



Балтийский государственный
технический университет
«ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова

Разработка и исследование энергоэффективности зданий образовательных учреждений (на примере средней школы)

Булатников Никита Евгеньевич, группа
О181
Руководитель: к.т.н., доцент Кудаев А.
В.





Балтийский государственный
технический университет
«ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова

Цель и задачи ВКР

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка мероприятий по сокращению потребления энергоресурсов в образовательных учреждениях на основе средней школы г. Санкт-Петербурга.

Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

- исследовать текущее состояние энергосбережения образовательных учреждений;
- исследовать техническое состояние наружных ограждающих конструкций;
- выявить энергосберегающие мероприятия потребления тепловой энергии, электроэнергии, водопотребления;
- определить экономическую эффективность мероприятий;
- установить энергосберегающие мероприятия теплоснабжения.



Характеристика объекта исследования

ОБЩИЕ СВОЙСТВА ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Средняя общеобразовательная школа №603. Общая площадь представляемого помещения составляет 2500 м², общая площадь подвальных помещений составляет 123 м². Количество зданий на территории школы составляет 1 сооружение. В состав школы входят учебные классы, столовая, библиотека, а также актовый зал.



СОШ №603 Фрунзенского района г. Санкт-Петербург





Характеристика объекта исследования

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

После проведения визуального осмотра здания школы, выявлено, что стены здания имеют категорию технического состояния, как – работоспособными.

Техническое состояние здания позволяет работать без прерывания процесса обучения.

Требуется капитальный ремонт здания и принятие мер по повышению энергоэффективности.



СОШ №603 Фрунзенского района г. Санкт-Петербург





Теоретические положения в области энергоресурсов и энергосбережения

РАЗНИЦА МЕЖДУ ПОНЯТИЯМИ ЭНЕРГОРЕСУРС И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

- Энергоресурс – это носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности.
- Энергосбережение – это реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии.
- Энергосбережение является результатом неравномерного и чрезмерного потребления энергоресурсов в условиях существования в современных реалиях окружающего нас мира



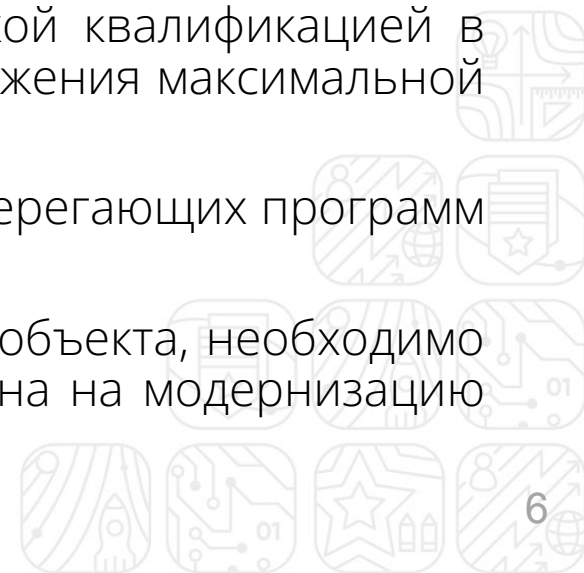
Теоретические положения в области энергоресурсов и энергосбережения

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

В настоящий момент особенно остро стоят следующие проблемы для их дальнейшего решения:

- слабая нормативно-правовая база по нормированию приборов учета;
- отсутствие общепринятой программы по стимуляции экономии энергоресурсов;
- недостаточное количество инженерно-технических работников с высокой квалификацией в области энергооборудования;- недостаточное финансирование для достижения максимальной экономии энергоресурсов;
- отсутствия механизмов по организации, развитию и внедрению энергосберегающих программ в городских жилищно-коммунальных хозяйствах.

Для того чтобы учесть все факторы, влияющие на энергоэффективность объекта, необходимо разработать комплексную программу энергосбережения, которая направлена на модернизацию системы электроснабжения, теплоснабжения и водоснабжения.

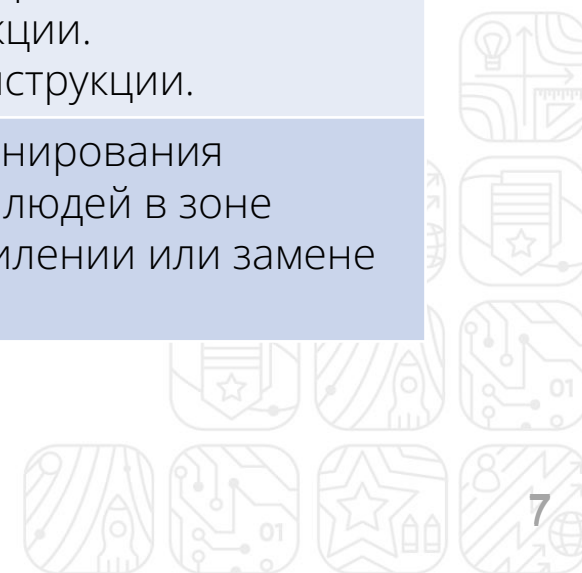




Теоретические положения в области энергоресурсов и энергосбережения

ПРИЗНАКИ ХАРАКТЕРИСТИК ЗДАНИЯ:

I	нормально	Отсутствие видимых повреждений и трещин, указывающих на снижение несущей способности конструкции. Нет необходимости в ремонте и обслуживании.
II	удовлетворительно	Незначительные повреждения, в некоторых местах имеются отдельные раковины, дырки, трещины на волосах. Текущий ремонт необходим для устранения местных повреждений без укрепления конструкции.
III	неудовлетворительно	Есть повреждения, дефекты и трещины, которые указывают на ограничение производительности и снижение несущей способности конструкции. Требуется усиление и восстановление несущей способности конструкции.
IV	предаварийное состояние или чрезвычайная ситуация	Имеющееся повреждение указывает на невозможность функционирования сооружения и опасность его обрушения, опасность нахождения людей в зоне исследуемых сооружений. Серьезный ремонт необходим при усилении или замене поврежденных конструкций в целом или отдельных элементов.





Теоретические положения в области энергоресурсов и энергосбережения

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ НАРУЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Исследуемый объект относится к 4 климатической зоне и имеет свои особенности. Климатические особенности являются следующими:

- средняя годовая температура воздуха составляет $5,6^{\circ}\text{C}$,
- наиболее холодные месяцы года – декабрь и февраль со средними температурами $-7,9...-10,4^{\circ}\text{C}$.
- наиболее тёплый месяц года – июль, его средняя суточная температура воздуха составляет $19,5^{\circ}\text{C}$,





Теоретические положения в области энергоресурсов и энергосбережения

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ НАРУЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

При проведении данного исследования были проведены анализы следующих систем:

- ❑ система теплоснабжения, холодного и горячего водоснабжения, где необходимо было получить ответы на следующие вопросы:
 - марках и типах приборов;
 - наиболее значимых элементах систем (запорная арматура, автоматические устройства, насосы, водомеры, краны);
 - неисправностях и дефектах (степень коррозионного поражения, участки некачественного ремонта, расстройство сварных соединений, течи на трубопроводах, нарушение теплоизоляции);
 - выявленных отклонений в системах от проекта;
 - температура воды, температуре отопительных приборов, давлении в системах, уклонах трубопроводов.



Характеристика объекта исследования

Среднегодовое потребление электроэнергии в период 2017-2021 гг.

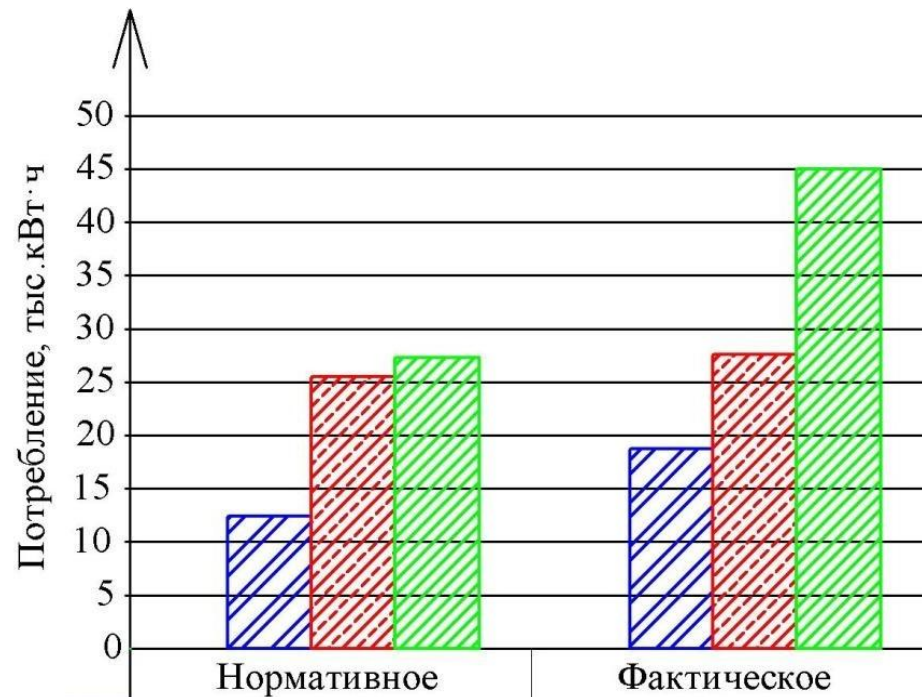
Год	2017	2018	2019	2020	2021
тыс.кВт·ч	57,58	75,85	87,5	93,54	91,36

Распределение потребления электроэнергии в 2021 году

Наименование	Ед. измерения	Кол-во	Процентное соотношение
Система освещения	кВт·ч	27628,4	30,2%
Бытовая и офисная техника	кВт·ч	63731,6	69,8%

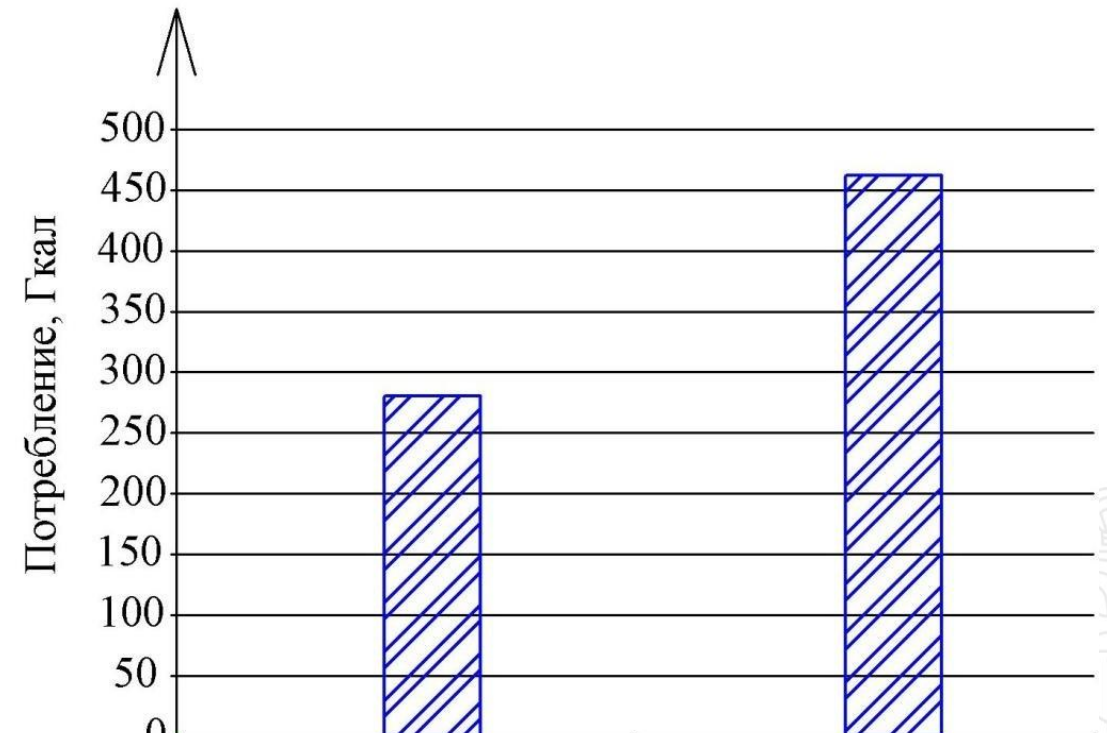


Характеристика объекта исследования



	Нормативное	Фактическое
Офисная техника	12,39	18,73
Освещение	25,53	27,59
Бытовая техника	27,29	45,04

Сравнительный анализ трат электроэнергии



	Нормативное	Фактическое
Отопление	280,60	462,40

Диаграмма сравнения потребления тепловой энергии





Характеристика объекта исследования

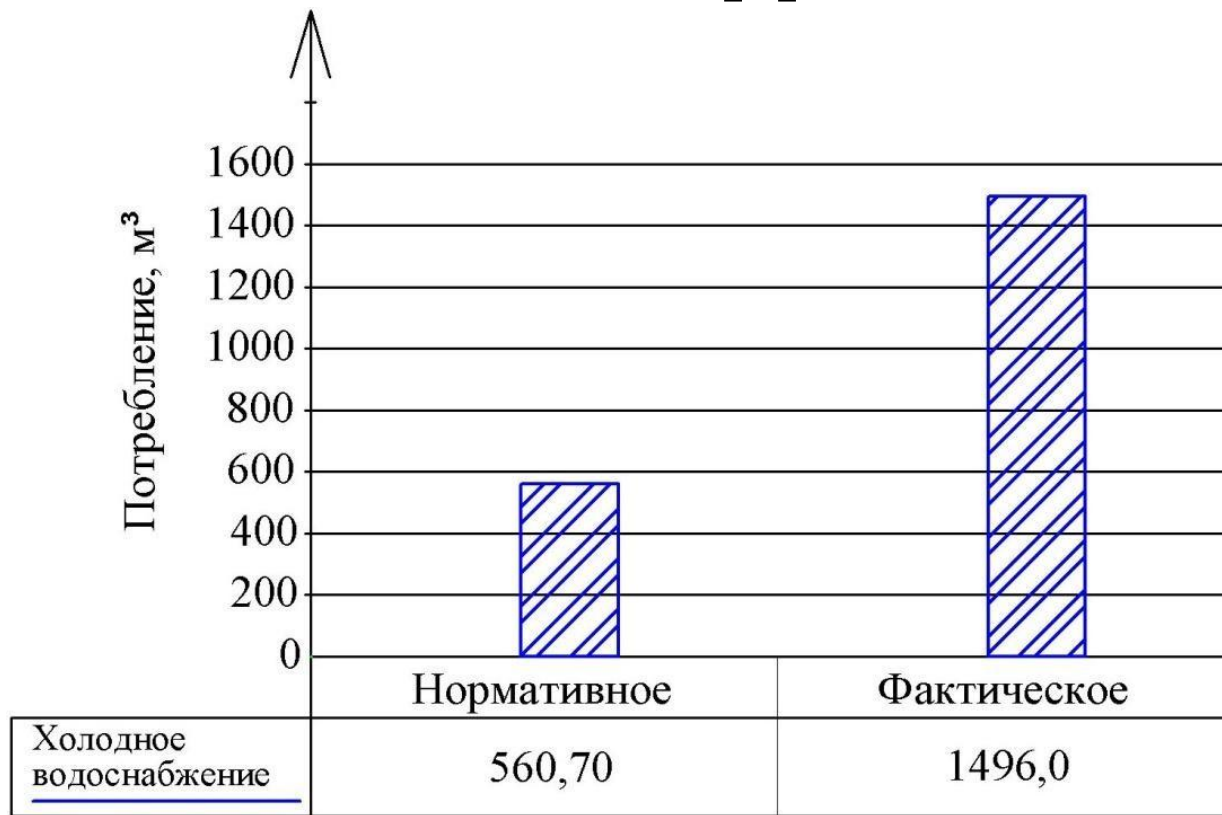
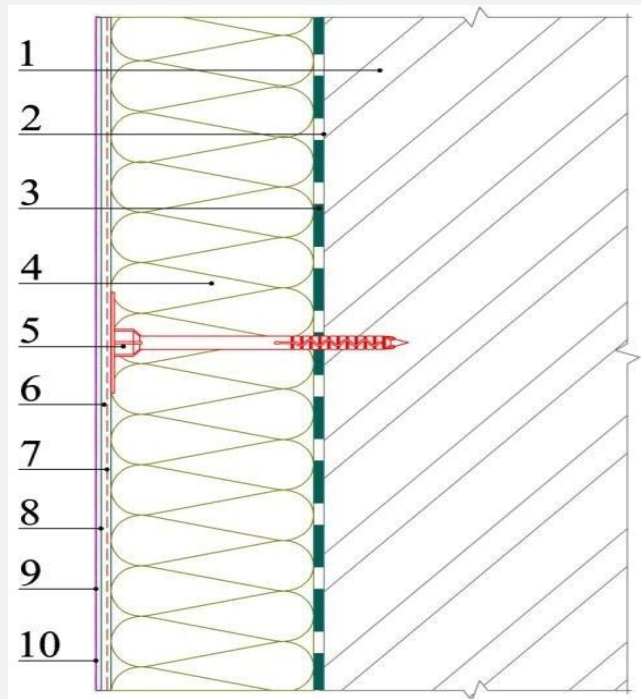


Диаграмма потребления холодной воды





Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности здания



Система фасадной теплоизоляции

Цифры на рисунке означают следующее:

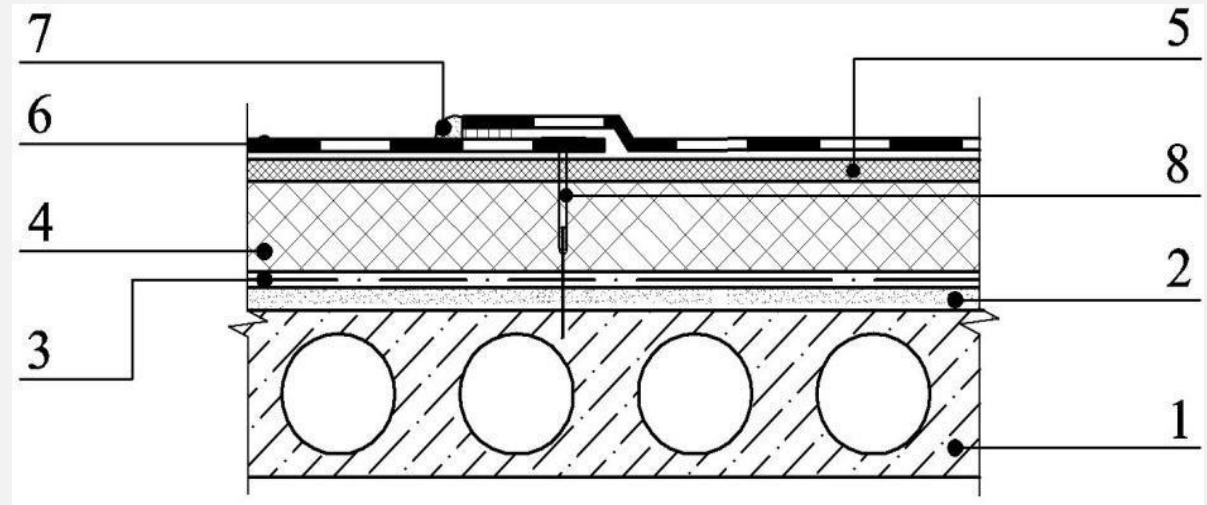
- 1 – основание;
- 2 – грунтовка;
- 3 – клеевой состав;
- 4 – утеплитель;
- 5 – дюбель;
- 6 – базовый клеевой состав;
- 7 – армирующая сетка;
- 8 – грунтовка по декоративную штукатурку;
- 9 – декоративная штукатурка;
- 10 – фасадная краска.



Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности здания

Цифры на схеме соответствуют следующим показателям:

- 1 – несущая железобетонная плита основания;
- 2 – выравнивающая цементно-песчаная стяжка;
- 3 – пароизоляционная полиэтиленовая пленка;
- 4 – нижний слой теплоизоляционных плит;
- 5 – верхний слой теплоизоляционных плит;
- 6 – дополнительный слой ПВХ – мембраны;
- 7 – крепежный элемент;
- 8 – уклонообразующий слой из легкого бетона.



Устройство теплоизоляции покрытия



Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности здания

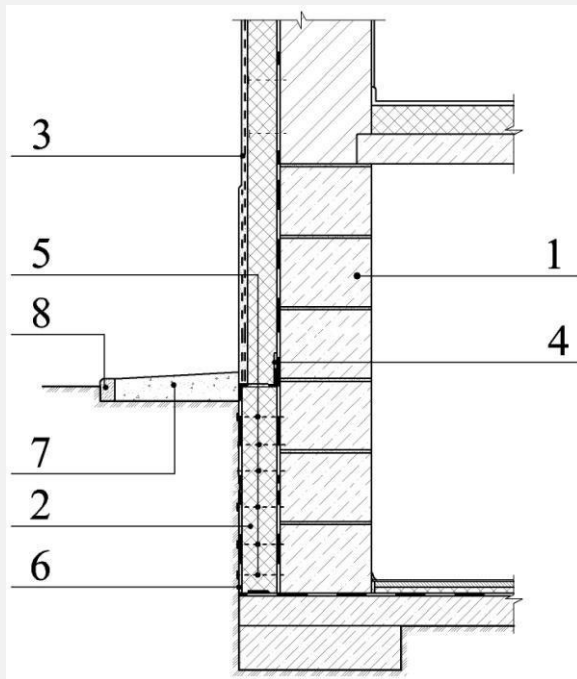


Схема установки теплоизоляции цоколя

Где:

- 1 – несущая часть стены;
- 2 – утеплитель;
- 3 – отделочный штукатурный слой;
- 4 – клеевой слой для крепления теплоизоляции;
- 5 – крепежные элементы;
- 6 – битумно-полимерная гидроизоляция;
- 7 – отмоска;
- 8 – бортовой камень.



Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности здания

Еще одним способом сокращения потребления энергии тепла и достижения наиболее высоких показателей энергоэффективности является применение фольгированных отражателей.

Такой способ позволяет сократить тепловые потери и повысить энергоэффективность ориентировочно на 20-25% от общего числа затрачиваемой энергии.

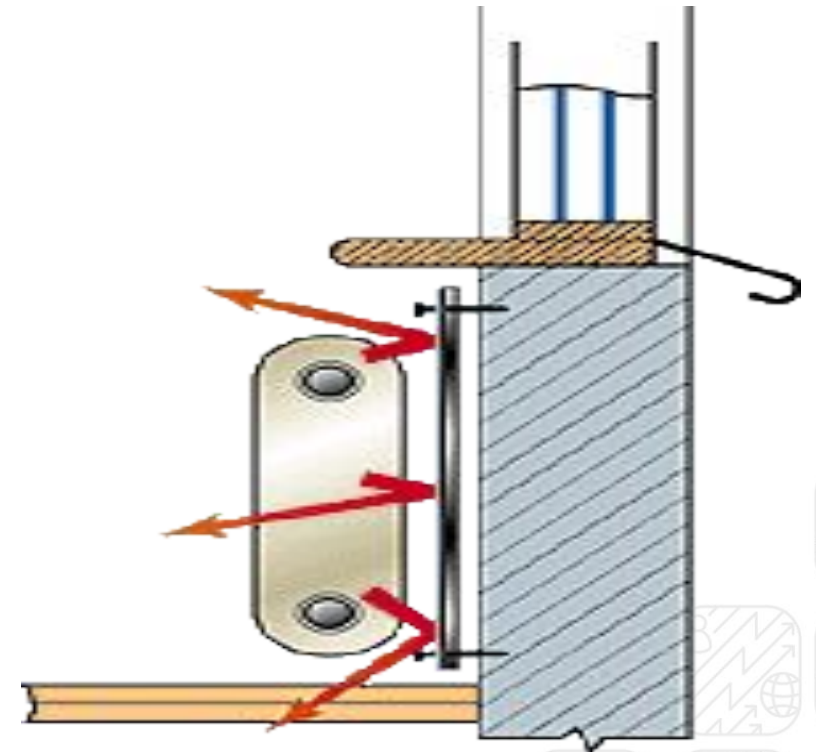


Схема установки теплоотражателя



Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности здания

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРООБЕСПЕЧЕНИЯ

Наиболее действенным методом в данном вопросе является применение современных технологий в области электрообеспечения.

Сократить расходы поможет применение датчиков нахождения в помещении, то есть свет возможно будет применять только в случае нахождения в помещении людей, что также поможет сократить количество потребляемой электроэнергии.

Также одной из возможности повышения энергоэффективности осветительных приборов является своевременная очистка и прочистка системы освещения, которая уже есть на территории образовательного учреждения, что позволяет увеличить общую энергоэффективность на 30-40%.



Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности здания

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРООБЕСПЕЧЕНИЯ

Наименование мероприятия	Срок выполнения	Ответственный
Проверка установленных приборов учета	Раз в год	Заместитель директора по хозяйственной части
Принятие нормативных и распорядительных документов по мотивации персонала в энергосбережении	Раз в год	Заместитель директора по хозяйственной части, администрация
Проведении с учениками уроков по теме проблем энергосбережения	В течении года	Заместитель директора по внеучебной работе
Организовать контроль за техническим состоянием инженерного оборудования	Постоянно	Заместитель директора по хозяйственной части
Проводить анализ расходов на энергоресурсы	Каждый месяц	Заместитель директора по хозяйственной части



Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности здания

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРООБЕСПЕЧЕНИЯ

Наименование мероприятия	Срок выполнения	Ответственный
Проводить инструктаж сотрудников по потреблению электроэнергии, горячей и холодной воды, своевременным отключением оборудования, компьютерной или иной техники.	Постоянно	Заместитель директора по хозяйственной части
Своевременная замена и ремонт неисправных кранов, сантехники, светильников	По необходимости	Заместитель директора по хозяйственной части
Выпуск информативных плакатов, листовок и школьных газет по энергосбережению	Постоянно	Заместитель директора по внеучебной работе
Проводить мероприятия, направленные на пропаганду энергосбережения	В течении года	Заместитель директора по внеучебной работе, классные руководители
Провести общешкольное тематическое родительское собрание по проблемам экономии энергоресурсов	В течении года	Заместитель директора по внеучебной работе, классные руководители
Организовать привлечение родителей в проведении уроков бережливости, в реализации проектов по энергосбережению	В течении года	Заместитель директора по внеучебной работе, классные руководители



Заключение

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы достигнуты обозначенные в начале цели и задачи, которые необходимо было решить для достижения поставленной цели.

Нами был разработан четкий план по достижению максимальной энергоэффективности на территории школы №603 во Фрунзенском районе города Санкт-Петербург.

Таким образом достижение поставленной цели возможно при четком выполнении администрации школы четких рекомендаций на основании данной выпускной квалификационной работы.

Полученные результаты говорят о том, что общая энергоэффективность при внедрении повышается практически в два раза и позволяет рассчитывать на значительные экономические преференции со стороны администрации города в связи с экономией.



Балтийский государственный
технический университет
«ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова

Спасибо за внимание!

