.Э. Энергетический менеджмент как инструмент обеспечения энергосбережения / В.Э. Чернова // Экономические и управленческие технологии XXI века: теория и практика, подготовка специалистов. Материалы методической и научно-практической конференции. – 2016 – с. 21-23.

20 Горбачева, Е.О. О критериях и показателях в оценке энергоэффективности / Е.О Горбачева // Современные научные исследования и разработки. – 2017. – № 9. – с.121-123.

21 Бебешев, А.Г. Внедрение системы энергетического менеджмента как основа повышения энергетической эффективности: зарубежный опыт и возможности применения в России [Электронный ресурс] / А.Г. Бебешев // Nauka-rastudent.ru. – 2015. – №. 06 (18). – URL: <http://nauka-rastudent.ru/18/2716/> (дата обращения 04.01.2019).

22 Шумаев, В.А. Организационно-экономические аспекты управления инновационным развитием промышленности / В.А. Шумаев, Д.Е. Морковкин, В.Н. Незамайкин, И.Л. Юрзинова// Механизация строительства. – 2015. – № 3 (849). – С. 53–59.

23 Заварцева, Е.В Системное управление процессом энергосбережения на основе стандарта ISO 50001 / Е.В Заварцева // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электроники и энергетики. – 2015. – С. 425-428.

24 Лифанова, А.В. Система энергетического менеджмента в организации: требования и этапы внедрения / А.В. Лифанова // Современные тенденции и инновации в науке и производстве. – 2016. №6 -7. – С. 46-47.

25 Leygue, C. Saving energy in the workplace: Why, and for whom? / C. Leygue // Journal of Environmental Psychology. – 2017. – № 53. P. – 50-62.

26 Киямов, И.К. Ключевые принципы энергетического менеджмента в энергосбережении / И.К. Киямов, И.Г. Алафузов // Вестник экономики, права и социологии. – 2016. – №1. — С. 38-42.

27 Мельник, А.Н. Проблемы внедрения международного стандарта в области энергетического менеджмента в области энергетического менеджмента на российских предприятиях / А.Н. Мельник // Инновационная экономика и менеджмент: методы и технологии. – 2018. – С. 384-387

28 Максимчук, О. В. Энергетический менеджмент: учебное пособие / О. В. Максимчук, Т. А. Першина. — Волгоград: ВолгГТУ, 2017. — 105 с.

29 Абрамов, Е.И. Разработка организационной структуры системы энергоменеджмента промышленного предприятия / Е.И. Абрамов, Л.А. Федоськина // Фундаментальные исследования. – №4. – 2016. – С. 545-549.

30 Innocent, M. The values of electricity saving for consumers // Energy Policy. – 2018. – № 123. P. – 136-146.

31 Киямов, И.К. Ключевые принципы энергетического менеджмента в энергосбережении / И.К. Киямов, И.Г. Алафузов // Вестник экономики, права и социологии. – № 1. – 2016. – С. 38-42.

32 Лялин, А.М. Внедрение системы энергоменеджмента в организации на основе стандарта ИСО 50001 / А.М. Лялин, Н.В. Пфайфер // Вестник ГУУ. – № 14. – 2014. – С. 234-242.

33 Самосюк, Н.А. Внедрение энергетического менеджмента на промышленных предприятиях республики Беларусь / Н.А. Самосюк, Е.П. Чиж // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2017. – № 21. – С. 49-76.

34 Аронов, И.Н. Как предприятию оценить уровень своей энергетической эффективности / И.Н. Аронов // Стандарты и качество. – 2015. – № 9. – С.12-16.

35 Dongmei, S. Research and Application of Energy Consumption Benchmarking Method for Public Buildings Based on Actual Energy Consumption / S. Dongmei // Energy Procedia. – 2018. – № 152. P. – 475-483.

36 Мороз, А.А. Энергетический анализ – основа внедрения энергоменеджмента на предприятии / А.А Мороз, Р.А. Кадилов// Методы менеджмента качества. – 2016. – № 2. – С. 32-38.

37 ГОСТ Р 57912 – 2017 (ИСО 50006: 2014) Система энергетического менеджмента. Измерение энергетических результатов на основе использования энергетических базовый линий и показателей энергетических результатов. – Введ. 2017-11-07. – М.: Стандартиформ – 2017. – 46 с.

38 Janocha, S. Cost minimization by optimization of electricity generation and demand side management / S. Janocha // International Energy and Sustainability Conference (IESC). – 2016.

39 ГОСТ Р ИСО 50001 – 2012. Система энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. – Введ. 2012-10-26. – М.: Стандартиформ – 2013. – 27 с.

40 ГОСТ Р 51749 – 2001 Энергосбережение. Энергопотребляющее оборудование общепромышленного применения. Виды. Типы. Группы. Показатели энергетической эффективности. Идентификация. – Введ. 2001-05-21. – М.: Стандартиформ – 2008. – 32с.

41 Кушнер, Е.Ф. Методика проведения энергетического анализа при внедрении системы энергетического менеджмент в соответствии с СТБ ISO 50001 / Е.Ф. Кушнер, О.Г. Павлюкова // Семьдесят первая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием. – 2018. – С. 384-387.

42 Jovanović, B. Energy management system implementation in Serbian manufacturing – Plan-Do-Check-Act cycle approach / B. Jovanović // Journal of Cleaner Production. – 2017. – № 162. P. – 1144-1156.

43 Анисимова, Т.Ю. Опыт внедрения системы энергетического менеджмента в странах Европейского Союза. // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 4-1. – с. 150-153.

44 Куприянов, А.Н. Перспективы разработки интегрированных систем менеджмента для предприятий Белгородской области / А.Н. Куприянов // Молодежь и научно-технический прогресс: материалы X международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – С. 132-134.

45 Добринова, Т.В. Система энергетического менеджмента на предприятии как особый вид управленческой деятельности / Т.В. Добринова, В.Н. Харланова // Молодежь и наука: шаг к успеху. – 2019. – №7. – С. 140-145.

46 Левицкая, К.М. Внедрение системы энергетического менеджмента как основа повышения энергетической эффективности / К.М. Левицкая // Международная научно-техническая конференция молодых учёных БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2017. – С. 4067-4072.

47 Гужов, С.В. Внедрение системы энергетического менеджмента как принцип управления затратами на действующих электротехнических комплексах / С.В. Гужов // Известия Тульского Государственного Университета. Технические науки. – 2016. – № 3. – С.79-89.

48 ГОСТ Р 57576-2017 (ИСО 50002:2014) Системы энергетического менеджмента. Аудит энергетический. Требования и руководство по применению). – Введ. 2018-07-01 – М.: Стандартиформ– 2018. – 15с.

49 Zheng, Z. Study on Energy Consumption Ration for Office Buildings / Z. Zheng // Energy Procedia. – 2017. – № 142. P. – 2317-2322.

50 ГОСТ Р 57934-2017 (ИСО 50004:2014) Системы энергетического менеджмента. Руководство по внедрению, поддержке и улучшению системы энергетического менеджмента. – Введ. 2018-07-01 – М.: Стандартиформ– 2018. – 44с.

51 Горбунова, В.С. Эффективность внедрения системы энергетического менеджмента в промышленных компаниях России / В.С. Горбунова, Е.Ю. Пузина // Транспортные системы и технологии. – 2018. – № 1. – С. 119-137.

52 Lawrence, A. Effects of monetary investment, payback time and firm characteristics on electricity saving in energy-intensive industry / A. Lawrence // Applied Energy. – 2019. – № 240. P. – 499-512.

53 Cooremans, C. Energy management: A key driver of energy-efficiency investment? / C. Cooremans // Journal of Cleaner Production. – 2019. – № 230. P. – 264-275.

54 Косенко, Е.Ю. Исследование методов построения и анализа энергопотребления / Е.Ю. Косенко, А.Я. Номерчук // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – №7. – С. 196-201.

55 Touzani, S. Statistical change detection of building energy consumption: Applications to savings estimation / S. Touzani // Energy and Buildings. – 2019. – № 185. – P.123-136.

56 Кадиров, Р.А. Ведение периодической отчетности в системе энергетического менеджмента / Р.А. Кадиров // Методы менеджмента качества. – 2016. – № 3. – С.23-27.

57 Кузнецов, Е.П. Экономика и управление энергосбережением / Е.П. Кузнецов, О.В. Новикова. – СПб: Изд-во Политехнического университета, 2008. – 100 с.

58 ГОСТ Р 5628.24 – 2017 Наилучшие доступные технологии. Энергосбережение. Руководство по применению наилучших доступных технологий для повышения энергоэффективности. – Введ. 2017-07-01 – М.: Стандартиформ– 2018. – 24с.

59 Тульчинская, Я.И. Методика оценки эффективности замены светильников и ламп на энергосберегающие / Я.И. Тульчинская // Нефтегазовое дело. – 2012. – № 4. – С.570-588.

60 Montoya, F. Indoor lighting techniques: An overview of evolution and new trends for energy saving / F. Montoya // Energy and Buildings. – № 140. – 2017. – C. 50-60.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

План помещения подвала

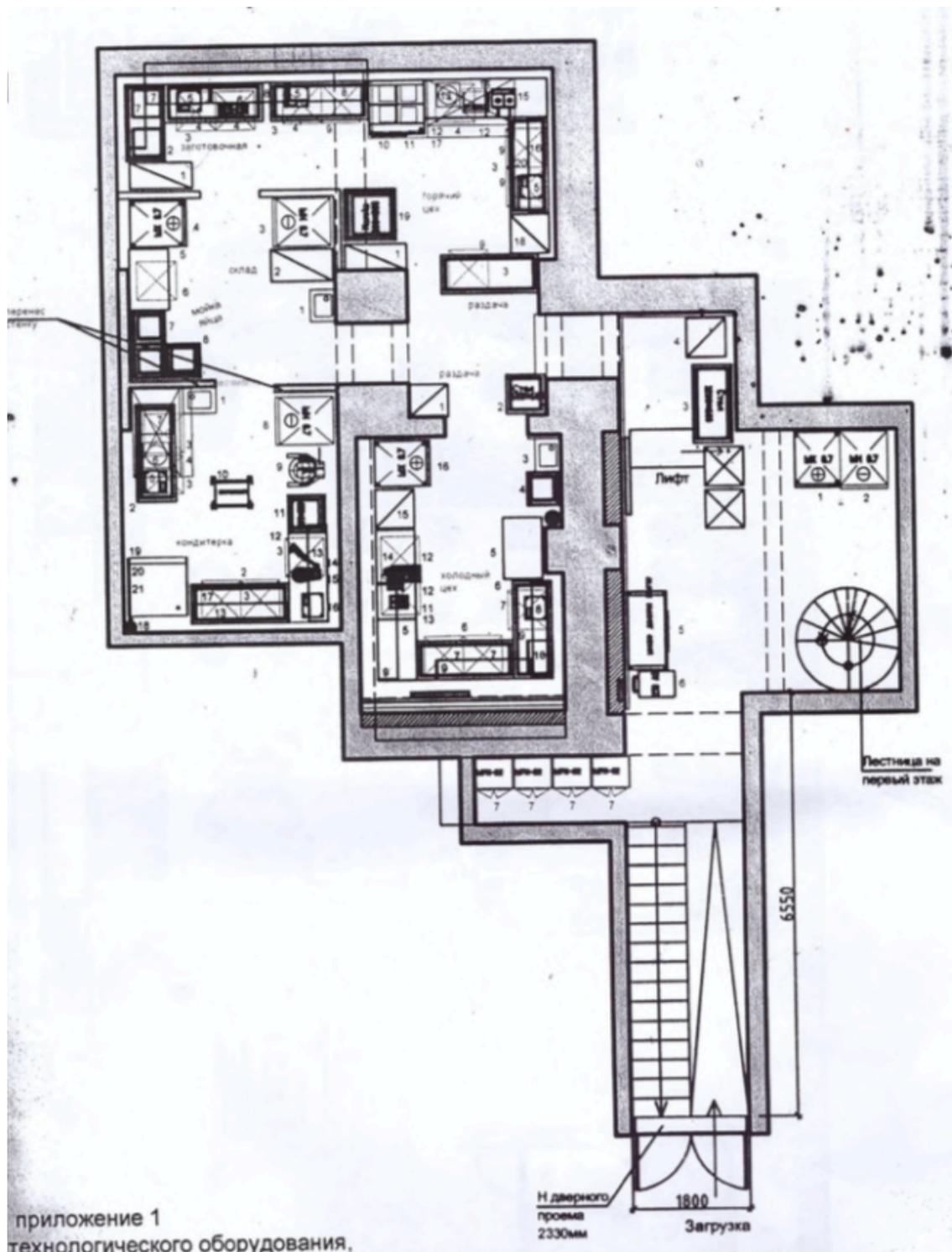


Рисунок А.1 – План помещения подвала

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Перечень оборудования

1. Холодильный шкаф – 2 шт.
2. Морозильный шкаф – 1 шт.
3. Электрическая плита – 2 шт.
4. Духовой шкаф – 2 шт.
5. Вытяжной зонт – 2 шт.
6. Миксер – 1 шт.
7. Микроволновка – 1 шт.
8. Посудомоечная машина – 1 шт.
9. Кофемашина – 1 шт.
10. Витрина кондитерская – 1 шт.
11. Лёдогенератор – 1 шт.
12. Лифт – 1 шт.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г