

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки)

Энергосбережение и энергоэффективность

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Повышение энергетической эффективности муниципального бюджетного
дошкольного образовательного учреждения

Обучающийся

А.В. Кухтенков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный

к.т.н., Д.А. Кретов

руководитель

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти, 2024

Содержание

Введение.....	3
1 Анализ энергопотребления МБДОУ	9
1.1 Структура потребления энергетических ресурсов МБДОУ	10
1.2 Характеристика системы электроснабжения МБДОУ	12
1.3 Характеристика системы теплоснабжения МБДОУ	20
2 Мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности МБДОУ	31
2.1 Организационные мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности МБДОУ	32
2.2 Технические мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности МБДОУ	35
2.3 Планируемые результаты введения программы в МБДОУ	60
3 Автоматизированная система управления	62
3.1 Энергоэффективность здания по классам	64
3.2 Контроль энергетической эффективности МБДОУ	66
3.3 Техничко-экономическое обоснование	69
3.3.1 Система электроснабжения.....	71
3.3.2 Система автоматизации освещения	75
Заключение	81
Список используемых источников.....	84

Введение

Экономический рост в Российской Федерации напрямую связан с электроэнергетикой, так как чрезмерные затраты на производство электроэнергии и необоснованное потребление электрической энергии приводят к замедлению темпа роста. Чтобы не замедлять темп роста необходимо тщательно прорабатываться такую проблему, как повышение энергетической эффективности на предприятиях и учреждениях [1], [16].

В отличие от коммерческих предприятий, бюджетные муниципальные учреждения сталкиваются с ограничениями финансирования при реализации технических мероприятий по внедрению и модернизации оборудования с целью энергосбережения.

Учитывая требования федерального закона 261-ФЗ [23], предприятия и учреждения должны разрабатывать с определенной периодичностью программы энергетической эффективности [22].

Для муниципальных бюджетных образовательных учреждений программа энергоэффективности будет применена для привлечения средств из бюджета Российской Федерации.

Вопрос энергетической эффективности предприятий и учреждений страны стоит остро, поэтому техническая документация, связанная с энергетической эффективностью, подлежит пересмотру и корректировке. Всегда появляются способы и возможности добиться наиболее эффективного энергопотребления на объектах электроэнергетики Российской Федерации.

Учитывая требования нормативно-технической документации, в части энергетической эффективности, возникает необходимость с определенной периодичностью производить работы по энергетическому обследованию с обязательной фиксацией данных об измеренных параметрах.

Данные, полученные в ходе энергетического обследования предприятиях и бюджетные муниципальные учреждения обязаны

использовать в разрабатываемых программах повышения энергетической эффективности.

Энергоменеджмент предприятий и бюджетных муниципальных учреждений напрямую связан от разработки программы повышения энергетической эффективности. Это позволяет добиваться максимальной энергетической эффективности с учетом специфики каждой организации. Повышение ответственности самой организации за собственное энергопотребление является прогрессивным шагом в решении задачи снижения энергозависимости экономики.

Разработка программ повышения энергетической эффективности и технических мероприятий являются важным аспектом в современном мире. Для разработки программы энергетической эффективности руководителям муниципальных бюджетных учреждений необходимо привлечь сторонние организации, специализирующиеся на данной работе. Привлечение таких специалистов в области энергетической эффективности связано из-за отсутствия знаний у руководителей в области энергетики. Предложенные технические мероприятия тоже потребуют привлечения сторонних организаций.

Для возможности внедрения организационных и технических мероприятий, в разных муниципальных бюджетных образовательных учреждениях, необходимо предложить тщательно проработанную программу по повышению энергетической эффективности. Программа повышения энергетической эффективности включает в себя широкий спектр действий, начиная от установки энергоэффективного оборудования в системы электроснабжения до внедрения автоматической системы управления системой электроснабжения с учетом специфики каждого муниципального бюджетного образовательного учреждения.

Одним из важных этапов при проработке технических мероприятий, обеспечивающих повышение энергетической эффективности в муниципальном бюджетном образовательном учреждении, является технико-

экономический расчет и вывод целесообразности внедрения с учетом сроков окупаемости. Техничко-экономическое обоснование должно быть удобным вид для возможности использования его в других учреждения в качестве типового. Расчеты должны учитывать не только стоимость внедрения, но и предполагаемые экономические выгоды, такие как снижение затрат на энергию и улучшение экологического статуса.

Разработка «типовых» организационных и технических мероприятий, а также разработка «типового» технико-экономического обоснования позволят руководителям муниципальных бюджетных учреждений реализовывать разработанные решения. Типовые организационные и технические мероприятия помогут сократить потребление электрической энергии и снизить экологическую нагрузку, а также повысить энергетическую эффективность в муниципальном секторе.

Объектом исследования, которое было представлено в рамках магистерской диссертации, является системы здания потребляющие энергетические ресурсы. На администрации муниципального бюджетного образовательного учреждения – заведующем и ответственным за электрохозяйство, лежит задача по разработке трехлетней программы повышения энергетической эффективности, имеющей своей целью улучшения энергетической эффективности учреждения, в том числе и энергосбережения.

Действующие в течение продолжительного времени дошкольные образовательные организации реализуют унифицированный комплекс мер энергосберегающего направления, интегрированный в общую программу повышения эффективности использования энергоресурсов. Установившаяся практика внедрения типового набора энергосберегающих мероприятий обусловлена необходимостью оптимизации энергетического потребления в уже функционирующих на протяжении длительного периода дошкольных образовательных учреждениях.

Унифицированный комплекс мероприятий:

- назначение приказом по учреждению ответственных за электрохозяйство и энергосбережение;
- проведение качественных инструктажей с упоминанием об энергосбережении в учреждениях;
- закупка и установка современных приборов учета электрической энергии;
- монтаж датчиков движения и датчиков освещенности для системы освещения;
- замена люминесцентных ламп на светодиодные;
- периодическое измерение электрического сопротивления кабельной продукции и замена кабелей, не соответствующих техническим характеристикам;
- использование электрической энергии только на нужды учреждения;
- разгрузка системы электроснабжения путем выключения неиспользуемого электрооборудования;
- своевременное техническое обслуживание системы электроснабжения и теплоснабжения с обязательной фиксацией о проделанной работе в графике проведения технического обслуживания;
- монтаж приборов учета холодной и горячей воды с минимальной погрешностью, не противоречащие техническому заданию на проектирование;
- утепление конструкций здания (двери, окна).

Проведенное энергетическое обследование показывает, что для учреждения, находящегося в эксплуатации на протяжении 37 лет, необходимо применить весь комплекс организационных и технических мероприятий по энергосбережению [6].

Особое внимание необходимо уделить системе электроснабжения и теплоснабжения.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что на сегодняшний день чрезвычайно важной и актуальной задачей является повышение энергетической эффективности инженерных систем муниципальных бюджетных дошкольных образовательных учреждений. Это обусловлено тем, что существующий в настоящее время уровень энергопотребления данных учреждений зачастую является избыточным и неоптимальным. Кроме того, значимой проблемой остается относительно невысокий уровень технической квалификации и компетентности обслуживающего персонала дошкольных учреждений в вопросах энергосбережения и повышения энергоэффективности. Это обстоятельство также существенно затрудняет решение задач по оптимизации использования энергоресурсов и снижению энергетического потребления.

Актуальность диссертационного исследования, которая обозначена выше, позволяет определить, что следует принять за его главную цель.

Целью магистерской диссертации является повышение энергоэффективности оборудования системы электроснабжения здания муниципального бюджетного дошкольного образовательного учреждения (далее МБДОУ) с помощью модернизации оборудования системы электроснабжения.

Для достижения поставленной цели магистерской диссертацией необходимо выполнить следующие задачи:

- проанализировать и оценить техническое состояние оборудования систем здания МБДОУ;
- разработать перечень организационных и технических мероприятий по повышению энергетической эффективности системы электроснабжения здания МБДОУ;
- разработать автоматизированную систему управления техническими средствами системы электроснабжения здания МБДОУ для выполнения заложенной программой функцией поддержания энергетической эффективности.

При рассмотрении проектной документации для вновь сооружаемого здания здания МБДОУ были выявлены замечания, которые привели к энергетическим потерям в здании МБДОУ. Замечания можно устранить на стадии жизненного цикла объекта, путем закупки энергоэффективного оборудования системы здания МБДОУ.

Здание МБДОУ было введено в эксплуатации в 1986 году, с тех пор разработаны новые стандарты энергетической эффективности зданий и сооружений. На рынке появились новые энергоэффективные материалы, а также энергоэффективное оборудование для использования в различных системах здания. Появились интеллектуальные программируемые датчики и приборы учета электрической энергии с минимальной погрешностью с регистрацией и дистанционной отправкой показания. Все это можно успешно внедрить в систему электроснабжения и теплоснабжения. Применение высокотехнологического оборудования в системах здания МБДОУ дадут рост энергетической эффективности и уменьшат расходы на оплату потребляемых энергетических ресурсов, сохраняя при этом необходимый микроклимат внутри помещений, от которого зависит общее самочувствие детей и персонала МБДОУ [3].

Для реализации запланированных технических мероприятий по модернизации оборудования и повышения энергетической эффективности, а также реконструкции здания МБДОУ необходимо разработать инвестиционный проект. Также должно быть разработано экономическое обоснование для подтверждения целесообразности внедрения технических мероприятий. Поэтому рассматривать повышение энергетической эффективности необходимо как долгосрочный инвестиционный проект с окупаемостью более 10 лет.

Рассмотренные в магистерской диссертации организационные и технические мероприятия, а также предлагаемое к применению в системе электроснабжения оборудование, могут с успехом применяться и в других МБДОУ.

1 Анализ энергопотребления МБДОУ

Повышение энергетической эффективности МБДОУ необходимо выполнять в несколько этапов.

Для начала необходимо провести энергетическое обследование здания МБДОУ, чтобы проанализировать потребление топливно-энергетических ресурсов (далее - ТЭР).

Ход обследования регламентируется правилами, положениями, методикой [6], [13], [21].

В первой главе настоящей магистерской диссертации будет проведен анализ особенностей инженерного оборудования здания МБДОУ и оценено текущее состояние систем инженерного оборудования здания, анализ потребление ТЭР.

Полученная информация проведенного анализа будет применяться для оценки планируемых мероприятий повышения энергетической эффективности МБДОУ, в дальнейшем на основе всей полученной информации будет разрабатываться автоматизированная система управления техническими средствами здания МБДОУ.

Этапы повышения энергетической эффективности в МБДОУ:

- изучение пакета эксплуатационной документации;
- энергетическое обследование систем здания МБДОУ с целью оценки технического состояния;
- проверка средств измерений на наличие не просроченной поверки;
- сверка оборудования с заводской документацией, на соответствие заводских номеров и отметок о ремонтах;
- проверка графиков технического обслуживания оборудования на наличие отметок;
- сбор данных, учтенных системой учета ТЭР, с дальнейшей фиксацией их в листе энергетического обследования;

- проведение необходимых измерений и испытаний, в соответствии с программами и методиками испытаний;
- оформление протоколов, отчетов о результатах измерений с использованием портативных приборов;
- выявления мест потерь энергии, а также выявление причин этих потерь;
- проведение расчетов эффективности потребления ТЭР;
- разработка программы энергетической эффективности в МБДОУ;
- расчет экономического обоснования после внедрения прописанных в программе мероприятий.

1.1 Структура потребления энергетических ресурсов МБДОУ

МБДОУ является потребителем следующих ТЭР:

- тепловая энергия;
- горячее водоснабжение (ГВС);
- электрическая энергия;
- водопотребление;
- водоотведение.

В 2022 году на приобретение ТЭР было затрачено 2037274 руб. Виды ТЭР, количество и тарифы отражены в таблице 1.

Таблица 1 - Потребление ТЭР МБДОУ за 2022 год

Наименование ресурса	Единица измерения	Кол-во	Тариф руб. за одну единицу энергоресурса	Стоимость, руб.
Электрическая энергия	кВт·ч	100471	11,35	1140345
Тепловая энергия	Гкал	597	1113	664461
Горячее водоснабжение (ГВС)	м3	120	1113	133560
Водопотребление и водоотведение	м3	1780	55,6	98908
Итого за год				2037274

На основании результатов, приведенных в таблице 1 изображена диаграмма потребления ТЭР за 2022 год на рисунке 1.

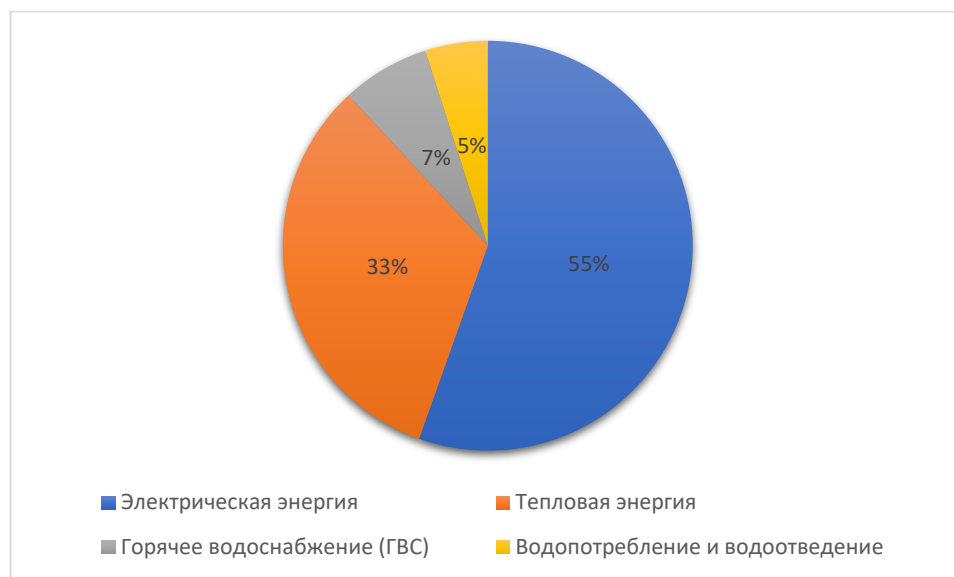


Рисунок 1 – Потребление ТЭР за 2022 год в процентах

По таблице 1 и рисунку 1 видно, что финансовые затраты МБДОУ на покупку ТЭР в 2022 году составили 2037274 руб.:

- электрической энергии 1140345 руб., т.е. 55 % от общих затрат;
- тепловой энергии 664461 руб., т.е. 33 % от общих затрат;
- ГВС 133560 руб., т.е. 7 % от общих затрат;
- водопотребления и водоотведения 98908 руб., т.е. 5 % от общих затрат;

Количества потребления ТЭР МБДОУ в 2022 году составил:

- электрической энергии 100471 кВт·ч;
- тепловой энергии 597 Гкал;
- ГВС 120 Гкал;
- водопотребления и водоотведения 1780 м³

Основная доля затрат МБДОУ приходится на оплату тепловой и электрической энергий.

1.2 Характеристика системы электроснабжения МБДОУ

Электроснабжение МБДОУ выполнено в соответствии с правилами устройства электроустановок [14].

Электроприемники МБДОУ по надежности электроснабжения относятся ко второй категории. Граница ответственности между МБДОУ и АО «ЛОЭСК» проходит в соответствии с актом разграничений балансовой принадлежности.

Характеристики присоединения:

- максимальная мощность 81 кВт;
- совокупная величина номинальной мощности присоединенных к электрической сети трансформаторов отсутствует кВА.

Точки присоединения отражены в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень точек присоединения

Точка присоединения	Источник питания (наименование питающих линий)	Описание точки присоединения	Уровень напряжения(кВ)	Максимальная мощность (кВт)	Категория по надежности и электроснабжения п. 1.2 (ПУЭ-7)
ВРУ д.55 ул. Солнечная	Основной: ПС-168-КЛ-10кВ фид.168-01-РП-3-КЛ-10кВ фид.3-10 - ТП 13-5- КЛ-0,4кВ -ВРУ объекта Резервный: ПС-168-КЛ-10кВ фид.168-30-ТП 13-5- КЛ-0,4кВ -ВРУ объекта	Болтовое соединение кабельных наконечников на верхних контактах рубильников в ВРУ-0,4кВ	0,4	81	II

Границы эксплуатационной ответственности сторон установлены: наконечники питающих кабелей на контактах рубильников в ВРУ д. 55 ул. Солнечная.

Схематично границы эксплуатационной ответственности сторон указаны на приведенном ниже рисунке 2.

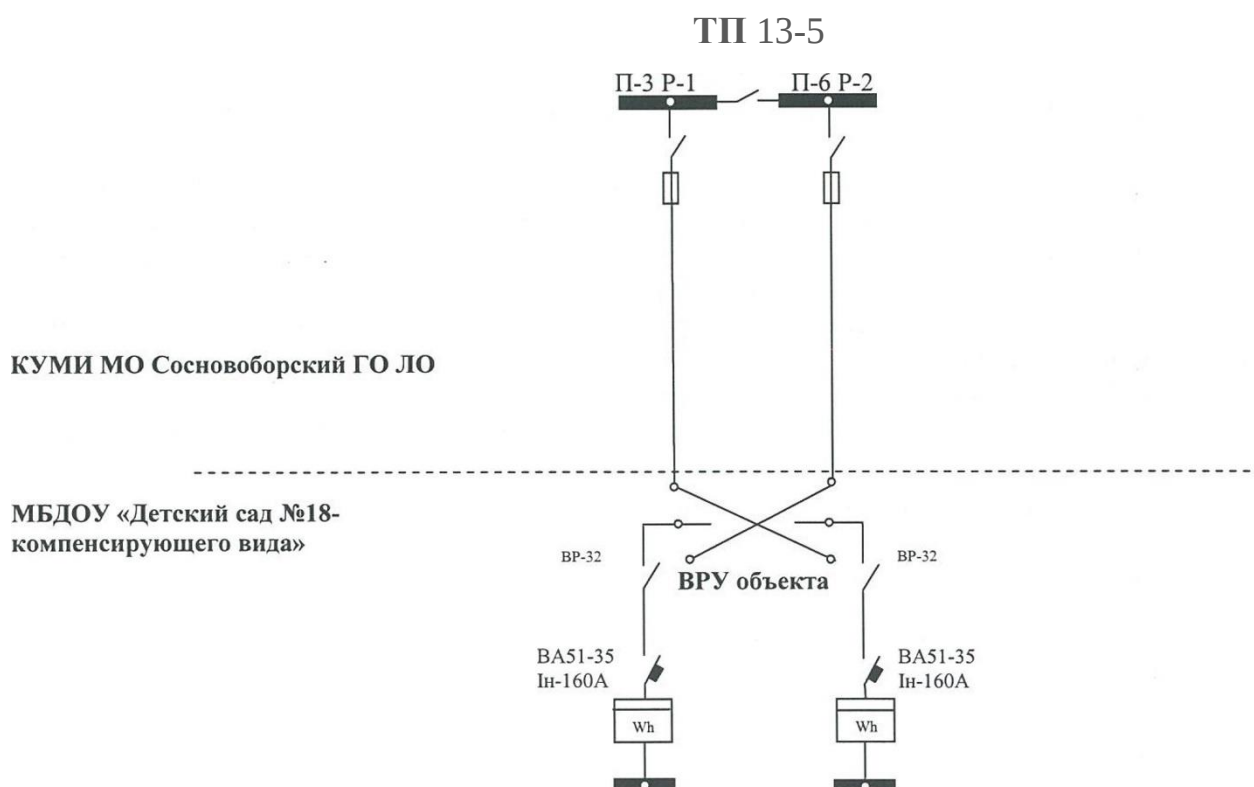


Рисунок 2 - Граница эксплуатационной ответственности

В МБДОУ был подключен прибор для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии «Энергомонитор 3.3Т1. После проведенного анализа в течении суток не было выявлено превышений норм качества электроэнергии. Внешний вид подключенного прибора приведен на рисунке 3.



Рисунок – 3 Внешний вид анализатора «Энергомонитор 3.3T1»

МБДОУ оплачивает потребление только активной мощности. Учет потребления электроэнергии фиксируется прибором учета «Вектор-3 ART-03». Каждый месяц показания считываются с прибора учета «Вектор-3 ART-03» и полученные данные фиксируются в базе данных, а также производится сравнение с данными выставленными ПАО «Россети Ленэнерго» Так как оплачивается только потребление активной мощности, то реактивная мощность не оплачивается.

Характеристики системы учёта электрической энергии в МБДОУ приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Система учета электроэнергии в МБДОУ

Учреждение	Место установки прибора	Тип прибора	Класс точности прибора	Количество, шт.	Класс напряжения электрических сетей, кВ
МБДОУ	ВРУ МБДОУ	Вектор-3 ART-03	05S/1	1	0,4

Прибор «Вектор-3 ART-03» был признан годным к эксплуатации по назначению после проведенной поверки 15.11.2015 года, поверка выполнялась по утвержденной методике поверке № 946.003.000-01ПМ. Межповерочный интервал прибора составляет 16 лет, следовательно дата очередной поверки 14.11.2031. На рисунке 4 представлен внешний вид прибора «Вектор-3 ART-03».



Рисунок 4 - Прибор учета потребления электрической энергии в МБДОУ

В соответствии с полученными данными от системы учета электрической энергии составлена диаграмма, представленная на рисунке 4. Данная диаграмма отражает объемы и динамику потребления электрической энергии за период с 2020 по 2022 год.

В результате проведения энергетического обследования МБДОУ получены данные:

- потребление электрической энергии за 2020 – 8352 кВт·ч;
- потребление электрической энергии за 2021 – 102541 кВт·ч;
- потребление электрической энергии за 2021 – 100471 кВт·ч.

По полученным данным за 2020 – 2022 год приведена диаграмма на рисунке 5. Визуальное отображение потребления электроэнергии позволяет исключить ошибку в считывании данных с прибора, так как значительная ошибка сразу можно увидеть на графике.

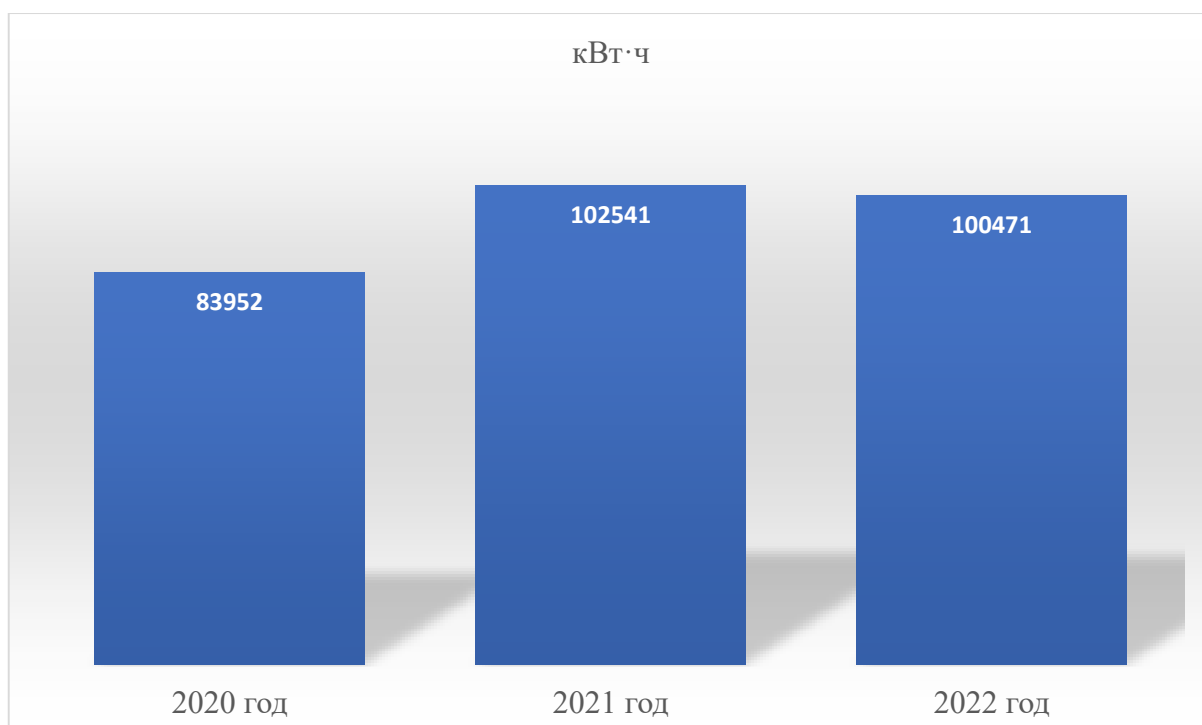


Рисунок – 5 Потребление электрической энергии за 2020 – 2022 год

После проведения энергетического обследования для возможности оценки энергосбережения в МБДОУ был составлен список оборудования, потребляющего электрическую энергию. Данные занесены в таблицу 4,7.

Таблица 4 - Список электрооборудования

Наименование оборудования	Количество, шт.
Источник бесперебойного питания APC ES	2
Компьютер	17
МФУ	26
Холодильник, шкаф холодильный	37
Приборы освещения с лампами накаливания	109
Приборы освещения с люминесцентными лампами	334
Фасадное освещения ДНАТ 150	11
Торшерное- Светильник светодиодный ДКУ 1012-100Ш	12
Всего	118

Во время проведения энергетического обследования в здании МБДОУ применялись переносные средства измерений (СИ), с помощью которых было проанализировано качество электрической энергии. На момент измерений, все портативные устройства имели свидетельство о поверке и заключение

поверителя о годности данного СИ к применению. В таблице 5 приведены наименования и типы СИ, а также краткое назначение каждого прибора.

Таблица – 5 СИ используемые при энергетическом обследовании в МБДОУ

Наименование, тип средства измерения	Назначение средства измерения
Энергомонитор-3.3T1	Прибор предназначен для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии. Это эталонный счетчик, анализатор ПКЭ, измеритель, регистратор и осциллограф в одном приборе.
Клеши токовые AC/DC APPA 30R	Предназначены для измерения постоянного и переменного тока без разрыва цепи. Клеши являются многофункциональными.

С помощью переносных СИ, указанных в таблице 5, произведены замеры показателей качества электрической энергии. Замеры были произведены 30.01.2022, полученные данные зафиксированы и занести в таблицу 6.

Таблица 6 – Произведенные замеры с помощью СИ

Параметр измерения	Значение
Потребление электрической энергии, кВт · ч	340
Время тах активной мощности, кВт	-
Величина тах активной мощности, кВт	21
Время min	-
Величина min, кВт	2,2
Средняя мощность, кВт	8
Коэффициент формы графика нагрузки	1,12
Коэффициент заполнения графика нагрузки	0,32

Таблица 7 – Сведения о показателях использования электрической энергии на цели освещения МБДОУ

Функциональ ное назначение системы освещения (по каждому зданию, сооружению)	с лампами накаливания		Приборы с люминесцентными лампами, кВт		Суммарная установленная мощность, кВт	Среднее время работы системы освещения в сутки, часов
	Кол- во, шт.	Мощнос ть 21 прибора , Вт	Коли честв о, шт.	Мощность 1 прибора, Вт		
Внутреннее освещение						
Общее освещение	109	60	334	28	26,58	12
Наружное освещение						
Фасадное- ДНАТ 150	11	150	-	-	1,65	включается с фотореле (время работы освещения примерно 10 час)
Торшерное- Светильник светодиодны й ДКУ 1012- 100Ш	-	-	12	100	1,2	включается вручную (время работы освещения примерно 10 час)

В таблицах 8, 9 представлены данные по продолжительности дня и ночи в Ленинградской области, по месту расположения МБДОУ. Так как в выходные дни работает только наружная система освещения, то расчет будет произведен по календарным дням. Для внутреннего освещения расчет выполняется в соответствии с производственным календарем на 2022 год.

Таблица 8 – Данные по использованию внутреннего освещения

Месяц	Продолжительность светового дня, час	Продолжительность ночи, час	Время работы внутреннего освещения сутки/час	Время работы внутреннего освещения месяц/час	Кол-во рабочих дней
январь	7,92	16,08	14	224	16
февраль	10,74	13,26	13	260	20

Продолжение таблицы 8

Месяц	Продолжительность светового дня, час	Продолжительность ночи, час	Время работы внутреннего освещения сутки/час	Время работы внутреннего освещения месяц/час	Кол-во рабочих дней
март	13,00	11,00	11	253	23
апрель	15,98	8,02	11	231	21
май	19,47	4,53	11	209	19
июнь	22,00	2,00	10	210	21
июль	21,00	3,00	10	210	21
август	17,69	6,31	11	253	23
сентябрь	14,67	9,33	11	242	22
октябрь	11,84	12,16	11	231	21
ноябрь	9,57	14,43	13	286	22
декабрь	7,92	16,08	14	308	22

Таблица 9 – Данные по использованию наружного освещения

Месяц	Продолжительность светового дня, час	Продолжительность ночи, час	Время работы наружного освещения сутки/час	Время работы наружного освещения месяц/час	Кол-во календарных дней
январь	7,92	16,08	16	496	31
февраль	10,74	13,26	15	420	28
март	13,00	11,00	12	372	31
апрель	15,98	8,02	9	270	30
май	19,47	4,53	5	155	31
июнь	22,00	2,00	4	120	30
июль	21,00	3,00	4	124	31
август	17,69	6,31	7	217	31
сентябрь	14,67	9,33	10	300	30
октябрь	11,84	12,16	12	372	31
ноябрь	9,57	14,43	15	450	30
декабрь	7,92	16,08	16	496	31

Таблица 10 – Фактическое потребления электрической энергии системами освещения в 2022 году (кВт)

Месяц	Время работы внутреннего освещения мес/час	Время работы наружного освещения мес/час	Тип прибора			
			Приборы с лампами накаливания, кВт	Приборы с люминесцентными лампами, кВт	Фасадное - ДНАТ 150, кВт	Торшерное-Светильник светодиодный ДКУ 1012-100Ш, кВт
Январь	224	496	5953,92	3946,5	818,4	595,2
Февраль	260	420	6910,8	3192,28	693	504
Март	253	372	6724,74	2719	613,8	446,4
Апрель	231	270	6139,98	2105	445,5	324
Май	209	155	5555,22	1631	255,75	186
Июнь	210	120	5581,8	1052	198	144
Июль	210	124	5581,8	1631	204,6	148,8
Август	253	217	6724,74	2175	358,05	260,4
Сентябрь	242	300	6432,36	2631	495	360
Октябрь	231	372	6139,98	2991	613,8	446,4
Ноябрь	286	450	7601,88	3420	742,5	540
Декабрь	308	496	8186,64	4078	818,4	595,2
Год	2917	3792	77533,86	31571,78	6256,8	4550,4
Всего:	119912,84					

Приведенные в таблице 10 данные будут использованы при проработке технических мероприятий по повышению энергетической эффективности систем внутреннего и наружного освещения МБДОУ.

1.3 Характеристика системы теплоснабжения МБДОУ

Техническое состояние системы теплоснабжения в здании МБДОУ находится в удовлетворительном состоянии. Оборудование системы теплоснабжения обслуживается в соответствии эксплуатационной документацией. У некоторого типа оборудования системы теплоснабжения назначенный срок службы подходит к концу.

Для системы теплоснабжения применены стальные трубы СТ20. Для отопления здания МБДОУ используются радиаторы.

Для учета расхода тепловой энергии систем отопления и ГВС в здании МБДОУ смонтированы теплосчетчики-регистраторы «ВЗЛЕТ ТСР».

Приборы были признаны годными к использованию по назначению после проведенной поверки 05.08.2022 года. Поверка выполнялась по утвержденной методике поверке № В20.00-00.00 И1.

Межповерочный интервал прибора «ВЗЛЕТ ТСП-М» составляет 4 года, следовательно дата очередной поверки 04.08.2026. На рисунке 6 представлен внешний вид прибора «ВЗЛЕТ ТСП».



Рисунок 6 – Внешний вид теплосчетчика-регистратора «ВЗЛЕТ ТСП»

Для определения эффективности расхода тепловая энергия в МБДОУ необходимо выполнить некоторые расчеты. В результате расчетов можно увидеть объемы потребления тепловой энергии, а также оценить потенциал энергосбережения в целом.

Необходимо учесть количество выделения тепла от работающего оборудования, так как тепловые потери энергооборудования дополняют количество теплоты, выделяемое системой теплоснабжения. Определив избытки выделяемого тепла, можно откорректировать полученные расчетные данные для системы теплоснабжения.

Определение часового и годового расхода тепловой энергии на отопление и систему вентиляции здания МБДОУ определяется по укрупненным показателям.

Для расчета часового и годового расхода тепловой энергии применяются данные, приведенные в таблице 11.

Таблица 11 – Данные для расчета потребления тепловой энергии МБДОУ

Наименование	Обозначение	Величина	Единица измерения
Объем здания	V	10568,8	м ³
Температура внутреннего воздуха здания	T _{вн.}	22	°C
Температура наружного воздуха для расчета отопления и системы вентиляции	T _{нар.}	минус 26	°C
Удельная тепловая характеристика для отопления	q _{от.}	0,38	ккал/м ³ час °C
Удельная тепловая характеристика для вентиляции	q _{вент.}	0,1	ккал/м ³ час °C
Поправочный коэффициент, учитывающий климатические условия района, для Ленинградской области	a	1,15	-
Средняя температура наружного воздуха за отопительный период (отопление)	T _{ср.}	минус 5,5	°C
Средняя температура наружного воздуха за отопительный период (вентиляция)	T _{ср.}	минус 0,9	°C
Продолжительность отопительного периода	P _о	220	сутки
Продолжительной работы вентиляции в сутках ГСОП	Z _{вент.}	14	час
		5038	°C·сут/год

Годовое потребление тепловой энергии на отопление определяется по формуле:

$$Q_{\text{год от.}} = V_{\text{н}} \cdot q_{\text{от.}} \cdot (T_{\text{вн.}} - T_{\text{ср.}}) \cdot n_{\text{о}} \cdot t_{\text{от.}} \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{год от.}}$ – потребность в тепловой энергии за год, Г/кал;

$V_{\text{н}}$ - наружный объем здания МБДОУ, м³;

$q_{\text{от.}}$ - удельная отопительная характеристика здания, ккал/ м³·ч· °C;

$T_{\text{вн.}}$ - температура воздуха помещений здания МБДОУ (усредненная), °C;

$T_{\text{ср.}}$ - температура наружного воздуха за отопительный период (средняя), °C;

$n_{\text{о}}$ - продолжительность отопительного периода, сутки;

$t_{\text{от.}}$ - время работы системы отопления в сутки, час.

Подставляя значения из таблицы 11 в уравнение 1, получается:

$$Q_{\text{год от.}} = 10568,8 \cdot 0,38 \cdot ((22 - (-5,5)) \cdot 220 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 583,14 \text{ Гкал/год.}$$

Годовое потребление тепловой энергии на вентиляцию определяется по формуле:

$$Q_{\text{год. вент.}} = V_{\text{н}} \cdot q_{\text{вент.}} \cdot (T_{\text{вн.}} - T_{\text{ср.}}) \cdot n_{\text{от}} \cdot t_{\text{вент}} \cdot 10^{-6}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{час вент.}}$ – годовая потребность в тепле;

$V_{\text{н}}$ - наружный объем здания МБДОУ, м³;

$q_{\text{вент.}}$ - удельная тепловая характеристика на вентиляцию, ккал/ м³·ч·°С;

$T_{\text{вн.}}$ - температура внутреннего воздуха здания, °С;

$T_{\text{ср.}}$ - средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С;

$n_{\text{от}}$ - продолжительность отопительного периода, сутки;

$t_{\text{вент.}}$ - время работы системы вентиляции в сутки, час.

Подставляя значения из таблицы 11 в уравнение 2, получается:

$$Q_{\text{год вент.}} = 10568,8 \cdot 0,1 \cdot (22 - (-5,5)) \cdot 220 \cdot 14 \cdot 10^{-6} = 89,51 \text{ Гкал/год.}$$

Градус-сутки отопительного периода (ГСОП) в соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» определяется по формуле:

$$\text{ГСОП} = (T_{\text{вн.}} - T_{\text{ср.}}) \cdot Z_{\text{от}}, \quad (3)$$

где $T_{\text{вн.}}$ - расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, °С (в соответствии с ГОСТ 30494);

$T_{\text{ср.}}$ - средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С;

$Z_{\text{вент.}}$ - продолжительность, сут/год.

$$\text{ГСОП} = (22 - (-0,9)) \cdot 220 = 5038 \text{ °С} \cdot \text{сут/год.}$$

Результаты расчетов и фактическое потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию в здании МБДОУ за 2022 год приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Результаты расчетов и фактическое потребление энергии

Наименование параметра	Обозначение	Потребление тепловой энергии		Единица измерения
		расчетная	фактическая	
Годовой расход тепловой энергии на отопление	$Q_{\text{год от.}}$	583,14	597	Гкал/год
Годовой расход тепловой энергии на вентиляцию	$Q_{\text{год вент.}}$	89,51	93	Гкал/год
Объем потребления тепловой энергии	$Q_{\text{год от.}} + Q_{\text{год вент.}}$	672,65	717	°С·сут/год

Фактическое потребление тепловой энергии в МБДОУ за период 2020 – 2022 год графически отображено на рисунке 7. Рисунок помогает визуально проанализировать фактическое изменение уровня расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за указанный период.

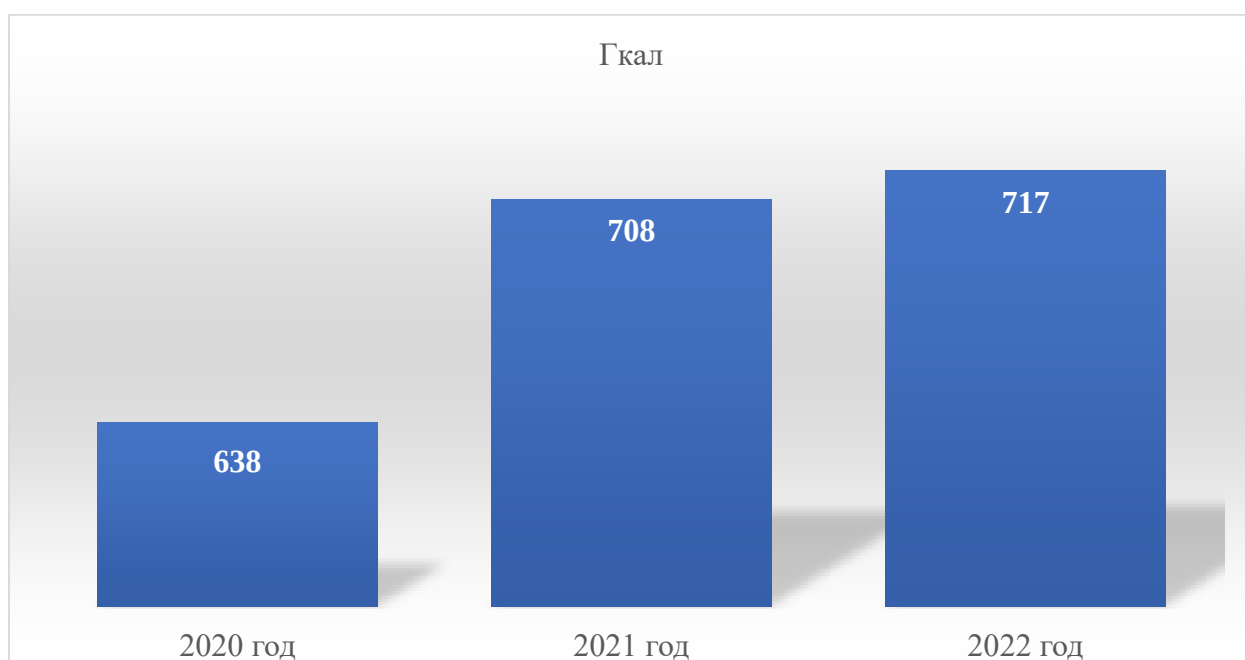


Рисунок – 7 Потребление тепловой энергии за 2020 – 2022 год

Из рисунка 7 видно, что фактическое потребления тепловой энергии в учреждении растет.

Таблица 13 – Данные для расчета потребления ГВС в МБДОУ

Наименование	Обозначение	Величина	Единица измерения
Норма расхода горячей воды потребителем в сутки	$a_{\text{ГВС}}$	11,5	л/сут
Среднее число детей в месяц	$N_{\text{ср}}$	199	чел
Численность работников МБДОУ	$N_{\text{р}}$	67	чел
Расчетная численность основных потребителей по формуле $N_{\text{ср}} + N_{\text{р}}$	N	266	чел
Температура горячей воды	$T_{\text{ГВ}}$	60	°С
Температура холодной воды летом	$T_{\text{хл}}$	15	°С
Температура холодной воды зимой	$T_{\text{хз}}$	5°	°С
Продолжительность работы системы ГВС в зимний период	$Z_{\text{зима}}$	212	сут.
Продолжительность работы системы ГВС в летний период	$Z_{\text{лето}}$	153	сут.
Продолжительность работы системы ГВС в году	Z	365	сут.

Годовая потребность в тепловой энергии на нужды ГВС (Гкал) определяется по формуле:

$$Q_{\text{Год ГВС}} = a_{\text{ГВС}} \cdot N \cdot ((T_{\text{ГВС}} - T_{\text{хз}}) \cdot Z_{\text{зима}} + (T_{\text{ГВС}} - T_{\text{хл}}) \cdot Z_{\text{лето}})) \cdot 10^{-6}, \quad (4)$$

где $a_{\text{ГВС}}$ - норма расхода горячей воды основным потребителем, м³/ч;

N – расчетная численность основных потребителей, шт.;

$T_{\text{ГВС}}$ - температура горячей воды, °С;

$T_{\text{хл}}$ - температура холодной воды летом, °С;

$T_{\text{хз}}$ - температура холодной воды зимой, °С;

$Z_{\text{зима}}$ - продолжительность работы системы ГВС в зимний период, день;

$Z_{\text{лето}}$ - продолжительность работы системы ГВС в летний период, день.

$$\begin{aligned} Q_{\text{Год ГВС}} &= 11,5 \cdot 266 \cdot (60 - 5) \cdot 212 + 0,8 \cdot (350 - 212) \cdot (60 - 15) \cdot 10^{-6} = \\ &= 11,5 \cdot (11660 + 6885) / 10^{-6} = 35667940 + 5508 \cdot 10^{-6} = 35,67 \text{ Гкал/год} \end{aligned}$$

Годовая потребность ГВС на нужды кухни (Гкал) определяется по формуле:

$$Q_{\text{год ст.}} = q_{\text{ст.}} \cdot C_{\text{в}} \cdot n \cdot N \cdot (T_{\text{гв}} - T_{\text{хв}})/10^{-6}, \quad (5)$$

где $q_{\text{ст.}}$ - норма расхода горячей воды для приготовления одного условного блюда (11,5 л/сут);

$C_{\text{в}}$ - теплоемкость воды, ккал/кг·°С;

n - число условных блюд, ед.;

N - число дней в году работы столовой, день.

$$Q_{\text{год ст.}} = 11,5 \cdot 1 \cdot 240 \cdot 247 \cdot (60 - 15)/10^{-6} = 30,68 \text{ Гкал/год}$$

Таблица 14 – Результаты расчетов и фактическое потребление энергии на ГВС

Наименование параметра	Обозначение	Потребление тепловой энергии		Единица измерения
		расчетная	фактическая	
Годовая потребность в тепле на горячее водоснабжение при круглосуточной работе системы	$Q_{\text{год гвс}}$	35,67	63	Гкал/год
Годовая потребность горячей воды на нужды кухни рассчитана исходя из количества реализуемых блюд в сутки	$Q_{\text{год ст.}}$	30,68	57	Гкал/год
Суммарный годовой расход тепловой энергии на ГВС	$Q_{\text{сум}}$	66,35	120	Гкал/год

Для расчета потребления ГВС были применены данные из таблицы 13. В таблице 14 приведены результаты расчетов потребления ГВС.

Фактическое потребление ГВС в здании МБДОУ за период 2020 – 2022 год, полученное в результате энергетического обследования, графически отображено на рисунке 8. Рисунок помогает визуально проанализировать фактическое изменение уровня потребления ГВС на нужды потребителей.

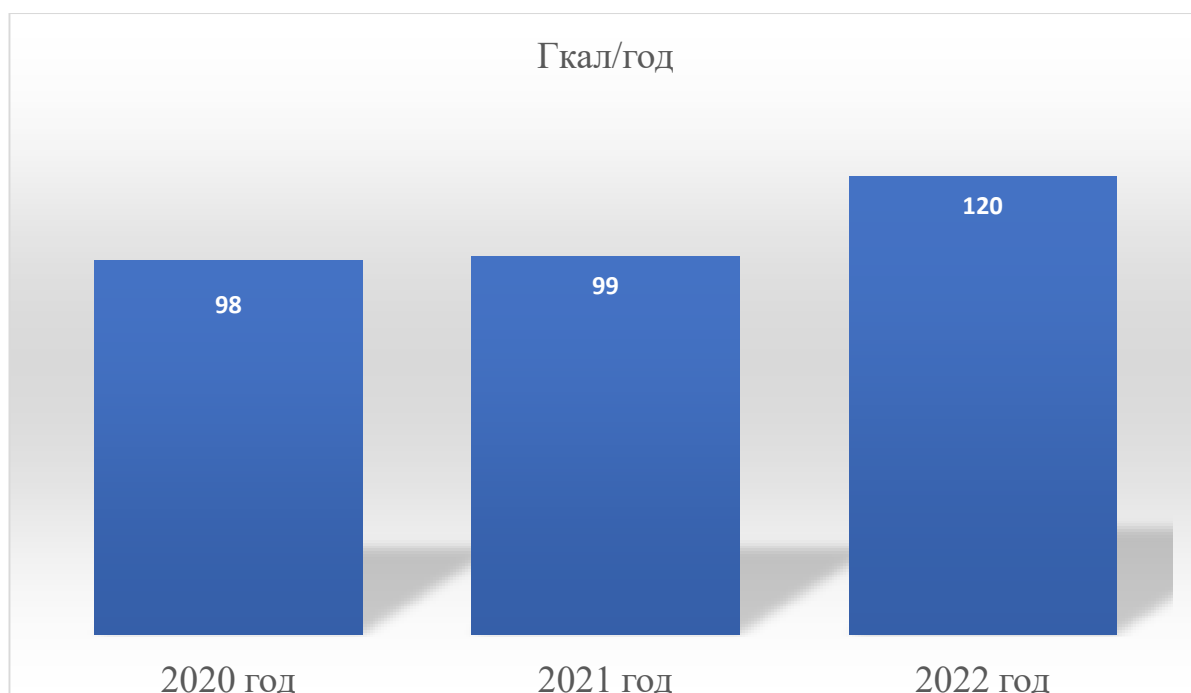


Рисунок – 8 Потребление ГВС за 2020 – 2022 год

Из рисунка 8 видно, что фактическое потребления ГВС в учреждении растет.

Потребление хозяйственно-питьевой воды (далее - ХПВ) в здании МБДОУ фиксируется счетчиком расхода воды ВСКМ 90-50.

Счетчик расхода воды ВСКМ 90-50 был признан годным к использованию по назначению после проведенной поверки 13.04.2023. Межповерочный интервал составляет 6 лет, следовательно дата очередной поверки 12.04.2029.



Рисунок 9 - Счетчик учета воды ВСКМ 90-50

Таблица 15 – Данные для расчета потребления ХВС в МБДОУ

Наименование	Обозначение	Величина	Единица измерения
Норма расхода холодной воды потребителем в сутки	$q_{\text{хвс}}$	16	л/сут
Расчетная численность основных потребителей по формуле $N_{\text{ср}} + N_{\text{р}}$	N	266	чел
Продолжительность работы системы ХВС в году	Z	365	сут.

Потребления ХПВ определяется по формуле:

$$Q_{\text{хпв}} = q_{\text{хвс}} \cdot N \cdot Z / 1000, \quad (6)$$

где $q_{\text{хвс}}$ - норма расхода холодной воды одним потребителем 16 л/сут.;

N - расчетная численность основных потребителей, шт.;

Z - продолжительность работы системы ХПВ в году, день.

Результаты расчетов, выполненных по выражению (6) сведены в таблицу 15, где представлено расчетный объем потребления холодной воды.

$$Q_{\text{хпв}} = 16 \cdot 266 \cdot 365 / 1000 = 1553,44 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Расчетное потребление ХПВ в МБДОУ составило 1553 м³/год, когда фактическое потребление воды 1780 м³/год.

Фактическое потребление ХПВ в здании МБДОУ за период 2020 – 2022 год, полученное в результате энергетического обследования, графически отображено на рисунке 7.

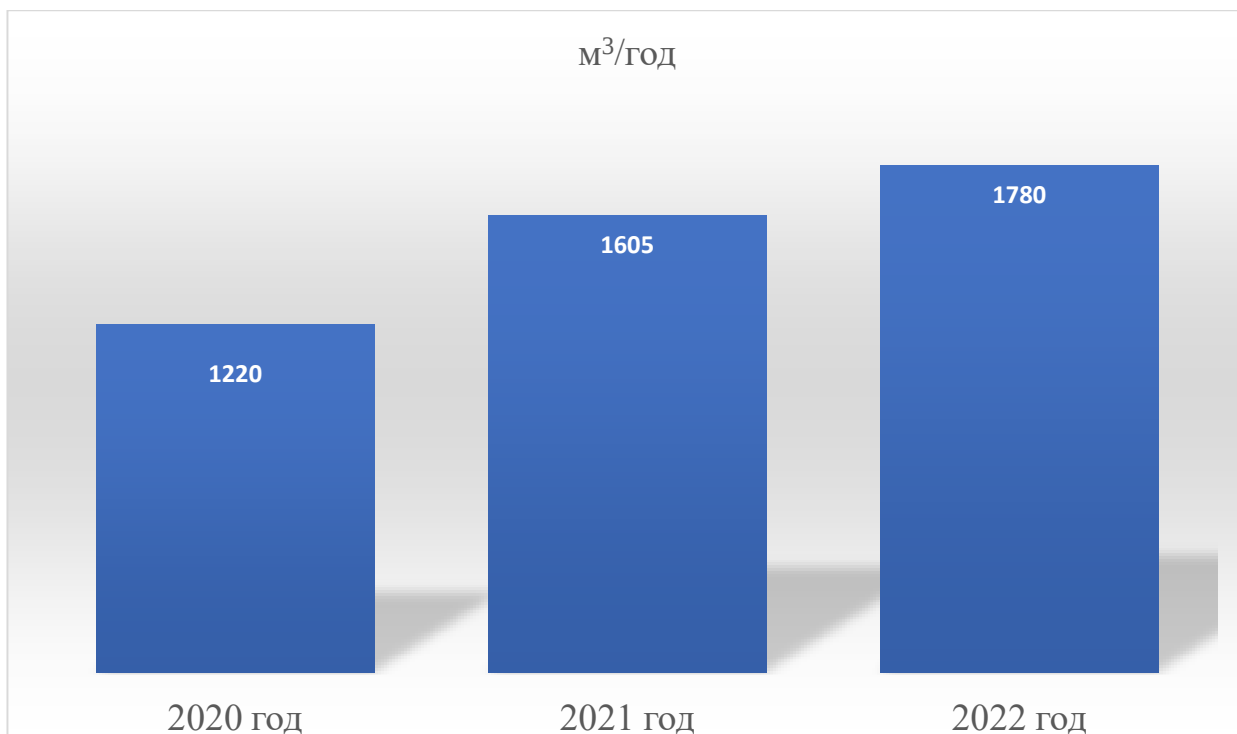


Рисунок – 10 Потребление ХПВ за 2020 – 2022 год

Рисунок помогает визуально проанализировать фактическое изменение уровня потребления ХПВ на нужды потребителей.

Из рисунка 10 видно, что фактическое потребления ХПВ в МБДОУ растет.

Выводы по разделу.

В ходе проведения детального энергетического обследования выявлено, что инженерные системы МБДОУ находятся в удовлетворительном состоянии, явных дефектов оборудования не выявлено.

Источник питания здания находится вне зоны ответственности МБДОУ и обслуживается специалистами другой организации. Исследование и возможное улучшение источника питания в рамках данной магистерской диссертации рассматриваться не будет.

Электрические кабели, которые идут от источника питания в вводно-распределительное устройство находятся в удовлетворительном состоянии и срок службы данных кабелей истекает, что в дальнейшем приведет к полной их замене.

Получены данные потребления электрической энергии за 2020 -2021 года и составлена диаграмма, отражающая объемы и динамику потребления электрической энергии.

Определено количество электрооборудования и потребляемой им активной мощности.

Проведен расчет потребления тепловой энергии, ГВС, ХПВ, полученные данные будут приняты для повышения энергоэффективности здания.

По полученным данным в ходе энергетического обследования считается целесообразно разработать технические мероприятия для улучшения энергетической эффективности системы электроснабжения и других обеспечивающих систем.

2 Мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности МБДОУ

В первой главе магистерской диссертации был проведен анализ энергопотребления, представлена структура потребления энергетических ресурсов, приведена характеристика систем электроснабжения и теплоснабжения, произведены расчеты энергопотребления. На основе полученных расчетов и проведенного анализа в первой главе, во второй главе магистерской диссертации будут определены мероприятия по повышению энергетической эффективности МБДОУ.

Для повышения энергоэффективности в МБДОУ, необходимо снизить тепловые потери здания, снизить энергозатраты на эксплуатируемое электрооборудование.

Снизить тепловые потери здания и энергозатраты предлагается за счет модернизации и/или замены старого электрооборудования на новое энергоэффективное. Так же для решения задач по снижению энергозатрат во второй главе магистерской диссертации будут проработаны организационные и технические мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Для снижения МБДОУ суммарного объема, потребляемых им тепловой энергии и электрической энергии, а также объема потребляемой воды появляется необходимость разработать и внедрить программу энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

В программе энергосбережения и повышения энергетической эффективности МБДОУ будут определены цели, задачи, целевые показатели программы, сроки реализации программы, источники и объемы финансирования программы, планируемые результаты программы.

Период реализации программы будет разбит на два этапа. На первом этапе необходимо реализовать предусмотренные программой

организационные мероприятия, а на втором этапе начиная с 2024 года, будут реализованы предусмотренные программой технические мероприятия.

2.1 Организационные мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности МБДОУ

Для повышения энергетической эффективности МБДОУ необходимо строго соблюдать указанные в программе мероприятия.

Достижение цели по энергоэффективности МБДОУ обеспечивается системным подходом, предусматривающим:

- определение и формализацию целей и задач деятельности МБДОУ, направленной на энергосбережение и повышение энергетической эффективности;
- определение политики МБДОУ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- определение и формализация, в соответствии с установленной политикой МБДОУ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности процессов управления, позволяющих достигнуть поставленных целей и задач в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- определение необходимых ресурсов для осуществления деятельности МБДОУ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности и обеспечение ими;
- применение предложенных программой методов для измерения результативности и эффективности деятельности МБДОУ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Для успешного руководства деятельностью МБДОУ в области энергосбережения необходимо разработать, задокументировать и внедрить систему управления, определяющую:

- распределение ответственности и полномочий по управлению деятельностью в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- технологию исполнения процессов управления деятельности в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- временные регламенты исполнения процессов управления деятельности в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- методы и критерии оценки результатов деятельности в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

С целью организации системы управления деятельностью МБДОУ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, обеспечить в установленные программой сроки выполнение организационных мероприятий, в части касающейся;

- принятия необходимых административно-правовых решений, определяющих механизм реализации мероприятий в области энергосбережения и повышения энергоэффективности;
- создания системы управления процессом повышения энергетической эффективности объектов, находящихся в ведении МБДОУ;
- создания условий для реализации энергосберегающих мероприятий.

Перечень предлагаемых программой организационных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности МБДОУ с указанием сроков их внедрения приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень организационных мероприятий

Наименование организационного мероприятия	Результаты исполнения мероприятия	Срок исполнения мероприятия	
		Начало	Окончание
Принятие необходимых административно-правовых решений, определяющих механизм реализации мероприятий в области энергосбережения и повышения энергоэффективности	«Положение о энергоресурсосбережении»	Апрель 2023	Июнь 2023
Назначить ответственных лиц за реализацию мероприятий программы	Приказ по МБДОУ	Апрель 2023	Июнь 2023
Создание системы управления процессом управления энергосбережением и повышением энергетической эффективности МБДОУ	Создание системы управления процессом энергоресурсосбережения	Апрель 2023	Июнь 2023
Внести в должностные инструкции сотрудников, ответственных за эксплуатацию и техническое содержание объектов, инженерно-техническое обеспечение, закупку энергоресурсопотребляющего оборудования соответствующие дополнения в части касающейся энергосбережения и повышения энергетической эффективности объектов и их энергосистем в зонах своей ответственности Определить квалификационные требования к сотрудникам по видам занимаемых должностей	Утвердить внесенные изменения в должностные инструкции	Апрель 2023	Июнь 2023
Организовать обучение сотрудников энергоресурсосбережения в области энергосбережения и повышения энергоэффективности	Корректировка положения подготовки персонала	Апрель 2023	Июнь 2023
Разработать систему мотивации персонала в целях эффективного использования топливно-энергетических ресурсов	Возможность поощрения персонала	Ноябрь 2023	Декабрь 2023
Организовать подготовку отчетности и анализ деятельности МБДОУ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности	Отчеты об объемах энергопотребления и о результатах реализации Программы (Приложения 3,4,5,6 приказа Минэнерго России от 30.06.2014 № 398)	Ноябрь 2025	Декабрь 2025

2.2 Технические мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности МБДОУ

К техническим мероприятиям по энергосбережению можно отнести модернизацию и/или замену старого оборудования на новое в системах теплоснабжения, системе внутреннего и внешнего освещения, системе вентиляции, системах холодного и горячего водоснабжения.

Модернизация или улучшение оборудования является задачей, которую решить может только проектировщик оборудования, поэтому необходимо найти и применить уже улучшенную версию, которую свободно можно приобрести на прямую у завода-изготовителя или посреднической организации.

Для того чтобы подобрать необходимое оборудование для МБДОУ, необходимо тщательно изучить имеющееся. Обязательно необходимо просмотреть сроки службы оборудования и заранее заказать оборудование предусмотрев его энергоэффективность без потери необходимых для эксплуатации функций.

2.2.1 Технические мероприятия по энергосбережению системы теплоснабжения

В МБДОУ уже определен допустимый поддерживаемый микроклимат в соответствии с категориями помещений. Для системы теплоснабжения уже рассчитано и заложено определенное количество потребляемой тепловой энергии, с целью поддержания допустимого микроклимата в помещениях, но потери тепла через крышу, стены, пол, окон и дверей вынуждают потреблять больше расчетного количества энергии.

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемых зонах МБДОУ и помещениях определенной категории приведены в таблицах 17, 18 [19].

Таблица 17 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в помещениях детских дошкольных учреждениях

Период года	Помещение	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая
Холодный	Групповая раздевальная и туалет: для ясельных и младших групп для средних и Дошкольных групп	21-23	20-24	20-22	19-23	45-30	60	0,1	0,15
		19-21	18-25	18-20	17-24	45-30	60	0,1	0,15
	Спальня: для ясельных и младших Групп для средних и дошкольных групп	20-22	19-23	19-21	18-22	45-30	60	0,1	0,15
		19-21	18-23	18-22	17-22	45-30	60	0,1	0,15
	Вестбюль, лестничная клетка	18-20	16-22	17-19	15-21	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется
Теплый	Групповые спальни	23-25	18-28	22-24	19-27	60-30	65	0,15	0,25

Таблица 18 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в помещениях по категориям

Период года	Наименование помещения или категория	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	1	20-22	18-24	19-20	17-23	45-30	60	0,2	0,3
	2	19-21	18-23	18-20	17-22	45-30	60	0,2	0,3
	3а	20-21	19-23	19-20	19-22	45-30	60	0,2	0,3
	3б	14-16	12-17	13-15	13-16	45-30	60	0,3	0,5
	3в	18-20	16-22	17-20	15-21	45-30	60	0,2	0,3
	4	17-19	15-21	16-18	14-20	45-30	60	0,2	0,3
	5	20-22	20-24	19-21	19-23	45-30	60	0,15	0,2
	6	16-18	14-20	15-17	13-19	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется
	Ванные, душевые	24-26	18-28	23-25	17-27	не нормируется	не нормируется	0,15	0,2
Теплый	Помещения с постоянным пребыванием людей	23-25	18-28	22-24	19-27	60-30	65	0,15	0,25

Обозначение помещений по категориям таблицы 18:

- помещения 1-ой категории: Помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха;
- помещения 2-ой категории: Помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебой;
- помещения 3а категории: Помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды;
- помещения 3б категории: Помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя в уличной одежде;
- помещения 3в категории: Помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды;
- помещения 4-ой категории: Помещения для занятий подвижными видами спорта;
- помещения 5-ой категории: Помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей и т. п.);
- помещения 6-ой категории: Помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).

Для улучшения энергоэффективности системы отопления необходимо произвести следующие работы:

- рассчитать тепловую мощность необходимую для помещений и заменить радиаторы в помещениях МБДОУ на биметаллические с большой теплоотдачей;
- в тепловом пункте здания МБДОУ необходимо спроектировать коллекторную группу с регулирующими клапанами для настройки расхода теплоносителя. Разводка труб с теплоносителем сделать с

возможностью регулировки температуры в каждом, отдельно взятом помещении здания;

- применить контрольно-измерительные приборы с меньшей погрешностью, для более точной настройки расхода и температуры теплоносителя;
- продумать и реализовать в тепловом пункте средства автоматики для управления регулирующими клапанами;
- рассчитать возможность применения и монтажа экранов теплоотражающих за радиаторами отопления, с целью улучшения тепловых потоков от стены.

Для улучшения энергоэффективности здания МБДОУ, улучшения микроклимата в помещениях возможно реализовать следующие мероприятий:

- наружную стену здания МБДОУ обшить утеплителем Rockwool 150 мм и смонтировать по верх их фасадные термopанели;
- утеплить пенополиуретаном фундамент здания и обшить панелями;
- заменить устаревший утеплитель крыши здания на энергоэффективный толщиной 200 мм.

Вышеперечисленные мероприятия тянут за собой большие финансовые вложения, а также очень большой срок выполнения работ, что порой не целесообразно. По всем видам улучшений необходимо выполнить экономическое обоснования. Так же, эти мероприятия не гарантируют значительное улучшение микроклимата в помещениях, что необходимо тоже брать в расчет при планировании данных мероприятий.

Без автоматизированного управления системой теплоснабжения, все указанные мероприятия по утеплению здания будут неэффективны.

К автоматическому управления системой теплоснабжения и управления микроклиматом в помещениях, указанных в таблицах 17, 18, можно отнести следующие энергоэффективные технические мероприятия:

- монтаж в тепловом пункте здания МДОУ средств автоматизации;

- применения контрольно-измерительных приборов и средств автоматики для регулирования температуры в помещениях.

Индивидуальный тепловой пункт является одним из важных элементов систем теплоснабжения здания МБДОУ.

Автоматизированный тепловой пункт представляет собой совокупность оборудования (насосы, трубы, теплообменники, компенсаторы объема, средства автоматики, контрольно-измерительные приборы, теплосчетчики регистраторы) предназначенного для приготовления, распределения по потребителям (радиаторы, калориферы), регулирования в соответствии с температурой воздуха на улице и фактической потребности в тепле.

Так как в здании МБДОУ установлено прибор учета тепловой энергии рисунок 6, то существует возможность спроектировать, смонтировать и эксплуатировать систему автоматизации для индивидуального теплового пункта.

В данный момент в здании МБДОУ реализован тепловой пункт с элеваторным узлом регулирования подачи теплоносителя на потребители.

У данного типа применяемого теплового пункта есть как ряд преимуществ такие как простая конструкция, надежность, энергонезависимость, так и недостаток, заключающийся в невозможности плавной регулировки температуры теплоносителя для реализации требуемых тепловых параметров.

Данный недостаток особенно проявляет себя в режиме перехода с летнего на зимнее время года. Переход с летнего на зимнее время года в России происходит при среднесуточной температуре ниже + 8°C.

Элеваторный узел теплоносителя выполняет регулировку теплоносителя, но не может выполнить регулировку температуры на потребителе. Регулировка температуры в помещениях выполняется персоналом за счет открывания окон. Для устранения такого недостатка необходимо применять индивидуальные тепловые пункты с автоматизацией процесса.

Автоматизация теплового пункта включает в состав следующее оборудование:

- контроллер типа Взлет, предназначенный для приема сигнала от датчиков температуры, давления, расхода и выдачи команд управления на электроприводы регулирующих клапанов в соответствии с заложенным в центральный процессор алгоритмом;
- регулирующий клапан с электроприводом;
- датчики температуры на прямом трубопроводе и обратном;
- датчики давления;
- датчики расхода.

Остальное оборудования теплового пункта не имеет отношения к автоматизации, но для технологического процесса обязательно:

- теплообменник;
- задвижки и клапаны отсечные, обратные;
- насосы, подающие, подмешивающие.

Любой автоматизированный индивидуальный тепловой пункт обязательно содержит перечисленное оборудование.

Для проектирования автоматизированного индивидуального теплового пункта выдвигается ряд требований, которые закладываются в техническом задании на проектировании.

Одним из требований является наличие определенного оборудования в здании. Все перечисленное ранее оборудование попадает под требования технической документации.

Оборудование автоматизированного теплового пункта должно выполнять следующие функции:

- получение сформированных сигналов от датчиков температуры, датчиков давления, датчиков расхода теплоносителя, конечного и промежуточного положения регулирующих клапанов;
- регулировка положения арматуры и заслонок по заданному алгоритму, от полученных сигналов датчиков;

- регулировка температуры подачи теплоносителя на потребители при получении обратной связи от датчиков температуры, установленных в контролируемых помещениях;
- заполнение и поддержание заданного параметра давления теплоносителя в трубопроводах и радиаторах здания;
- учет потребления количества теплоты в выставленных значениях (калориях);
- учет тепловых нагрузок;
- формирование отчета для контролирующего персонала.

При использовании автоматических регуляторов расхода и температуры теплоносителя происходит экономия потребляемой тепловой энергии, а также минимизация затрат воды, получаемой из внешней сети [10].

Присоединение к внешней тепловой сети через элеватор совместно с автоматическим регулятором выполнить невозможно.

Технологического оборудование – теплообменник необходимо смонтировать с небольшими габаритами и с большим коэффициентом теплопередачи.

Необходимо учесть продувочные клапаны для возможности выполнять работу по удалению воздуха из теплоносителя. Образование пузырей воздуха в трубопроводе теплоносителя недопустимы. В помещении необходимо предусмотреть прямки для пролива трубопроводов с целью удаления воздуха в прямке установить сигнализаторы наличия воды типа РОС-301, для включения насоса откачки.

Для сброса избыточного давления должны быть предусмотрены предохранительные клапаны.

Необходимо установить фильтры очистки перед теплообменниками и насосами циркуляционными.

Для контроля загрязнения фильтров необходимо предусмотреть и смонтировать датчики перепада давления.

При выборе насосов необходимо обратить внимание на уровень производимого шума при их работе.

Все технические данные для реализации проектирования есть в заводских паспортах и технических условиях на изготовления оборудования. Поэтому достаточно связаться с заводом изготовителем и запросить технико-коммерческое предложение.

2.2.2 Технические мероприятия по энергосбережению системы вентиляции

Для поддержания микроклимата в помещениях здания МБДОУ в соответствии с таблицей 17, необходимо улучшить оборудование имеющиеся систему вентиляции.

При улучшении системы вентиляции в здании необходимо заменить старое оборудование на новое. Новое оборудование должно быть на базе микропроцессорной техники, что позволит задавать определенные алгоритмы работы системы вентиляции при получении параметров температуры и влажности от датчиков.

В настоящее время широко используются микропроцессорные блоки и модули для управления системой вентиляции. Данные блоки и модули, а также вторичные преобразователи датчиков температуры ИПМ, датчиков влажности типа РОСА, а также регуляторы ТРЭ-105 смонтированы в шкафы вентиляции.

Благодаря датчикам и шкафам управления системой вентиляции осуществляется контроль и автоматическое управление регулирующими клапанами предназначенных для уменьшения или увеличения расхода теплоносителя через калориферы.

Чтобы внедрить адаптивную систему вентиляции необходимо использовать датчики движения, сигнализаторы присутствия людей, газоанализаторы содержания углекислого газа, выделяемого людьми.

Адаптивная система вентиляции позволяет выполнить ряд задач:

- обеспечение требуемого значения по качеству воздуха;

- регулирование работы вентиляторов и снижения потребления электрической мощности;
- снижение тепловых потерь;
- снижение потребления электрической мощности кондиционерами;
- снижение шума работы вентиляции;
- обеспечение комфортного пребывания детей в помещениях.

Контроль установленной температуры и влажности можно осуществлять как по месту в каждом помещении, так и удаленно на шкафу управления системой вентиляции.

При поддержании микроклимата в помещениях здания МБДОУ также используется система кондиционирования. Система кондиционирования работает в двух режимах, охлаждения воздуха, поступающего в приточную вентиляцию. Для нагрева воздуха используются калориферы с теплоносителем, а также установлен специальный тепловой насос. Далее нагретый воздух через приточную вентиляцию попадает в помещения.

Функции вентилирования, кондиционирования и поддержания требуемого качества приточного воздуха выполняет тепловой насос, из-за его применения в помещения здания не проникает пыль, а также насос препятствует возможному проникновению вредных аэрозолей и примесей, содержащихся в наружном воздухе.

Тепловой насос предназначен для переноса тепловой энергии посредством термодинамических процессов испарения и конденсации.

Типы тепловых насосов:

- водо-водяные;
- воздухо-водяные;
- воздухо-воздушные.

Тепловые насосы применяются в системах водяного отопления, системах воздушного отопления, в системах вентиляции.

Воздухо-воздушные тепловые насосы могут выполнять функцию охлаждения и нагрева воздуха.

Принцип работы всех трех типов насосов аналогичный.

Принцип работы воздушно-воздушного вентилятора - наружный воздух втягивается вентилятором в наружный блок теплового вентилятора и проходит через ребра испарителя. По теплообменнику циркулирует фреон, он забирает на себя имеющуюся в нем тепловую энергию и переходит в газообразное состояние. Газ попадает в конденсатор насоса, там происходит его сжатие. После сжатый газ перегоняется по трубам из меди во внутренний блок насоса. В расположенном в помещении конденсаторе сжатый газ меняет свое агрегатное состояние и превращается в жидкость. Жидкость отдает тепло воздуху помещения. Излишнее давление газа стравливается за счет расширительного клапана, а фреон возвращается в первичный испаритель.

2.2.3 Технические мероприятия по энергосбережению системы электроснабжения

В результате энергетического обследования МБДОУ был выявлен ряд замечаний, в том числе и по укладке кабеля в распределительной сети и шкафах, а также неудовлетворительное состояние штепсельных разъёмов и клеммных соединений. Данная распределительная сеть нуждается в перемонтаже, но в рамках второго раздела магистерской диссертации на основании энергетического обследования принято решение повышать энергетическую эффективность системы электроснабжения за счет системы внутреннего и наружного освещения. Система внутреннего и наружного освещения является энергоемким оборудованием, за счет количества осветительного оборудования [5].

В МБДОУ нет производственных помещений с большой энергоемкостью, пиковая мощность ограничивается включением электрооборудования кухни во время приготовления пищи, система внутреннего освещения функционирует на протяжении всего рабочего дня, вечером включается система наружного освещения.

Для снижения энергопотребления светильников прежде всего необходимо исключить одну главную причину, нецелесообразное

использование, а именно не выключение света в покинутых помещениях. Это влечет за собой не только перерасход электроэнергии, но и к уменьшению ресурса оборудования, так как увеличивается наработка.

Так же надо учитывать, что в здании есть устаревшие светильники, которые можно заменить на энергоэффективные новые устройства.

Учитывая вышесказанное при выполнении магистерской диссертации, необходимо акцентировать внимание на системы внутреннего и наружного освещения.

Повышение энергетической эффективности МБДОУ в рамках модернизации системы внутреннего и наружного освещения необходимо разделить на два этапа.

Первый этап подразумевает выполнение мероприятий по модернизации системы внутреннего и наружного освещения заменой устаревших светильников на энергетически эффективные [2], [20].

Второй этап подразумевает разработку решения по созданию автоматического регулирования освещением МБДОУ.

Внедрение второго этапа решит проблему нерационального использования системы освещения, минимизировать количество затрачиваемой электрической энергии, увеличить ресурс оборудования.

2.2.4 Технические мероприятия по энергосбережению системы освещения

Система наружного освещения.

Монтаж приборов системы наружного освещения выполняется разными способами:

- на стенах и крыше здания;
- по периметру территории МБДОУ;
- комбинированным способом.

На территории МБДОУ размещены площадки для прогулки детей.

Прогулки детей на территории проводятся в основном в дневное время, но учитывая восходы и заходы в Ленинградской области, ко времени 17.00 в

осеннее и зимнее время на территории МБДОУ темно. Поэтому размещение монтаж наружного освещения по периметру территории МБДОУ был осуществлен по необходимости. Также наружное освещения на территории МБДОУ используется для подсветки ландшафта.

Главной задачей при разработке технического решения по модернизации и реконструкции системы наружного освещения, является унификация оборудования и способа монтажа. Унификация позволяет использовать данное решение не только на территории МБДОУ, находящего в Ленинградской области, но также использовать данное решение при монтаже системы наружного освещения в других областях Российской Федерации.

Исходя из главной задачи, в данной магистерской диссертации будет рассмотрен второй метод монтажа оборудования «По периметру территории МБДОУ».

Для реализации задачи необходимо использовать не только подбор светильников, потребляющих меньшее количество электрической энергии, но также проанализировать возможность применения датчиков освещенности и астрономического реле времени.

Светильники, дополненные датчиками, дают нам унифицированную схему, которую необходимо только настроить под определенный регион Российской Федерации.

Астрономическое реле времени – это прибор, который по заданному алгоритму с помощью замыкания реле выдает управляющие сигналы типа «сухой контакт» предназначенные для управления включением/выключением светильников системы освещения.

Заданный алгоритм – это географические координаты, которые задаются в астрономическом реле времени. Представленное астрономическое реле времени имеет максимальный ток нагрузки 16 А и предназначено для электрической сети переменного тока 220 В, следовательно максимальная

потребляемая мощность будет 3520 Вт. Реле имеет удобный способ монтажа на DIN-рейку, поэтому удобно будет разместить в шкафу управления.

На рисунке 11 приведен внешний вид астрономического реле времени.



Рисунок 11 – Астрономическое реле времени

Система наружного освещения включает в себе оборудование с линиями связи, представленное на рисунке 12.

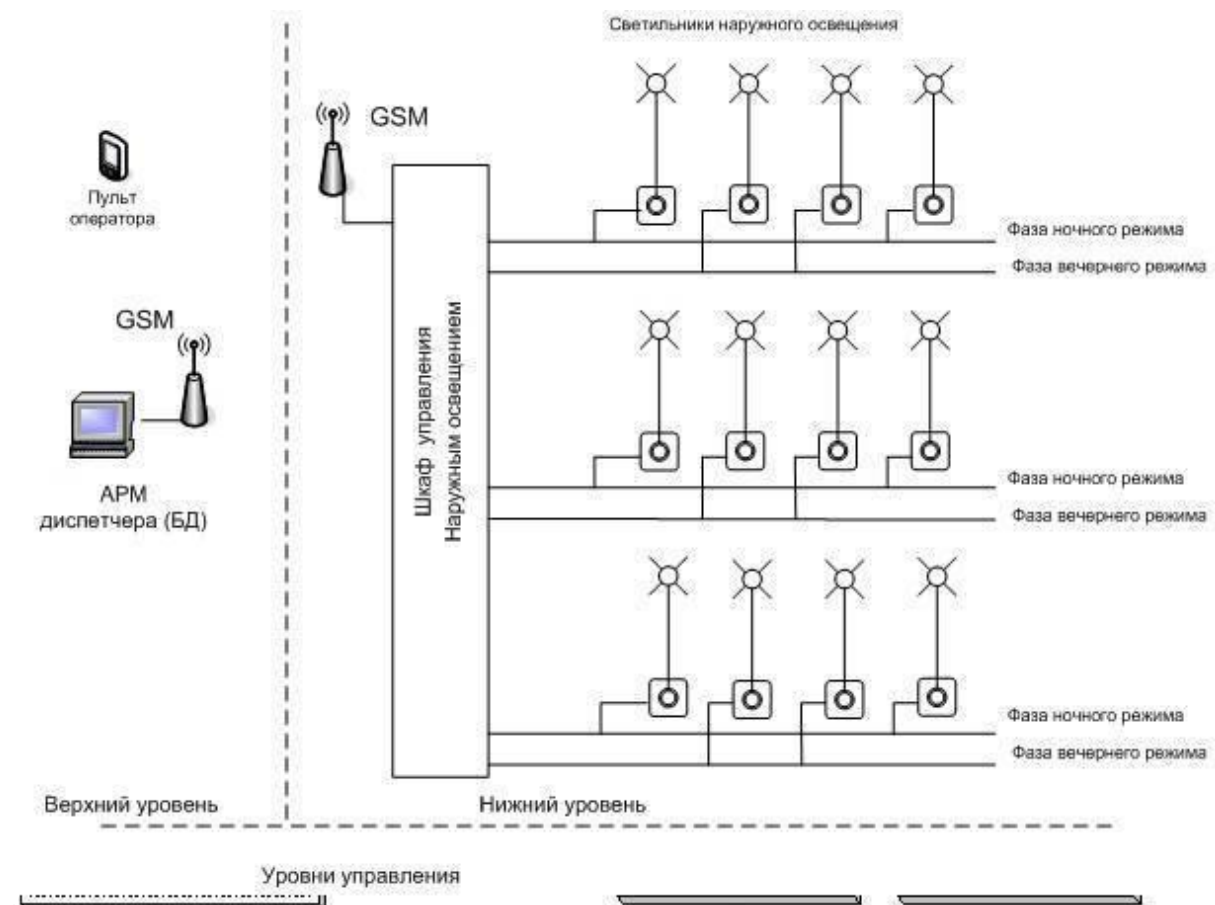


Рисунок 12 - Структурная схема наружного освещения

Из приведенной структурной схемы на рисунке 12 видно, что астрономического реле недостаточно для осуществления качественного контроля и управления системой наружного освещения. Дополнительно применяются датчики внешней освещенности [30].

Датчики наружной освещенности монтируются по месту монтажа светильников в непосредственной близости, для реализации эффективного контроля наружного освещения именно в этом месте. Датчики позволят светильникам светить ярче или тусклее за счет регулирования мощности, данная функция называется диммированием.

Применение данных датчиков позволит значительно экономить потребляемую электрическую энергию, а значит будет реализована задача по энергоэффективности.

На рисунке 13 приведен внешний вид наружного датчика освещенности.



Рисунок 13 - Датчик освещенности наружный

В логической схеме системы наружного освещения будут применяться различные уровни сформированных сигналов от наружных датчиков освещенности. Относительная приведенная погрешность датчика освещенности должна минимальный, для получения точного сигнала, пропорционального изменению уровня света на улице. Произвести настройку датчика освещенности можно в широком диапазоне.

Для реализации энергоэффективной системы наружного освещения необходимо внимательно подобрать светильники изучив все технические данные.

Все технические требования, предъявляемые на светильники, датчики освещенности, астрономического реле будут учтены в техническом задании на разработку и модернизации системы наружного освещения.

Основные требования, предъявляемые для подбора энергоэффективных светильников наружного освещения:

- светильник должен быть изготовлен с применением светодиодных ламп;

- светильник должен состоять из элементов позволяющих плавно регулировать поток света «диммирование»;
- степень защиты по ГОСТ 14254-2015 не хуже IP65;
- у светильников должен быть достаточно широкий конус света с углом распространения 160 градусов.

Широкая кривая силы света (КСС) типа III применяемая для светильников приведена на рисунке 14.

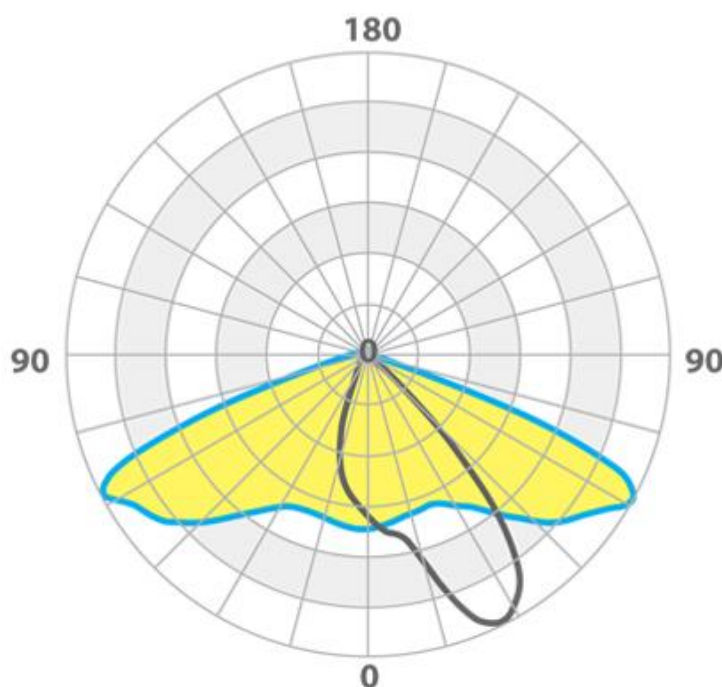


Рисунок 14 – КСС типа III

Для выбора светильников наружного освещения необходимо обратить внимание на высоту монтажа. Чем выше светильник находится, тем больше нужно мощности для освещения той же площади.

Наглядное проектирование в программах позволяет разместить светильники системы наружного освещения на здании и получить результаты по освещенности. Программы проектирования освещения существуют для персонального компьютера, для мобильных устройств, а также на сайтах производителя. Достаточно выбрать несколько основных параметров будущей

системы внешнего освещения (тип светильника и требуемую высоту и т.д.), нажать кнопку «рассчитать» и процесс будет запущен.

Для системы наружного освещения должны быть применены светильники с световым потоком не менее 4000 Лм.

В данный момент имеется Фасадное- ДНАТ 150

Для системы внешнего освещения МБДОУ будут применены светодиодные уличные светильники Wolta STLS-40W03 в количестве 11 штук, вместо фасадных ДНАТ 150 с лампами накаливания.

Светильники Wolta имеют световой поток 4000 Лм, что соответствуют нижнему допускаемому пределу по СанПин.

Технические характеристики, следующие:

- тип КСС III;
- потребляемая мощность 40 Вт;
- степень защиты IP65;
- цветовая температура 4000 К;
- световой потока 4000 Лм.

Из основных технических характеристик видно, что при минимальном потреблении мощности всего в 40 Вт, светильник способен выдавать световой поток в кривой силы света III с внушительным световым потоком, что позволяет с полной уверенностью заменить действующие фасадные светильники с лампами накаливания.

В качестве визуализации, расчета, можно применить программу по созданию проекта системы освещения DIALux. Программа DIALux предназначена для проектирования освещения, она является одной из самых популярных среди аналогов и ей может пользоваться как новички, так и профессиональные проектировщики.

Система внутреннего освещения.

Одним из важных факторов, влияющих на здоровье человека, является свет. Уровень освещенности помещения может влиять на утомляемость, восприимчивость к получаемой информации. Так как рассматриваемый

объект МБДОУ, то уровень света особо важен. У детей ясельного возраста, если только формируется зрительная функция.

Нормы для освещенности помещений в МБДОУ регламентируются СанПиН 2.4.1.3049-13 и СП 52.13330.2016.

Следующие требования выдвигаются для помещений МБДОУ:

Исходя из назначения помещений, в которых находятся дети, освещение можно варьировать, не нарушая требования свода правил СП 52.13330.2016.

В своде правил отражены нормы для каждого помещения, это помогает при выборе осветительных приборов. В игровых помещениях освещенность должна быть не ниже 400 люкс (лк), ниже 400 лк не допускается.

Для выбора осветительных приборов необходимо так же учитывать и отражение окружающих поверхностей в этом помещении. Коэффициенты отражения приведены в своде правил СП 52.13330.2016. Дополнительно необходимо учесть равномерность освещения при использовании определенного осветительного оборудования.

Отражающий эффект лучше всего проявляется от светлой поверхности.

Для наглядности влияния эффекта отражения от цвета и материала приведена таблица 19.

Таблица 19 – Приблизительные коэффициенты отражения

Поверхность отражения	Цвет, материал отделки	Коэффициент отражения, %
Потолок	Бетон	40
	Штукатурка	73
	Белая плитка подвесного потолка	70
	Светло-серая плитка подвесного потолка	50
Стены	Светлый пластик	60
	Белый гипсокартон	80
	Желтые или бежевые или розовые обои	50
	Голубые или светло-зеленые обои	30
	Красные или коричневые обои	20

Продолжение таблицы 19

Поверхность отражения	Цвет, материал отделки	Коэффициент отражения, %
Пол	Светлая кафельная плитка	30
	Светлый паркет	20
	Темный паркет	10
	Светлый ламинат	30
	Светло-серый линолеум	20
	Серый ковролин	10

Показатель дискомфорта UGR тоже учитывается при выборе осветительных приборов. Осветительные приборы, планируемые к применению, должны иметь антибликовое покрытие для исключения слепящего действия. Исключение бликов от осветительных приборов даст комфортное пребывание детей в помещении. Так же свет должен быть белый теплый, для создания еще большего комфорта в помещении.

Расчет показателя дискомфорта UGR рассчитывается по методике, приведенной в ГОСТ 33392-2015 [7].

Осветительные приборы необходимо выбрать с UGR со значением не менее 19 и не более 22.

Для повышения энергетической эффективности в системе внутреннего освещения МБДОУ необходимо внедрить следующие мероприятия:

- применение осветительных приборов с технологией LED;
- отделку помещений выполнить светлыми материалами для максимального эффекта отражения.

Для освещения помещений общего пользования, необходимо применять современные светодиодные приборы освещенные. Так же допускается использовать приборы освещения газоразрядные и люминесцентные, но по отдельности. В комбинированном виде применять приборы освещения разных принципов действия недопустимо. При применении одного типа приборов освещения необходимо применять одинаковые показатели цветовой температуры.

При подготовке к проведению реконструкции системы освещения необходимо учесть все требования и нормы, предъявляемые нормативно-техническими документами. При нарушении требований экспертиза даст отрицательное заключение и возникнет проблема реконструкции системы освещения.

Повышение энергетической эффективности системы внутреннего освещения будет достигаться за счет выбора современных источников освещения и замены старых. Так как у старых приборов выходит срок службы, то рационально закупить новое осветительное оборудование с учетом всех требований. Заменять приборы с истекшим назначенным показателем, на такие же не рационально и не вписывается в программу энергетической эффективности.

На рынке существует множество осветительных приборов с разными параметрами и заводами-изготовителями. Поэтому закупка будет производиться после получения рабочей документации реконструкции здания МБДОУ.

В проектной документации будут заложены мероприятия по энергоэффективности, далее будет выпущена рабочая документация со спецификацией данного оборудования и сметой.

Предположим, что конкурс на тендер выиграла Российская компания ЭЛЕКТРОТРЭЙДЕР, которая является заводом-изготовителем светильников для школьных и образовательных учреждений.

У компании ЭЛЕКТРОТРЭЙДЕР имеется ряд светодиодных светильников с разными техническими характеристиками и формами.

Выбираем светильник SLL Maestro. Данный светодиодный светильник потребляет мощность сети 40 Вт и имеет внушительный световой поток для такой мощности 4800 Лм. Цветовая температуры 4000 К, индекс цветопередачи более 91 Ra.

Приведенный выше осветительный прибор с технической характеристикой может быть использован в системе внутреннего освещения

МБДОУ и соответствует техническим мероприятиям по энергоэффективности.

Чтобы иметь графическое представление распределения светового потока в помещении используется понятие кривая силы света.

Кривая сила света КСС - это важный параметр, который необходимо учитывать для правильного размещения светильников в помещении.

Светильники, применяемые во внутреннем освещении, будут иметь косинусную силу света Д.

Широкая кривая силы света (КСС) типа Д применяемая для светильников приведена на рисунке 15.

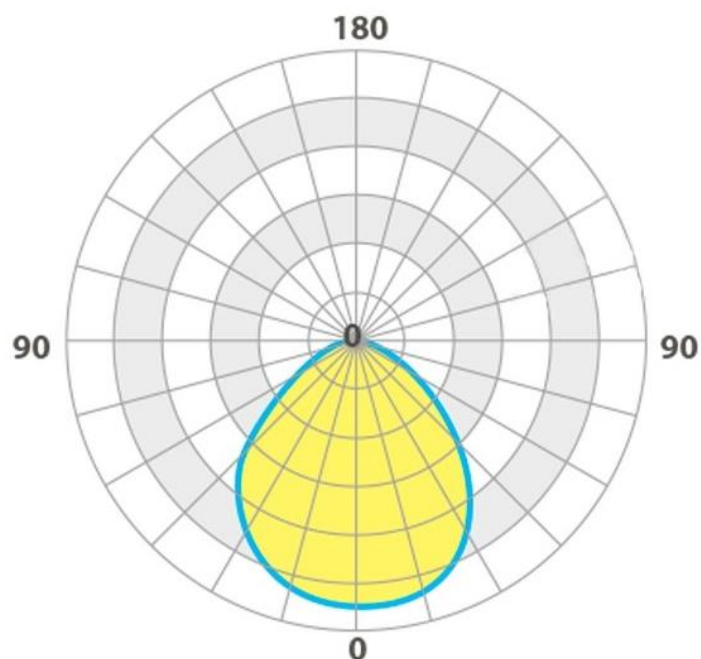


Рисунок 15 – КСС вида Д

При выборе светильников внутреннего освещения было обращено внимание на ряд параметров, таких как:

- мощность светильника;
- силу света;
- высоту потолка.

Чем выше светильник находится, тем больше нужно мощности для освещения той же площади.

Наглядное проектирование в компьютерных программах позволяет разместить светильники системы внутреннего освещения в помещении и получить результаты по освещенности.

Программы по проектированию освещения существуют для персонального компьютера, для мобильных устройств, а также на сайтах производителя.

В качестве визуализации системы освещения можно применить программу по созданию проекта DIALux.

Самым важным различием между выбранными светодиодными светильниками и заменяемыми люминесцентными лампами это количество потребления мощности при одинаковых световых характеристиках. Тем самым будет обеспечена энергетическая эффективность без потери комфортного освещения в помещении.

Для наглядности можно выполнить расчеты потребления электрической энергии.

В здании МБДОУ смонтировано:

- 109 ламп накаливания мощностью 60 Вт;
- 334 прибора с люминесцентными лампами мощностью 80 Вт каждая.

Применим выбранные светодиодные светильники мощностью 40 Вт.

109 ламп накаливания потребляют 6,54 кВт, когда светодиодные будут потреблять 4,36 кВт, что на 2,18 кВт в час меньше. Разница очевидная.

334 прибора с люминесцентными лампами потребляют 26,72 кВт, когда светодиодные будут потреблять 13,36 кВт, что в два раза меньше.

Исходя из простейших расчетов видно, что замена традиционных ламп, на более современные светодиодные лампы дают экономию по потреблению электрической энергии практически в 2 раза.

Эффективное использование электрической энергии необходимо контролировать. Для контроля и управления потреблением электрической

энергии необходимо разработать и внедрить дополнительное мероприятие – систему мониторинга.

Мониторинг заключается в следующем:

- заменять вышедшие из строя светильники, не хуже аналогичных;
- выполнять подбор и замену осветительных приборов только специалисту, имеющему профессиональное электротехническое образование, это позволит избежать ошибок.

Выбор неправильных светильников приведет к повышенному энергопотреблению и ухудшению световой среды в помещении. Ухудшение может возникнуть из-за ошибочного выбора светильников с другой силой света и другой цветовой температуры [11].

После проведенного энергетического обследования в МБДОУ и составления опросного листа можно сделать следующие выводы:

- не установлены приборы потребления электрической энергии для системы освещения;
- не выполняются ежемесячные осмотры осветительного оборудования с целью выявления дефекта.

Необходимо проводить мероприятия по обучения персонала в области энергосбережения. Знания в области энергосбережения дают понимание цели использования политики энергоэффективности.

Необходимо персоналу дать разъяснения по правильности использования светодиодных приборов. Выключать осветительные приборы при уходе из помещения. Даже такая простая функция, даст значительное сбережение ресурса. Так как назначенные показатели – это не только срок службы осветительного прибора, но и наработка «ресурс», то необходимо его экономить.

Опираясь на данные энергетического обследования МБДОУ позволяет спрогнозировать экономию от организационных и технических мероприятий, учтенных в программе по энергоэффективности.

2.2.5 Технические мероприятия по повышению эффективности использования воды

С целью экономии и рационального использования холодной воды необходимо установить автоматические смесители сенсорного типа.

Автоматический смеситель сенсорного типа, обеспечивает достаточный комфорт пользователя. Автоматический смеситель работает по принципу автоматического включения и отключения подачи воды от сигнала датчика фотоэлемента.

Из практических наблюдений среднее время мытья рук одним человеком в умывальнике составляет 15 секунд. Нормативный расход воды за такой период составит: - холодная вода: $G_{хв} = 0,09 \times 15 = 1,35$ л.

Суммарный расход воды составит 2,7 л за одно мытье рук.

За счет отсутствия лишнего расхода воды при регулировании нужной температуры и автоматическим выключением подачи при убираии рук из рабочей зоны сенсора, экономия воды может доходить до 40 % или примерно 1 л воды.

В ходе проведенного анализа выявлено, что в среднем число использования каждого умывальника в день составляет 45 раз. Соответственно расход воды составит: – холодная вода:

$$G_{хв}^{сут} = 45 \times 1,35 \times 5 \times 10^{-3} = 0,304 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Прогнозируемая экономия холодной воды в год может составить в натуральном выражении 75 м³. В денежном выражении общая экономия может составить 4,17 тыс. руб./год при установленном тарифе на водоснабжение 55,6 руб./м³ в базовом году.

Минимальная рыночная стоимость автоматического смесителя сенсорного типа с установкой составляет 15,0 тыс. рублей. Количество требуемых смесителей 5 шт. Стоимость оборудования может составить 75 тыс. рублей.

2.3 Планируемые результаты введения программы в МБДОУ

Программа обеспечивает решение задач снижения расходов на ТЭР и воду за счет осуществления мероприятий технического и организационного характера, непосредственным результатом которых является повышение уровня энергосбережения и повышение энергетической эффективности МБДОУ.

По итогам реализации программы предполагается получение следующих результатов:

- обеспечение надежной и бесперебойной работы системы энергоснабжения организации;
- снижение расходов на коммунальные услуги и энергетические ресурсы не менее 3 % по отношению к 2022 г. ежегодно;
- снижение удельных показателей потребления энергетических ресурсов не менее 3 % по отношению к 2022 г.;
- использование энергосберегающих технологий, а также оборудования и материалов высокого класса энергетической эффективности;
- стимулирование энергосберегающего поведения работников организации.

Реализация программы обеспечит высвобождение дополнительных финансовых средств за счет полученной экономии и, как следствие снижение постоянной составляющей бюджета учреждения по оплате ТЭР и воды. Суммарная экономия ТЭР и воды, полученная от реализации мероприятий программы, составит:

- тепловой энергии - 21,51 Гкал;
- воды - 75 куб. метров в год.

Выводы по разделу.

Проведен анализ микроклимата в помещениях МБДОУ на соответствие установленных требований нормативно-технических документов.

Проведен анализ получаемых результатов после внедрения автоматизированного индивидуального теплового пункта в здании МБДОУ, выполненного по независимой схеме.

Рассмотрена возможность внедрения и эксплуатации дополнительных датчиков в системе вентиляции, такие как датчики присутствия, датчики движения и датчики содержания углекислого газа.

Рассмотрена приточно-вытяжная установка со встроенным тепловым насосом для внедрения в интеллектуальную систему общеобменной вентиляции.

Проработаны технические мероприятия для экономии электрической энергии в системе внешнего освещения. Предложена программа для проектирования системы внешнего освещения.

Проведен расчет потребления электроэнергии осветительным оборудованием внутреннего освещения системы электроснабжения и предложено осветительное оборудование для применения при модернизации системы.

Предложено внедрить разработанную программу повышения энергетической эффективности и приведены планируемые результаты после ее применения в МБДОУ.

3 Автоматизированная система управления

В первом разделе магистерской диссертации были определены количественные показатели энергетического потребления в МБДОУ, а также проведен анализ системы теплоснабжения и энергоснабжения. Полученные результаты позволили во втором разделе магистерской диссертации разработать ряд организационных и технических мероприятий. В третьем разделе магистерской диссертации будет предложена разработка автоматической системы управления техническими средствами системы электроснабжения МБДОУ основываясь на предложенные технических мероприятия по повышению энергетической эффективности МБДОУ.

Энергетическую эффективность здания МБДОУ определяют за счет показателей и классов энергетической эффективности. Показатели и классы отображены и в разработанном энергетическом паспорте здания МБДОУ.

В начале разработки энергетического паспорта для здания определяется высший класс, при выработки определенного ресурса эксплуатации задания класс снижается. Чтобы пересмотреть энергетический класс здания, необходимо произвести энергетическое обследование.

Основные методы верификации с целью определения класса энергетической эффективности здания приведены в международных стандартах. В основном выделяют четыре основные группы методов верификации:

- комбинированный подход к измерениям электрической и тепловой энергии относится к первому методу. В данном методе необходимо проводить измерения электрической и тепловой энергии с определенной периодичностью. После получения результатов измерения проводится анализ и оценивается энергетическая эффективность;
- непрерывное или периодическое измерение электрической и тепловой энергии относится ко второму методу. Продолжительные

непрерывные измерения дают меньшую погрешность показаний. Этот метод, также, как и первый применяется для разработки частичной модернизации оборудования здания МБДОУ;

- постоянное непрерывное измерение относится к третьему методу. С помощью установленных приборов учета электрической и тепловой энергии происходят непрерывные измерения с целью формирования отчета по полученным показаниям;
- компьютерное моделирование относится к четвертому методу [9].

Для получения достоверной информации об энергетическом потреблении в здании МБДОУ могут использоваться различные методы [27]. Нет четкого определения каким методом лучше оперировать для определения показателей энергетической эффективности здания. Разрешается использовать одновременно несколько методов.

В данной магистерской диссертации предлагается внедрение автоматизированной системы управления техническими средствами, в которой будет реализовано получение данных от приборов учета электрической и тепловой энергии, регулирование исполнительными органами системы вентиляции и кондиционирования, регулирования системы электроснабжения в части системы освещения, контроль положения автоматических выключателей в распределительном пункте, регистрация перегрузки и срабатывания на короткое замыкание автоматических выключателей. Будет реализован мониторинг потребления электрической и тепловой энергии, с целью определения энергетической эффективности здания по заложенным алгоритмам. Данная мониторинг позволит отправлять данные для государственного мониторинга энергоэффективности зданий [12], [25].

В Российской Федерации, применяются государственные системы мониторинга энергетической эффективности зданий. Для этого необходимо предоставлять данные потребления электрической и тепловой энергии не реже одного раза в квартал. Разработанная автоматизированная система

мониторинга позволит отправлять данные энергетической эффективности [15].

3.1 Энергоэффективность здания по классам

Показатель характеризующий уровень эффективности использования электрической и тепловой энергии называется классом энергоэффективности.

В нашей стране было утверждено много нормативных актов в области повышения энергетической эффективности.

Можно выделить ряд особо важных нормативно-правовых документов в области энергоэффективности:

- федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [24];
- Приказ Министерства регионального развития РФ от 28 мая 2010 г. 262 «О требованиях энергетической эффективности зданий, строений, сооружений» [15];
- Указ президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. №889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» [23].

Для строительных сооружений по показателю потребления тепловой энергии применяются стандарты и правила [4], [19].

По определению класса энергоэффективности применяется Приказ от 6 июня 2016 г. № 399/пр «Об утверждении правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» изданный Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации.

Для вновь построенному, реконструированному или после капитального ремонта класс энергетической эффективности устанавливается органом государственного строительного надзора.

Класс энергетической эффективности в процессе эксплуатации устанавливается и подтверждается органом государственного жилищного надзора на основании декларации о фактических значениях годовых удельных величин расхода энергетических ресурсов путем выдачи акта проверки соответствия требованиям энергетической эффективности с указанием класса его энергетической эффективности на момент составления этого акта.

На фасаде здания вывешен указатель класса энергоэффективности размером 300 на 300 мм. Пример схематического изображения указателя класса энергоэффективности отображен на рисунке 16.

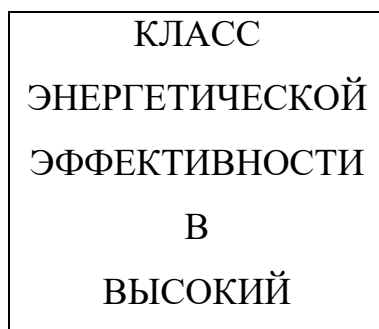


Рисунок 16 – Указатель класса энергетической эффективности здания

Обозначение класса энергетической эффективности осуществляется латинскими буквами по шкале от A++ до G по величине отклонения показателя удельного годового расхода энергетических, ресурсов от базового показателя согласно таблице 19.

Таблица 20 - Классы энергетической эффективности

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения значения фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, %
A++	Высочайший	- 60 включительно и менее
A+	Высочайший	от - 50 включительно до - 60
A	Очень высокий	от - 40 включительно до - 50
B	Высокий	от - 30 включительно до - 40
C	Повышенный	от - 15 включительно до - 30
D	Нормальный	от 0 включительно до - 15
E	Пониженный	от + 25 включительно до 0
F	Низкий	от + 50 включительно до + 25
G	Очень низкий	более + 50

Классы энергетической эффективности определяется сравнением фактических показателей потребления энергетических ресурсов на системы электроснабжения и теплоснабжения и базовых значений показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов приведены в таблице 20.

Фактические показатели потребления энергии системы электроснабжения и теплоснабжения фиксируются по показаниям приборов учета электрической и тепловой энергии.

3.2 Контроль энергетической эффективности МБДОУ

Непрерывный контроль показателей энергетической эффективности здания МБДОУ будет проводиться с помощью автоматизированной системы управления [25].

Автоматизированная система управления осуществляет и решает следующие задачи:

- принимает и преобразует в цифровой вид сигналы от вторичных преобразователей средств измерений;
- отображает параметры на мониторе в режиме реального времени;

- выполняет автоматическое регулирование исполнительных механизмов по заданном алгоритму;
- регистрирует и хранит данные о потребление электрической и тепловой энергии, а также передает их в государственную систему мониторинга [20];
- реализует автоматическое регулирование потребления энергетических ресурсов в зависимости от внешних погодных условий.

Структурная схема автоматизированной системы отображена на рисунке 17.

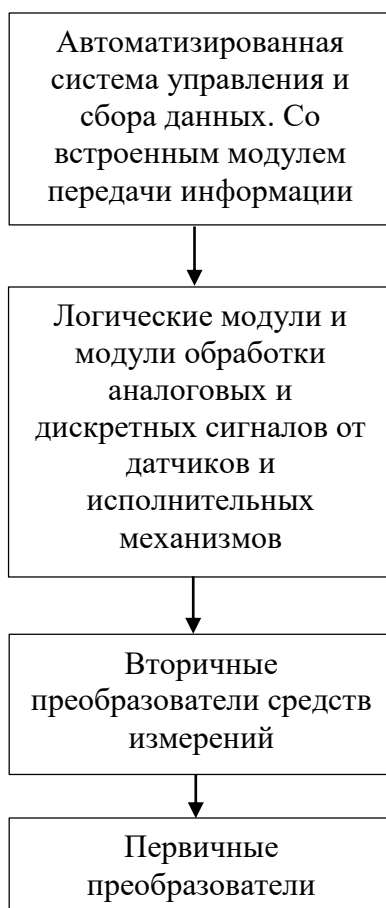


Рисунок 17 – Структурная схема системы мониторинга

Первый уровень — это логические модули автоматической системы управления.

Второй уровень — это вторичные преобразователи датчиков, предназначенные для приема и преобразования одного вида сигналов от первичных преобразователей в другой вид и для отправки в логические модули первого уровня.

Третьей уровень — это первичные средства измерения и приборы учета электрической и тепловой энергии.

Нижний уровень (третий) включает в себя измерение следующие параметров:

- температуры теплоносителя в системе горячего водоснабжения на подающем и обратном трубопроводах;
- температура системы отопления на входе и выходе из здания;
- температура наружного воздуха и температура помещений в здании МБДОУ;
- потребление тепловой и электрической энергии;
- расход холодной и горячей воды.
- уровень освещенности в системе внутреннего и наружного освещения.

Энергетическое обследование и анализ проведенного энергетического обследования показал, что приборы учета электрической и тепловой энергии установленные на вводе здания являются устаревшими и их необходимо заменить для дальнейшего интегрирования в систему автоматического управления.

Следующие требования предъявляются для приборов учета, которые будут интегрированы в систему мониторинга:

- требуемый класс точности прибора;
- архитектура прибора должна быть микропроцессорная;
- прибор должен иметь интерфейс RS-485 для взаимодействия с приборами верхнего уровня по сети ETHERNET;
- прибор должен быть изготовлен в Российской Федерации (импортозамещение).

На отечественном рынке имеются достаточно приборов удовлетворяющих ряду требований, указанных выше. Это облегчает заказ оборудования по стандартной процедуре закупке и не имеют привязку к определенному заводу-изготовителю оборудования.

3.3 Технико-экономическое обоснование

Для производства модернизации системы освещения с целью повышения энергетической эффективности МБДОУ необходимо провести расчеты для технико-экономического обоснования.

После проведения технико-экономического обоснования будут решены две основные задачи:

- затраты на реализацию модернизации системы освещения;
- срок окупаемости.

Ход решения данных основных задач приведен в данном разделе магистерской диссертации.

Для решения данных задач в рамках технико-экономического обоснования необходимо руководствоваться методами, описанными в документации [18].

Для реализации проекта по повышению энергетической эффективности системы освещения необходимо закупить новое улучшенное осветительное оборудование, а также закупить датчики, необходимые для реализации автоматического управления осветительным оборудованием. Исходя из этого, возникает первая основная задача по определению реальной стоимости работ по выполнению:

- составления технического задания;
- создания проектной документации на реконструкцию и модернизацию системы освещения;

- проработка и устранение замечаний в рабочей документации, выявленных при рассмотрении специалистами в области энергетики и электротехники;
- монтаж вновь закупленного оборудования на объекте;
- прокладка кабеля в кабельных каналах, монтаж при необходимости дополнительных кабельных каналов;
- электрический монтаж и присоединение к новому осветительному оборудованию, к датчикам отвечающих за управления с одной стороны и к системы автоматического управления с другой;
- разработка эксплуатационной документации.

Для решения первый основной задачи необходима четкая, проработанная смета на основании разработанной спецификации.

Закупка товаров и услуг по обеспечению модернизации системы освещения, процесс трудоемкий. Заложенная трудоемкость на проведение работ, начиная с технического задания и оказания разработкой эксплуатационной документации должна быть оценена в денежном эквиваленте.

В данном разделе магистерской диссертации будет учтена только стоимость оборудования, так как в расчет закладывается снижение потребления активной мощности для достижения энергетической эффективности системы электроснабжения в части системы освещения МБДОУ.

Для реализации проекта по созданию системы автоматического управления и регулирования системой освещения, необходимо также, как и для осветительных приборов подсчитать затраты на выполнения работ начиная с технического задания и оказания разработкой эксплуатационной документации.

Вторая основная задача — это определение срока окупаемости после подсчета стоимости затрат на закупку товаров и услуг, и полученный эффект по экономии электрической энергии.

По окончании решения поставленных задач можно сделать выводы о целесообразности применения такого внедрения в систему электроснабжения.

3.3.1 Система электроснабжения

Модернизация системы электроснабжения в части системы освещения с целью получения энергетической эффективности от этой модернизации является не простой задачей.

Сложность данной задачи является в неопределенных ценах по работам на разработку технической документации, а также на работы в соответствии с рабочей документацией. Процесс закупки и услуг является процедурой сложной и долгой.

Например, без технической документации невозможно определить длину кабеля от источников питания до осветительного оборудования если планируется вести кабель по другим смонтированным лоткам.

Одним из плюсов можно отнести, что все помещения МБДОУ определены по своему назначению, на которые распространяются нормы нормативно-технической документации по освещенности.

Для проведения экономического обоснования с анализом целесообразности внедрения нового осветительного оборудования предлагается использовать старые кабельные трассы, применять существующий кабель, а также не менять место расположение осветительного оборудования системы освещения.

Данное предложение даст более качественный расчет по потреблению электрической энергии и экономии после замены устаревших осветительных приборов на светодиодные осветительные приборы.

Первым делом необходимо изучить рынок и определиться со стоимостью предложенных для внедрения в системы электроснабжения осветительных приборов.

С целью унификации осветительного оборудования выбираем однотипные светильники для всех помещений.

Заменим 334 осветительных прибора с люминесцентными лампами мощностью 80 Вт на энергоэффективные светодиодные светильники SLL Maestro потребляемой мощностью 40 Вт.

Суммарная активная мощность для новых светильников составляет 13360 Вт.

Стоимость одного светодиодного светильника составляет 3600 рублей.

Для определения суммарной стоимости всей закупки данного осветительного оборудования, необходимо воспользоваться формулой:

$$C_{\text{сумм. тов.}} = n \cdot c, \quad (7)$$

где $C_{\text{сумм}}$ – суммарная стоимость товаров;

c – рыночная стоимость одной единицы товара;

n – количество осветительного оборудования.

Исходя из приведенной выше формулы получаем:

$$C_{\text{сумм}} = 334 \cdot 3600 = 1202400 \text{ руб.}$$

Для того чтобы определить примерную стоимость работ по демонтажу старого и монтажу нового осветительного оборудования был сделан запрос на предоставление технико-коммерческого предложение от компании Петербург Электромонтаж. Монтаж одной единицы светодиодного светильника составляет 550 рублей.

Для определения общей стоимости работ достаточно сложить общее количество светильников и умножить на стоимость работ. Выразить это можно формулой:

$$C_{\text{сумм. усл.}} = C_{\text{раб.}} \cdot N_{\text{общ.}}, \quad (8)$$

где $C_{\text{сумм. усл.}}$ – стоимость услуг (демонтажно-монтажных работ);

$C_{\text{раб.}}$ – стоимость работы по монтажу-демонтажу одного светильника;

$N_{\text{общ.}}$ – общее количество светильников.

Исходя из приведенной выше формулы получаем:

$$C_{\text{сумм.раб.}} = 550 \cdot 334 = 183700 \text{ руб.}$$

Для определения общей стоимости закупки товаров и услуг необходимо применить формулу:

$$C_{\text{сумм. общ.}} = C_{\text{сумм.тов.}} + C_{\text{сумм. усл.}}, \quad (10)$$

где $C_{\text{сумм. усл.}}$ – стоимость товаров и услуг.

Исходя из приведенной выше формулы получаем:

$$C_{\text{сумм.общ.}} = 1202400 + 183700 = 1386100 \text{ руб.}$$

Исходя из сведений о показателях использования электрической энергии на цели освещения (таблица 7 подраздел 1.2) полученных по результатам энергетического обследования здания МБДОУ, активная потребляемая мощность составляет 26,58 кВт. Для модернизации системы электроснабжения в части системы освещения было выбрано осветительное оборудование с суммарной активной мощностью 13360.

Необходимо сравнить потребления активной мощности до модернизации системы освещения и после. Для сравнения необходимо воспользоваться формулой:

$$P_{\text{разн.}} = P_{\text{до}} - P_{\text{после}} \quad (11)$$

Из приведенной выше формулы получается расчет:

$$P_{\text{разн.}} = 26580 - 13360 = 13220 \text{ Вт.}$$

Исходя из сведений о продолжительности светового дня (таблица 8 подраздел 1.2) суммарная продолжительности работы системы освещения за год составляет 2917 часов.

На оплату электрической энергии здания МБДОУ применяется тариф суммой 6,28 руб./ кВт × ч.

Зная тариф на оплату электрической энергии и имея потребляемую мощность системой освещения, можно определить экономию за календарный год, полученную после проведенной модернизации.

$$W = P_{\text{разн.}} \cdot t \cdot \text{тариф}, \quad (12)$$

где W – экономия электрической энергии в год, руб;

P – потребляемая мощность;

t – время работы системы освещения.

Исходя из приведенной выше формулы получаем:

$$W = 13220 \cdot 2917 \cdot 0,00628 = 242\,174 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости модернизированной системы освещения составляет:

$$S = C_{\text{сумм. общ.}} / W = 1386100 / 242174 = 5,7$$

Таким образом, технические мероприятия по улучшение энергоэффективности системы освещения путем внедрения нового осветительного оборудования даст значительную экономию в потреблении электрической энергии и даст срок окупаемости 5,7 лет. Так как срок службы

данных светильников 10 лет, а период окупаемости 5,7 лет, то внедрение нового осветительного оборудования можно считать целесообразным

Внедрение нового осветительного оборудования в систему электроснабжения дает не только экономию в потреблении электрической энергии, но и удовлетворяет нормам и правилам применимым к освещенности помещений.

3.3.2 Система автоматизации освещения

Для выяснения целесообразности внедрения автоматизации системы освещения необходимо определить стоимость оборудования и стоимость работ на монтаж этого оборудования. Для автоматизации системы освещения необходимо закупить комплект сложного оборудования и осуществить его наладку [26].

Для определения стоимости работ по закупке, монтажу, наладке в здании МБДОУ элементов автоматизации системы электроснабжения в части системы освещения был сделан запрос на предоставление технико-коммерческого предложения от компании Петербург Электромонтаж.

Петербург Электромонтаж предоставил следующие данные по составу системы автоматизации для системы электроснабжения:

- шкаф управления системой освещения;
- модуль управления LCMDALI4;
- контроллер управления;
- модуль расширения;
- источник питания шины DALI\$
- локальный пульт управления;
- адаптер DALI-USB\$
- сервисное ПО на ПК под Windows;
- датчики присутствия и освещенности.

По комплекту оборудования для системы автоматизации освещением стоимость составила 300800 руб.

Шкаф управления предназначен для:

- автоматического, ручного или дистанционного сетями осветительного оборудования с любыми источниками света;
- непрерывного контроля и учета электрической энергии;
- автоматической передачи данных в диспетчерский пункт.

Контролер управления освещением предназначен для:

- управление 4 контакторами;
- установка индивидуального расписания на каждый контактор;
- возможность подключения нескольких счётчиков к одному контроллеру синхронизацией по сети;
- установка пороговых уровней для определения вышедших из строя светильников и несанкционированных подключений;
- сбор данных со счётчиков по интерфейсу RS-485;
- встроенная память для автономной работы контроллера по расписанию в случае потери GSM-сигнала;
- встроенный аккумулятор с автономной работой до 60 мин;
- дистанционное обновление прошивки программного обеспечения;
- автоматическая перезагрузка при зависании программного обеспечения;
- подключение датчиков открытия двери и пожарной сигнализации;
- встроенные энергонезависимые часы с автоматической.

Модуль расширения предназначен для сбора данных со встроенных дискретных входов и передачи их в сеть RS-485.

Конфигурирование модулей Mx110 осуществляется на ПК через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB с помощью программы «Конфигуратор M110», входящей в комплект поставки.

Опираясь на опыт реализации подобных технических решений для повышения энергетической эффективности в системе электроснабжения можно предположить, что примерная стоимость монтажа оборудования

системы электроснабжения в части освещения, с последующей ее наладкой, обойдется в сумму 1 млн. 100 тыс. руб. [28], [29].

Из вышеуказанных цен определяем суммарную стоимость закупки товаров и услуг для модернизации системы освещения в здании МБДОУ, она составляет 1 млн. 400800 руб.

Исходя из данных, изложенных на сайте [17], при проведенной модернизации автоматизированной системой управления для системы освещения время работы осветительного оборудования здания МБДОУ сократится на не менее 60 и не более 80%. Такой результат достигается за счет плавного повышения уровня освещенности в помещениях здания МБДОУ и отключением осветительных приборов в помещениях, в которых отсутствуют люди.

Для расчета возьмем минимальное значение 60% и определим время работы осветительного оборудования в здании МБДОУ после модернизации системы освещения. Переводим значение 60% в коэффициент равный 0,4 и подставляем в формулу:

$$T = t \cdot 0,4, \quad (13)$$

где T – время работы системы освещения после модернизации, час;

t – время работы системы освещения до модернизации, час.

Подставляя значения в формулу, получаем:

$$T = 2917 \cdot 0,4 = 1166,8$$

Время работы системы освещения после модернизации составляет 1166,8 часов.

Теперь необходимо определить потребление электрической энергии системой освещения за год, для этого необходимо применить следующую формулу:

$$A = P \cdot T, \quad (14)$$

где A – потребление электрической энергии, кВт;

T – время работы системы освещения после модернизации, час;

P – потребляемая активная мощность, кВт.

Подставляя значения в формулу, получаем:

$$W = 13,36 \cdot 1166,8 = 15588 \text{ кВт}$$

Следовательно экономия потребления электрической энергии системой электроснабжения в части электроосвещения составляет:

$$W = P \cdot t \cdot \text{тариф}, \quad (15)$$

где W – экономия потребления энергии, руб.;

P – потребляемая активная мощность, кВт;

t – время работы системы освещения.

Подставляя значения в формулу, получаем:

$$W = 13,36 \cdot 1166,8 \cdot 6,28 = 97895 \text{ руб.}$$

Определяем срок окупаемости модернизированной системы освещения в здании МБДОУ:

$$T_{\text{окуп.}} = S_{\text{тов.усл.}} / W, \quad (16)$$

Подставляя значения в формулу, получаем:

$$T_{\text{окуп.}} = 1400800 / 97895 = 14,3 \text{ лет}$$

Из расчетов видно, что срок окупаемости автоматизированной системы освещения составил 14 лет, учитывая, что за это время часть оборудования будет с просроченным сроком службы, а также учитывая, что за это время возможно единичные отказы в системе автоматизации, можно сделать вывод о нецелесообразности внедрения такого оборудования в систему электроснабжения. Гарантийные срок службы, срок службы, ресурс и единичные отказы, очень связаны с надежностью оборудования. Если данные характеристики занижил производитель, то большая вероятность к появлению не гарантийных дефектов, которые необходимо устранять силами персонала МБДОУ. Отсутствие специалистов по автоматизации приведет к дополнительным расходам на устранение дефектов, тем самым срок окупаемости будет отдаляться все дальше от цели.

Выводы по разделу.

Выполнен обзор основной нормативно-правовой базы, с помощью которой определены классы энергетической эффективности здания.

Произведен анализ методов верификации показателей энергетической эффективности здания и подобран наиболее подходящий для МБДОУ.

Предложено внедрение автоматизированной системы управления с целью постоянного мониторинга и контроля качества электрической сети системы электроснабжения, регулирования и автоматического управления по заданным алгоритмам системой электроснабжения, а также мониторинга всех показателей энергетической эффективности здания МБДОУ с предоставлением данной информации во внешний мониторинг.

Разработана концепция интегрирования цифровой интеллектуальной системы в автоматизированную систему управления техническими средствами, за счет модулей связи и совместимых протоколов передачи данных.

Проведено экономическое обоснование по реализации технических мероприятий повышения энергетической эффективности системы электроснабжения в части системы освещения.

В процессе экономического обоснования были зафиксированы затраты на закупку товаров и услуг для обеспечения модернизации системы освещения, а также экономия денежных средств после внедрения нового оборудования. Сэкономить на данной модернизации получается 242 174 рублей в год.

Стоимость закупки товаров и услуг для системы освещения составило 1386100 рублей. Учитывая экономию денежных средств в год и стоимость товаров был получен срок окупаемости 5,7 лет.

Внедрение энергоэффективного осветительного оборудования в систему электроснабжения целесообразно и будет приносить прибыль от экономии после 5 - 6 лет эксплуатации.

Закупка и внедрение в систему электроснабжения автоматизированной системы освещения не целесообразно, так как срок окупаемости будет 14,3 лет.

Определенно, что наиболее перспективным будет внедрение в систему освещения новых энергоэффективных светодиодных осветительных приборов. Такое внедрение в систему электроснабжения приведет к значительному уменьшению расхода электрической энергии и увеличению энергетической эффективности здания МБДОУ.

Повышение энергетической эффективности здания МБДОУ было реализовано за счет технических мероприятий для системы электроснабжения и является основой выполненной магистерской диссертации.

Заключение

В результате выполнения магистерской диссертации разработаны технические мероприятия, которые позволяют повысить энергетическую эффективность системы электроснабжения здания МБДОУ в рамках модернизации.

По результатам проведения энергетического обследования здания МБДОУ было установлено, что трансформаторная подстанция подающая электропитание на здание МБДОУ находится вне зоны ответственности МБДОУ и обслуживается АО «ЛОЭСК», следовательно рассмотреть и предложить энергоэффективные решения в рамках данной магистерской диссертации не представляется возможным.

Кабели, с помощью которых шины вторичной обмотки трансформаторной подстанции присоединены к клеммам вводно-распределительного устройства здания МБДОУ выработали свои назначенные показатели, внешне находятся в неудовлетворительном состоянии, но электрическое сопротивление изоляции по замерам мегомметром находится в пределах нормы. Кабели необходимо заменить.

Приборы учета электрической энергии размещена в здании МБДОУ в помещении электрощитовой, часть приборов учета находится на трансформаторной подстанции.

Вводно-распределительное устройство находится в плохом техническом состоянии, необходимо заменить на новое распределительное устройство.

Снизилась надежность силовой распределительной сети, так как в течении всего срока службы проводились с неопределенной периодичностью работы по техническому обслуживанию. Необходимо разработать график технического обслуживания и прописать объем выполнения технического обслуживания.

Система электроснабжения в части системы освещения считается устаревшей. Осветительные приборы применяются разных моделей и разных принципом работы, нормы освещения не соблюдаются.

Наблюдаются перенасыщение кабельных трасс, кабельной продукцией. Силовые кабели уложены в одном лотке с контрольными кабелями и сетями передачи данных по витой паре. Данное соседство вызывает наведение электромагнитных помех, что снижает качество получения сигнала [8].

В рамках данной магистерской диссертации было принято решение акцентировать внимание на улучшение системы электроснабжения в части системы внутреннего и внешнего освещения здания МБДОУ. Предусмотрено применение новых энергетические эффективных осветительных приборов с применением датчиков и с оптимальным размещением. Принято решение о внедрении системы автоматического управления и регулирования системой электроснабжения, а также рассмотрена целесообразность такого внедрения.

В процессе проработки технических мероприятий по повышению энергетической эффективности системы электроснабжения было предложено привести замену устаревших люминесцентных осветительных приборов на современные светодиодные приборы освещения, которые показывают себя более эффективнее при сравнении технических характеристик.

Рассмотрена система автоматического управления освещением, предложено использовать различные датчики совместно со светодиодными приборам освещения. Для обеспечения нормальной работы системы автоматического управления освещением необходимо закупить и смонтировать около 200 датчиков, а также закупить шкаф управления освещением и произвести монтаж кабельных трасс и уложить в них линии связи с датчиками.

Модернизация системы внутреннего и наружного освещения здания МБДОУ позволит сэкономить на оплате электрической энергии, так как осветительное оборудование будет потреблять меньше мощности. Расчет срока окупаемости показывает, что модернизированная система освещения

позволит экономить на электрической энергии уже на третьем году эксплуатации. Следовательно модернизация системы электроснабжения в части системы электроснабжения целесообразна и должна быть внедрена в здании МБДОУ.

Что касается системы автоматического управления средствами электроснабжения и теплоснабжения, то окупаемость будет примерно через десять лет, учитывая стоимость оборудования. При таком сроке окупаемости считается не целесообразным внедрять автоматическую систему управления средствами. Еще необходимо учитывать, что производители дают гарантию на свое оборудование примерно на пять лет. За последующие пять лет после окончания гарантийных сроков затраты на ремонт будут производиться за счет МБДОУ.

Таким образом цель магистерской диссертации достигнута, технические мероприятия и решения для повышения энергетической эффективности системы электроснабжения в рамках модернизации оборудования МБДОУ разработаны.

Список используемых источников

- 1 Акулова Я.Н. Система показателей оценки энергоэффективности как фактора экономического роста региональной экономики // Вестник ОГУ. 2014. №4 (165). С. 33-38.
- 2 ГОСТ 17677-82 Межгосударственный стандарт. Светильники. Общие технические условия.
- 3 ГОСТ 30494.2011 Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
- 4 ГОСТ 31167-2003 Межгосударственный стандарт. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях.
- 5 ГОСТ 31565-2012. Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности. М. : Издательство стандартов, 2012. 19 с.
- 6 ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. М. : Стандартинформ, 2014. 5 с.
- 7 ГОСТ 33392-2015. Здания и сооружения. Метод определения показателя дискомфорта при искусственном освещении помещений.
- 8 Гуревич В. И. Защита оборудования подстанций от электромагнитного импульса [Электронный ресурс] : учеб.-практ. пособие / В. И. Гуревич. - Москва : Инфра-Инженерия, 2016. - 128 с. - ISBN 978-5-9729-0104-3.
- 9 Кронс М. Метод определения показателей энергоэффективности заводских систем на основе качественного моделирования - Springer, 2017. - 234 с.
- 10 Кухтенков, А. В. Повышение энергетической эффективности муниципального бюджетного дошкольного образовательного учреждения / А. В. Кухтенков ; научный руководитель Д. А. Кретов // Лучшие научные исследования студентов и учащихся : материалы сборника статей IV Международной научно-практической конференции (Пенза, 15 августа 2017

г.) / [ответственный редактор Г. Ю. Гуляев]. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2023. – С. 45–47.

11 Кухтенков, А. В. Повышение энергетической эффективности муниципального бюджетного дошкольного образовательного учреждения / А. В. Кухтенков ; научный руководитель Д. А. Кретов // Научные исследования 2023 : материалы сборника статей IX Международной научно-практической конференции (Пенза, 10 декабря 2023 г.) / [ответственный редактор Г. Ю. Гуляев]. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2023. – С. 40–45.

12 Кухтенков, А. В. Повышение энергетической эффективности учреждения за счет внедрения автоматической системы управления освещением / А. В. Кухтенков ; научный руководитель Д. А. Кретов // Актуальные вопросы современных научных исследований : материалы сборника статей IX Международной научно-практической конференции (Пенза, 5 февраля 2024 г.) / [ответственный редактор Г. Ю. Гуляев]. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2024. – С. 90–92.

13 МДС 13-20.2004. Комплексная методика по обследованию и энергоаудиту реконструируемых зданий : методические указания по строительству / под ред. Ю.Н. Хромца. М. : МГАКХиС, 2004. 81 с.

14 Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Электронный ресурс]: URL: <http://pue7.ru/pue7/sod.php> (дата обращения 23.05.2024).

15 Приказ №262 от 28 мая 2010 года Министерства регионального развития Российской Федерации «О требованиях энергетической эффективности зданий, строений, сооружений».

16 Распоряжение Правительства РФ «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» от 17.11.2008 № 1662-р // СПС КонсультантПлюс.

17 Система управления освещением DALI // Школа для электрика URL: <http://electricalschool.info/main/lighting/827-sistema-upravlenija-osveshheniem-dali.html> (дата обращения: 06.05.2024).

18 Скворцова Л. М. Методология научных исследований [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. М. Скворцова. - Москва : МГСУ : ЭБС АСВ, 2017. - 79 с. - ISBN 978-5-7264-0938-2.

19 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003/23.

20 СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. М. : Стандартинформ, 2016. 87 с.

21 СТО МГАТ 02.01.010 – 2013. Требования к составу, содержанию и правилам оформления результатов предпроектного обследования. М. : ГКУ «МОСГОРТЕЛЕКОМ», 2013. 12 с.

22 Стрельников Н. А. Энергосбережение : учебное пособие. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. 72 с.

23 Указ президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. №889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».

24 Федеральный закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

25 Центр комплексной Энергоэффективности и энергосбережения. Методическое пособие по энергоэффективности для образовательных учреждений. Система менеджмента энергоэффективности в образовательных учреждениях. Москва. 2012.

26 Karlen M., Spangler C., Benya J.R. Lighting Design Basics. Wiley, 2017. 163 p.

27 Miller C., Sullivan J., Ahrentzen S. Energy Efficient Building Construction. University of Florida, 2017. 324 p.

28 Pramangioulis D., Atsonios K., Nikolopoulos N., Rakopoulos D., Grammelis P., Kakaras E. A Methodology for Determination and Definition of Key

Performance Indicators for Smart Grids Development in Island Energy Systems // Energies, 2019. Vol. 12. Issue 2 Num. 242.

29 Rahmani-Andebili M. Operation of Smart Homes. Springer, 2021. 159 p.

30 Santos G., Pinto T., Praça I., Vale Z. Iberian electricity market ontology to enable smart grid market simulation // Energy Informatics, 2018. Vol. 1. Num. 13p.