



EDUCATION
PLATFORM



ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ:

энергоаудит, энергосберегающие
технологии и их интеграция в
образовательный процесс



Учебно-методическое пособие



Финансирование
Европейского Союза



УДК: 620.9:37.091 (075.8)
ББК:31.19я7

Составитель:

Н.В. Золотухина, старший преподаватель

Рецензенты:

С. П. Трончу, кандидат архитектурных наук, доцент Технического университета Молдовы;
А. А. Иванченко, инженер-конструктор проектного бюро ArDicoN (ООО «Мермарк», г. Тирасполь).

Координаторы проекта: Александр Бомешко, Лилия Нахаба

Компьютерная верстка: Рамиля Абдрахимова

Повышение энергоэффективности организации образования: энергоаудит, энергосберегающие технологии и их интеграция в образовательный процесс: учебно-методическое пособие / составитель Н. В. Золотухина; рецензенты: С. П. Трончу, А. А. Иванченко; координаторы проекта: А. Бомешко, Л. Нахаба. – Тирасполь: НП «Центр инновационных образовательных и социальных программ», 2026. – 73 стр. с. ил.

В учебно-методическом пособии рассматриваются практические и образовательные аспекты повышения энергоэффективности организаций образования. Раскрываются цели, задачи и основные этапы энергетического обследования зданий, анализируются источники потерь тепла, электроэнергии и воды, а также способы повышения эффективности систем отопления, вентиляции, освещения и электроснабжения. Представлены меры по модернизации зданий и возможности применения возобновляемых источников энергии.

Особое внимание уделено формированию культуры энергосбережения у обучающихся и включению вопросов энергоэффективности в образовательный процесс. Пособие содержит примеры внеурочных мероприятий, практических заданий, кейсов и учебно-исследовательских проектов.

Издание адресовано руководителям и педагогическим работникам организаций образования, специалистам, ответственным за эксплуатацию школьных зданий, а также может использоваться при организации учебной и проектной деятельности обучающихся.

Данное пособие разработано в рамках Платформы «Образование». Проект реализуется при финансовой поддержке Европейского союза в рамках программы «Меры по укреплению доверия», осуществляемой Программой развития Организации Объединенных Наций. Содержание руководства является исключительной ответственностью проекта, принадлежит авторам и не обязательно отражает точку зрения Европейского союза или Программы Организации Объединенных Наций по развитию.

Платформа «Образование» создана в 2017 году для укрепления сотрудничества и развития партнерских отношений в области образования между сообществами с обоих берегов Днестра.

Программа «Меры по укреплению доверия», финансируемая Европейским союзом и реализуемая ПРООН, способствует укреплению доверия между людьми на обоих берегах Днестра путем их вовлечения в совместные проекты развития.

НП «Центр инновационных образовательных и социальных программ»

ул. Луначарского, 24, г. Тирасполь, MD-3300

Тел.: (373) 533 99996, (373) 777 12717 (Viber, Telegram, WhatsApp)

E-mail: info@ciesp.md

© Центр инновационных образовательных и социальных программ.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Энергоаудит как основа энергоэффективной модернизации организации образования	4
1.1.	Что такое энергоаудит организации образования?	4
1.2.	Цели энергоаудита организации образования	4
1.3.	Объекты анализа при энергоаудите организации образования	6
1.4.	Основные этапы энергоаудита	9
2	Энергоэффективность – результат энергоаудита организации образования	10
2.1.	Что такое энергоэффективность?	10
2.2.	Основные цели повышения энергоэффективности организации образования	12
2.3.	Факторы энергоэффективности	16
2.4.	Меры повышения энергоэффективности зданий	17
3	Энергоэффективность и альтернативные источники энергии для существующих организации образования	19
3.1.	Суть проблемы и основная идея	19
3.2.	Этапы повышения энергоэффективности организации образования	20
4	Интеграция вопросов энергоаудита, энергоэффективности и альтернативной энергетики в систему организаций образования	36
4.1.	Формирование культуры энергоэффективности	36
4.2.	Примеры мероприятий внеурочной деятельности	41
4.3.	Примеры интеграции в учебные предметы	60
4.4.	Примеры проектов по энергоэффективности	62

1.1. Что такое энергоаудит организации образования?

В современных условиях рациональное использование энергетических ресурсов становится одним из важнейших направлений развития организаций образования. Их здания относятся к объектам с постоянным потреблением тепловой и электрической энергии, поэтому вопросы повышения их энергоэффективности приобретают особую актуальность. Одним из наиболее эффективных инструментов выявления причин избыточного расходования энергоресурсов является проведение энергоаудита.

Энергоаудит представляет собой комплексное обследование здания, инженерных систем и режимов эксплуатации, направленное на определение фактического уровня энергопотребления и поиск возможностей его снижения. В ходе обследования анализируются характеристики ограждающих конструкций, состояние окон и дверей, работа систем отопления, вентиляции, освещения и электроснабжения. Полученные данные позволяют объективно оценить энергетическое состояние объекта и определить наиболее проблемные участки.



Энергоаудит организации образования – это системное обследование здания и инженерных систем с целью определить, где и как теряется энергия, тепло и вода, и предложить реальные меры по её экономии без ухудшения условий обучения.

Энергетический аудит организации образования включает в себя комплекс мероприятий по анализу и оптимизации энергопотребления здания и инженерных систем, направленный на снижение затрат, повышение энергоэффективности и улучшение условий эксплуатации. Если говорить простыми словами, энергоаудит – это анализ потребления электроэнергии, тепловой энергии и воды.

В процессе энергоаудита выявляются потери энергии, неэффективные участки конструкций, пропускающие через себя тепловые потоки, утечки и нерациональное использование воды, а также потенциал экономии.

1.2. Цели энергоаудита организации образования

Для организации образования зданий проведение энергоаудита имеет особое значение, поскольку многие из них были построены несколько десятилетий назад и не соответствуют современным требованиям по теплозащите и энергосбережению. Изношенные конструкции, недостаточная герметичность оконных и дверных проемов, устаревшие системы освещения и отопления приводят к значительным потерям энергии и увеличению эксплуатационных расходов.

В процессе энергетического обследования используются различные методы и приборы контроля. Измерение температуры поверхностей стен, окон и дверей позволяет выявить зоны повышенных теплопотерь. Анализ движения воздушных потоков помогает обнаружить несанкционированное проникновение холодного воздуха

через неплотности строительных конструкций. Дополнительно проводится оценка уровня освещенности помещений и эффективности работы электротехнического оборудования.



Цели энергоаудита организации образования

- Снижение затрат на коммунальные услуги
- Повышение энергоэффективности здания
- Улучшение микроклимата помещений (температура, влажность, свежий воздух)
- Снижение нагрузки на инженерные системы
- Формирование экологической культуры и культуры энергоэффективности у учащихся.

Результаты энергоаудита служат основой для разработки программы энергоэффективной модернизации организации образования. В зависимости от выявленных недостатков могут быть предложены мероприятия по утеплению наружных стен и покрытий, замене оконных блоков, модернизации системы отопления, внедрению светодиодного освещения и автоматизированных систем управления энергопотреблением. Особое внимание уделяется использованию современных теплоизоляционных материалов и технологий, обеспечивающих снижение тепловых потерь без ухудшения санитарно-гигиенических условий в помещениях.

Перспективным направлением модернизации является интеграция возобновляемых источников энергии (ВИЭ). После проведения энергоаудита появляется возможность определить целесообразность применения солнечных панелей, тепловых насосов или других альтернативных энергетических установок с учетом особенностей конкретного объекта. Такой подход позволяет не только сократить расходы на энергоснабжение, но и повысить экологическую устойчивость образовательного учреждения.



Результаты энергоаудита служат основой для разработки программы энергоэффективной модернизации организации образования.

Перспективным направлением модернизации является интеграция возобновляемых источников энергии.

Важным преимуществом энергоаудита является возможность обоснованного планирования финансовых вложений. Полученные результаты позволяют определить приоритетность мероприятий и оценить ожидаемый экономический эффект от их реализации. Это обеспечивает рациональное распределение средств и максимальную эффективность инвестиций в модернизацию инфраструктуры организации образования.

Таким образом можно сделать вывод, что энергоаудит является ключевым этапом повышения энергетической эффективности образовательных учреждений. Он обеспечивает получение объективной информации о состоянии здания и инженерных

систем, выявляет причины нерационального расходования энергоресурсов и формирует основу для принятия технически и экономически обоснованных решений. Реализация мероприятий, разработанных по результатам энергетического обследования, способствует созданию комфортной образовательной среды, снижению эксплуатационных затрат и повышению экологической безопасности зданий организации образования.



Энергоаудит

является ключевым этапом повышения энергетической эффективности организации образования

1.3. Объекты анализа при энергоаудите организации образования

Энергетическое обследование здания организации образования представляет собой комплекс мероприятий, направленных на изучение особенностей потребления энергетических ресурсов и выявление факторов, влияющих на уровень их расхода. Для получения достоверных результатов анализу подвергаются не только отдельные элементы здания, но и все инженерные системы, обеспечивающие его функционирование. Комплексный подход позволяет определить основные источники потерь энергии и разработать эффективные мероприятия по их сокращению. В организации образования проверяются:

1 Наружные ограждающие конструкции здания:

- ▶ стены;
- ▶ перекрытия, покрытия;
- ▶ кровля;
- ▶ полы;
- ▶ оконные и дверные блоки.



Основная проблема ограждающих конструкций – **теплопотери!**

В процессе обследования оценивается их техническое состояние, степень теплоизоляции и наличие участков с повышенной теплопередачей. Особое внимание уделяется местам примыкания конструкций, через которые нередко происходит утечка тепла.

2 Система отопления здания:

- ▶ радиаторы;
- ▶ трубопроводы;
- ▶ тепловой узел.

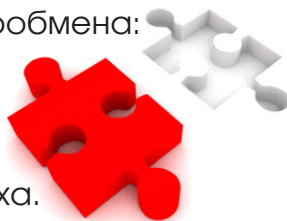


Основная проблема в помещениях организации образования – **перегрев или недогрев!**

Изучается эффективность работы отопительных приборов, состояние трубопроводов и арматуры, равномерность распределения тепла по помещениям. Проводится оценка соответствия фактических параметров микроклимата нормативным требованиям, а также выявляются причины возможного перегрева или недостаточного прогрева отдельных зон здания.

3 Система вентиляции и воздухообмена:

- ▶ сеть воздуховодов;
- ▶ фильтры;
- ▶ устройства для движения воздуха.



Основная проблема в помещениях организации образования – **накопление углекислого газа, влаги и токсичных испарений!**

Высокое содержание углекислого газа, избыточной влажности и токсичных испарений в воздухе помещений организации образования создают в них духоту, способствуют быстрому размножению спор плесени, росту концентрации пыли и вирусов, что незамедлительно приводит к ухудшению самочувствия, головным болям и развитию аллергических реакций.

Поэтому в процессе энергоаудита определяется концентрация углекислого газа в воздухе, интенсивность движения воздуха, проверяется работоспособность вентиляционных каналов и оборудования. Анализируется влияние вентиляции на тепловой режим помещений и оцениваются потери энергии, возникающие при удалении нагретого воздуха наружу.

4 Система освещения организации образования:

- ▶ уровень освещённости;
- ▶ тип ламп (накаливания / люминесцентные / LED).

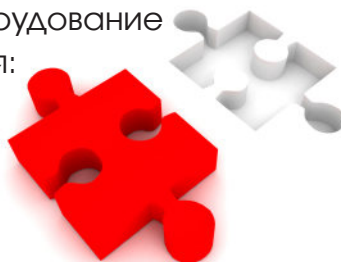


Основная проблема в помещениях организации образования – **негативное воздействие на зрение, утомление, низкая работоспособность!**

В ходе обследования определяется тип используемых источников света, их мощность и энергоэффективность. Выполняется анализ режима эксплуатации осветительных приборов, соответствие уровня освещенности требованиям безопасности и комфортности образовательного процесса. Особое внимание уделяется возможности замены устаревшего оборудования современными энергосберегающими аналогами.

5 Электротехническое оборудование организации образования:

- ▶ компьютеры;
- ▶ проекторы;
- ▶ кухонное оборудование.



Основная проблема – **высокие энергетические расходы!**

Рассматривается работа компьютерных классов, мультимедийных комплексов, бытовых и хозяйственных электроприборов. Изучается режим их эксплуатации и оценивается доля потребляемой ими электроэнергии в общем энергобалансе организации образования.

6 Система водоснабжения организации образования:

- ▶ смесители;
- ▶ трубопроводы;
- ▶ санитарно-технические приборы.



Основная проблема – **неэкономичное использование воды, приводящее к высоким расходам!**

В рамках энергоаудита проводится исследование систем водоснабжения и горячего водообеспечения, если они предусмотрены в здании. Анализируется расход воды, состояние трубопроводов и санитарно-технических приборов, выявляются возможные утечки и нерациональное использование ресурсов.

7 Энергетический режим эксплуатации здания организации образования:

- ▶ график работы организации образования;
- ▶ особенности использования помещений в течение дня, недели и учебного года;
- ▶ фактические показатели энергопотребления;
- ▶ возможности применения ВИЭ.



Основная проблема – **высокие расходы!**

В рамках энергоаудита изучаются графики работы организации образования, особенности использования помещений в течение дня, недели и учебного года. Такой анализ позволяет определить периоды максимального потребления энергии и выявить возможности его оптимизации за счет организационных мероприятий.

При наличии соответствующего оборудования дополнительно рассматриваются возможности применения возобновляемых источников энергии. Оценивается потенциал использования солнечной энергии, тепловых насосов или других альтернативных технологий с учетом архитектурных и климатических особенностей объекта.

Особое значение имеет анализ фактических показателей энергопотребления. Для этого изучаются данные учета тепловой и электрической энергии за предыдущие периоды, проводится сравнение полученных значений с нормативными показателями и аналогичными объектами. Это позволяет объективно оценить уровень энергетической эффективности здания и определить направления дальнейшей модернизации.



К объектам анализа при энергоаудите организации образования относятся:

- строительные конструкции,
- инженерные системы,
- электротехническое оборудование,
- режимы эксплуатации,
- показатели потребления энергоресурсов.



ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ:

Комплексное исследование указанных элементов обеспечивает получение полной картины энергетического состояния объекта и создает основу для разработки эффективных мероприятий по повышению энергоэффективности организации образования.



1.4. Основные этапы энергоаудита

1. Подготовительный этап (сбор данных)

- ✓ Сбор исходных данных о здании организации образования;
- ✓ Площадь организации образования, количество учащихся;
- ✓ Изучение проектной и технической документации;
- ✓ Анализ счетов за электроэнергию, отопление, водоснабжение за последние годы;
- ✓ Определение целей и задач обследования.



2. Обследование здания и инженерных систем

- ✓ Осмотр строительных конструкций (стен, кровли, пола, окон, дверей);
- ✓ Оценка состояния теплоизоляции;
- ✓ Проверка систем отопления, вентиляции, освещения, водоснабжения и электроснабжения;
- ✓ Выявление видимых источников потерь энергии.



3. Инструментальные измерения

- ✓ Измерение температуры поверхностей стен, окон, дверей и других конструкций с помощью пирометра или тепловизора;
- ✓ Определение скорости движения воздуха анемометром для выявления сквозняков и утечек тепла;
- ✓ Измерение параметров освещённости, температуры и влажности воздуха в помещениях;
- ✓ Контроль работы инженерного оборудования.



4. Анализ полученных данных

- ✓ Обработка результатов обследования и измерений.
- ✓ Определение основных причин неэффективного расходования энергии.
- ✓ Расчёт объёмов тепловых и электрических потерь.
- ✓ Сравнение фактических показателей с нормативными требованиями.

5. Оценка эффективности мероприятий

- ✓ Расчёт возможной экономии энергии и финансовых средств;
- ✓ Определение сроков окупаемости предлагаемых мероприятий;
- ✓ Выбор наиболее эффективных решений для реализации.

6. Подготовка итогового отчёта

- ✓ Описание текущего энергетического состояния организации образования;
- ✓ Представление результатов измерений и расчётов;
- ✓ Формирование перечня рекомендаций по повышению энергоэффективности;
- ✓ Разработка плана поэтапной модернизации здания и инженерных систем.



Такой порядок проведения энергоаудита позволяет комплексно оценить энергопотребление организации образования, выявить основные источники потерь энергии и определить наиболее эффективные пути их устранения.

2

Энергоэффективность – результат энергоаудита организации образования

2.1. Что такое энергоэффективность?

Энергоэффективность – это способность обеспечивать необходимый результат или выполнять определённые функции при минимально возможном потреблении энергетических ресурсов без снижения качества, безопасности и комфорта. Иными словами, энергоэффективность предполагает рациональное использование энергии за счёт современных технологий, технических решений и грамотной организации процессов.

Связь энергоэффективности и энергосбережения

Энергоэффективность и энергосбережение – тесно связанные понятия, направленные на рациональное использование энергетических ресурсов, однако они имеют различное содержание.



Энергосбережение – это комплекс мер, направленных на уменьшение потребления энергии за счёт экономного и бережного её использования.

Энергоэффективность – это получение необходимого результата с меньшими затратами энергии благодаря современным технологиям, оборудованию и организации процессов.

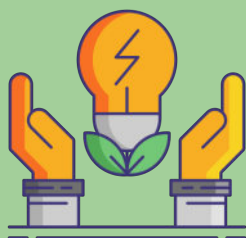
Примеры энергосбережения: выключение света и техники при отсутствии необходимости; сокращение потерь тепла; контроль расхода воды и электроэнергии; соблюдение режима экономии ресурсов.

Примеры энергоэффективности: использование LED-освещения вместо ламп накаливания; установка энергосберегающих окон; утепление зданий; применение автоматических систем регулирования отопления.



Энергосбережение является практической целью, а энергоэффективность – одним из главных способов её достижения!

Энергосбережение отвечает на вопрос: «Как уменьшить расход энергии?»



Энергоэффективность отвечает на вопрос: «Как выполнять ту же работу с меньшими затратами энергии?»

Если в организации образования:

ученики выключают свет после уроков – это энергосбережение;

установлены датчики движения и светодиодные лампы – это энергоэффективность.

Совместное применение энергосберегающих мер и энергоэффективных технологий позволяет: снизить расходы на коммунальные услуги; уменьшить нагрузку на окружающую среду; повысить комфорт и безопасность зданий; формировать экологическую культуру учащихся.



ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ:

Энергоэффективность – это рациональное использование энергетических ресурсов, при котором обеспечивается необходимый уровень комфорта и функционирования здания с минимальными затратами энергии за счёт совершенствования конструкций, инженерных систем и эксплуатации.



Энергоэффективность – это комфорт,
экономия и экология
Амори Ловинс



2.2. Основные цели повышения энергоэффективности организации образования

Энергоэффективность здания организации образования – это комплексное свойство образовательного учреждения, характеризующее способность обеспечивать комфортные и безопасные условия для обучения при рациональном и экономном использовании энергетических ресурсов. Она достигается за счёт снижения неоправданных потерь тепловой и электрической энергии, применения современных строительных материалов, эффективных инженерных систем и технологий управления энергопотреблением.



ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ:

- снижение энергопотребления;
- уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышение комфорта (температура, освещение);
- снижение выбросов в окружающую среду.

Высокий уровень энергоэффективности здания организации образования позволяет поддерживать оптимальный микроклимат в учебных помещениях, уменьшать расходы

на отопление, вентиляцию, освещение и горячее водоснабжение, а также снижать негативное воздействие на окружающую среду.

К основным причинам важности энергоэффективности относятся:

1. Экономия финансовых ресурсов

Содержание здания организации образования требует значительных затрат на отопление, освещение, водоснабжение, работу оборудования. Снижение потребления энергии позволяет существенно уменьшить коммунальные расходы. Сэкономленные средства могут быть направлены:

- ✓ на обновление оборудования;
- ✓ улучшение материально-технической базы;
- ✓ развитие образовательных программ;
- ✓ создание более комфортных условий обучения.

2. Снижение негативного воздействия на окружающую среду

Производство энергии связано с использованием природных ресурсов и выбросами загрязняющих веществ в атмосферу. Чрезмерное потребление электроэнергии способствует:

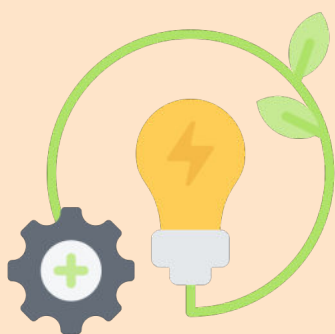


- ✓ увеличению выбросов углекислого газа;
- ✓ загрязнению воздуха;
- ✓ истощению природных ресурсов;
- ✓ усилению экологических проблем.

3. Формирование экологической культуры обучающихся

Организации образования являются важнейшей средой социализации ребёнка. Именно здесь закладываются: жизненные ценности; привычки; нормы поведения; отношение к окружающему миру.

Если учащиеся ежедневно сталкиваются с примерами рационального использования ресурсов, они начинают воспринимать энергосбережение как естественную норму поведения.



На энергоэффективность организации образования влияют:

- состояние освещения;
- качество утепления;
- работа отопления;
- использование техники;
- поведение учащихся и персонала;
- уровень показателей энергопотребления.

Энергоэффективность здания подразделяется на классы.

Класс энергоэффективности зданий – это показатель того, насколько рационально здание потребляет тепловую и электрическую энергию по сравнению с нормативными значениями. Они определяются на основе удельного расхода энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, кондиционирование и освещение (табл. 1).

Таблица 1.

КЛАСС	ХАРАКТЕРИСТИКА	ОПИСАНИЕ
A++	Наивысший	Очень низкое энергопотребление. Используются современные теплоизоляционные материалы, рекуперация тепла, солнечные панели, автоматизированные системы управления.
A+	Очень высокий	Энергопотребление значительно ниже нормативного. Здание максимально экономично.
A	Высокий	Современное энергоэффективное здание с качественным утеплением и инженерными системами
B+	Повышенный	Показатели лучше нормативных, но не максимальные.
B	Нормальный повышенный	Хорошая энергоэффективность, характерна для современных жилых домов.

C+	Нормативный повышенный	Соответствует современным строительным требованиям.
C	Нормативный	Стандартный уровень энергопотребления
C-	Нормативный пониженный	Допустимый уровень, но близкий к неэффективному
D	Низкий	Повышенные теплопотери, устаревшие конструкции и инженерные системы
E	Очень низкий	Здание потребляет много энергии, требует модернизации.
F	Неэффективный	Значительные потери тепла и высокий расход ресурсов
G	Крайне неэффективный	Старые здания без утепления и современных систем энергосбережения

Чем выше класс энергоэффективности, тем меньше энергии требуется на отопление, вентиляцию, кондиционирование и освещение здания. Здания, относящиеся к классам энергоэффективности A–B отличаются улучшенной теплоизоляцией, современными инженерными системами и меньшими эксплуатационными затратами. Классы D–G указывают на необходимость проведения мероприятий по энергосбережению и модернизации объекта.



Для организации образования и других общественных зданий повышение класса энергоэффективности позволяет снизить расходы на коммунальные услуги и создать более комфортные условия для пребывания людей.

Класс энергоэффективности здания показывает степень рационального использования энергетических ресурсов и характеризует уровень теплопотерь здания относительно нормативных требований.

Как определяется класс энергоэффективности?

Основой является сравнение фактического расхода энергии с нормативным расходом:

$$\Delta = \frac{Q_{\text{факт}} - Q_{\text{норм}}}{Q_{\text{норм}}} \times 100 \%$$

где:

Q факт – фактическое энергопотребление; Q норм – нормативное энергопотребление.

Если расход энергии ниже нормы – класс выше.

Где применяются классы энергоэффективности:

- ▶ при проектировании зданий;
- ▶ в энергетическом паспорте объекта;
- ▶ при энергоаудите;
- ▶ для оценки расходов на эксплуатацию;
- ▶ при продаже и аренде недвижимости.

На энергоэффективность организации образования влияют:

- состояние освещения;
- качество утепления;
- работа отопления;
- использование техники;
- поведение учащихся и персонала;
- значение показателей энергопотребления.

Анализ энергопотребления позволяет:

- *выявлять потери энергии;
- *снижать коммунальные расходы;
- *повышать энергоэффективность здания;
- *разрабатывать энергосберегающие мероприятия;
- *формировать культуру рационального использования ресурсов.



Основной показатель энергоэффективности здания – удельное энергопотребление.

Удельное энергопотребление здания:

$$q = E/S$$

где:

q – удельное энергопотребление на 1 м^2 , $\text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$

E – общее потребление энергии, $\text{кВт} \cdot \text{ч}$

S – площадь здания, м^2

Чем меньше значение – тем выше энергоэффективность здания!!!

Электропотребление определяется по формуле:

$$E = P \cdot t$$

где:

E – расход электроэнергии, $\text{кВт} \cdot \text{ч}$

P – мощность прибора, кВт

t – время работы, ч



В современных условиях вопросы энергоэффективности становятся одной из важнейших составляющих **устойчивого развития организаций образования**. Они ежедневно потребляют значительное количество электроэнергии, тепла и воды, поэтому рациональное использование ресурсов имеет не только экономическое, но и экологическое значение.

Одновременно организация образования выполняет важную воспитательную функцию, формируя у обучающихся ответственное отношение к окружающей среде и культуре энергосбережения.



ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ:

Энергоэффективность организации образования представляет собой не только техническую характеристику здания, но и важный фактор обеспечения комфортной образовательной среды, экономической устойчивости учреждения и реализации принципов рационального природопользования!



2.3. Факторы энергоэффективности

Энергоэффективность здания организации образования зависит от множества факторов, которые определяют объём потребляемой тепловой и электрической энергии.



Энергию выгоднее экономить, чем производить
Амори Ловинс

1. Архитектура здания.

- ✓ компактная форма
- ✓ ориентация по сторонам света
- ✓ площадь остекления

2. Ограждающие конструкции.

- ✓ стены (теплоизоляция)
- ✓ кровля
- ✓ окна (двойные/тройные стеклопакеты)
- ✓ теплоизоляция стен, крыши и пола;
- ✓ качество окон и дверей;
- ✓ отсутствие «мостиков холода»;

3. Инженерные системы.

- ✓ эффективное отопление с автоматизацией системы и регулированием температуры в помещениях в зависимости от погодных условий;
- ✓ эффективная вентиляция;
- ✓ эффективное освещение.



4. Режим эксплуатации организации образования.

- ✓ поведение пользователей;
- ✓ развита ли культура энергосбережения и энергоэффективности;
- ✓ экологическое воспитание.



5. Дополнительным фактор - использование возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий.

- ✓ солнечные батареи
- ✓ солнечные коллекторы;
- ✓ ветровые генераторы
- ✓ тепловые насосы и др.



Энергоэффективность зависит от качества теплоизоляции, состояния окон и дверей, эффективности инженерных систем, организации освещения, вентиляции и грамотной эксплуатации здания. Комплексное улучшение этих факторов позволяет значительно снизить потребление энергии и расходы на содержание образовательного учреждения.



Энергосбережение формирует ответственное отношение к ресурсам, а энергоэффективность обеспечивает их рациональное использование с помощью современных технологий!

2.4. Меры повышения энергоэффективности зданий

Повышение энергоэффективности здания представляет собой комплекс технических и организационных мероприятий, направленных на сокращение потребления энергетических ресурсов при сохранении комфортных условий для людей (табл. 2). Реализация таких мер позволяет уменьшить эксплуатационные расходы, продлить срок службы инженерных систем и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Таблица 2.

Меры повышения энергоэффективности здания

	
КОНСТРУКТИВНЫЕ	ИНЖЕНЕРНЫЕ

КОНСТРУКТИВНЫЕ	ИНЖЕНЕРНЫЕ
• утепление стен и фундамента • утепление крыши, пола • герметизация окон 	• установка автоматического теплового пункта • балансировка отопления • установка рекуператоров • установка кондиционирования • использование альтернативных источников энергии совместно с традиционными • применение энергосберегающих технологий • переход на LED-лампы и энергоэффективные приборы



Высокий уровень энергоэффективности здания организации образования позволяет

поддерживать оптимальный микроклимат в учебных помещениях, уменьшать расходы на отопление, вентиляцию, освещение и горячее водоснабжение, а также снижать негативное воздействие на окружающую среду. Важную роль при этом играют – качественная теплоизоляция ограждающих конструкций, герметичность окон и дверей, использование

энергосберегающего оборудования и постоянный контроль расхода энергоресурсов.



✦ Связь с энергоаудитом

Энергоаудит – это инструмент,

✎ энергоэффективность – результат!

Сначала находят потери в процессе энергоаудита → потом их устраняют энергоэффективными мероприятиями!



ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ:



Таким образом, **повышение энергоэффективности здания** достигается за счёт комплексного сочетания строительных, инженерных и эксплуатационных решений. Их реализация обеспечивает экономию ресурсов, повышение комфортности помещений и улучшение экологических показателей объекта на протяжении всего периода его эксплуатации.



3.1. Суть проблемы и основная идея

Современные организации образования являются крупными потребителями тепловой и электрической энергии. Значительная часть расходов образовательных учреждений связана с отоплением, освещением, вентиляцией и работой оборудования.

Суть проблемы

Большинство зданий организаций образования относится к старой застройке:

- слабая теплоизоляция;
- изношенные системы отопления;
- неэффективное освещение;
- отсутствие автоматизации.



В результате — перерасход энергии до 30–60%.



Поэтому внедрение энергоэффективных технологий и использование альтернативных источников энергии становятся важными направлениями модернизации зданий организаций образования.



Актуальность энергоэффективности для организации образования обусловлена её практической значимостью, междисциплинарным характером и влиянием на формирование устойчивых жизненных навыков и ценностей.

Основная идея модернизации зданий организации образования

Сначала снижаем потери энергии →

 потом подключаем альтернативные источники

Если сделать наоборот – деньги улетят в «дырявые стены».

Такие решения позволяют снизить эксплуатационные затраты, повысить комфорт учащихся и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Основные энергоэффективные технологии для организации образования

 Первый этап – Повышение энергоэффективности.

 Второй этап – Подключение альтернативных источников энергии.

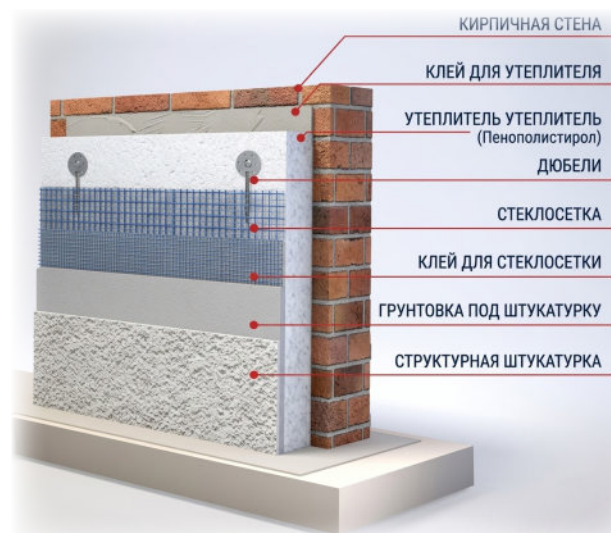
3.2. Этапы повышения энергоэффективности организации образования

 Первый этап – повышение энергоэффективности

1 Снижение теплопотерь

Большие потери тепла происходят через стены, крышу, окна и двери. Для повышения энергоэффективности используются:

- теплоизоляция фасадов (рис.1);
- утепление кровли (рис.2);
- энергоэффективные стеклопакеты (рис.3);
- устранение «мостиков холода» (рис.4, 5);
- многослойные теплоизоляционные материалы;
- энергоэффективное остекление (рис.6);
- герметизация швов и стыков.



Эти меры позволяют уменьшить потребление тепловой энергии на 25–50%.



Применение современных теплоизоляционных материалов и технологий позволяет значительно сократить расход тепловой энергии, улучшить микроклимат помещений и повысить комфорт образовательной среды.

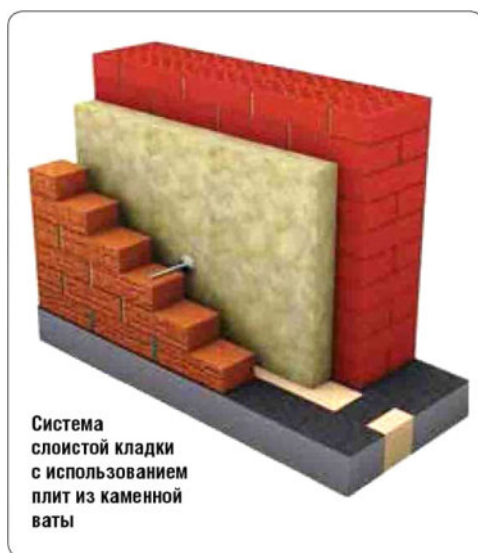


Рис.1. Утепление наружных стен

Наружные стены являются одним из главных источников теплопотерь.

Применяемые технологии: системы навесных вентилируемых фасадов; «мокрые» фасады с утеплителем; многослойные стеновые конструкции; утепление межпанельных швов (рис.1). Используемые материалы: минеральная вата; пенополистирол; экструдированный пенополистирол; пенополиуретан; базальтовые плиты.

Преимущества: снижение тепловпотерь до 30–40%; уменьшение расходов на отопление; повышение температуры внутренних поверхностей стен; предотвращение образования конденсата и плесени; улучшение звукоизоляции.

Через неутеплённую крышу может теряться значительное количество тепла. Технологии: утепление плоских кровель; устройство теплоизоляционного слоя по чердаку; применение инверсионных кровель; использование пароизоляции и гидроизоляции (рис.2). Используемые материалы: минераловатные маты; PIR-плиты; пенополистирол; экструдированный пенополистирол; базальтовые плиты, эковата.

Преимущества: снижение тепловпотерь через крышу; защита помещений от перегрева летом; увеличение срока службы кровли; повышение энергоэффективности здания.



Плоская обычная кровля.

- 1 Плита перекрытия.
- 2 Крепление утеплителя.
- 3 Пароизоляция.
- 4 Утеплитель.
- 5 Гидроизоляционный ковер.
- 6 Дополнительное утепление.

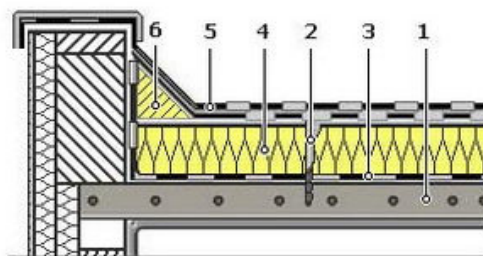
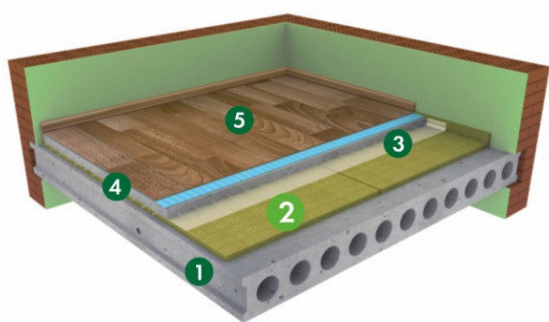


Рис.2. Утепление кровли и чердачных перекрытий



- 1 — железобетонная плита перекрытия
- 2 — тепло- и звукоизоляционный слой ЭКОВЕР (СТЭП, СТЭП ПЛЮС)
- 3 — разделительный водонепроницаемый слой
- 4 — армированная цементно-песчаная стяжка
- 5 — финишное покрытие пола

Рис.3. Утепление пола и перекрытий

Утепление пола и перекрытий особенно важно для первых этажей и помещений над неотапливаемыми подвалами (рис.3). Используемые материалы: экструдированный пенополистирол; минераловатные плиты повышенной жесткости; пеностекло. Эффект: повышение температуры пола; снижение тепловпотерь; улучшение санитарно-гигиенических условий.

Мостики холода – это участки конструкций, через которые тепло уходит быстрее, к ним относятся: стыки панелей; углы здания; балконные плиты; оконные откосы; места крепления конструкций (рис. 4).

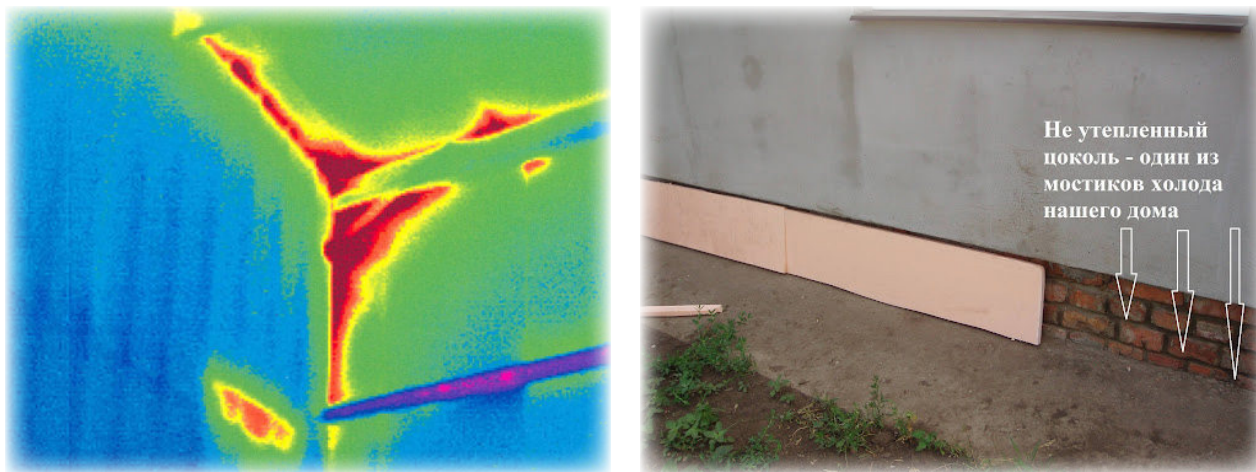


Рис.4. «Мостики холода»: а – углы здания; б – цокольная часть стены зданий

Способы устранения «мостиков холода»: непрерывный теплоизоляционный контур; утепление откосов (рис.5); герметизация швов; использование терморазрывов; правильный монтаж окон и фасадов. Преимущества: предотвращение промерзания; защита от конденсата; исключение появления грибка; повышение общей эффективности утепления.

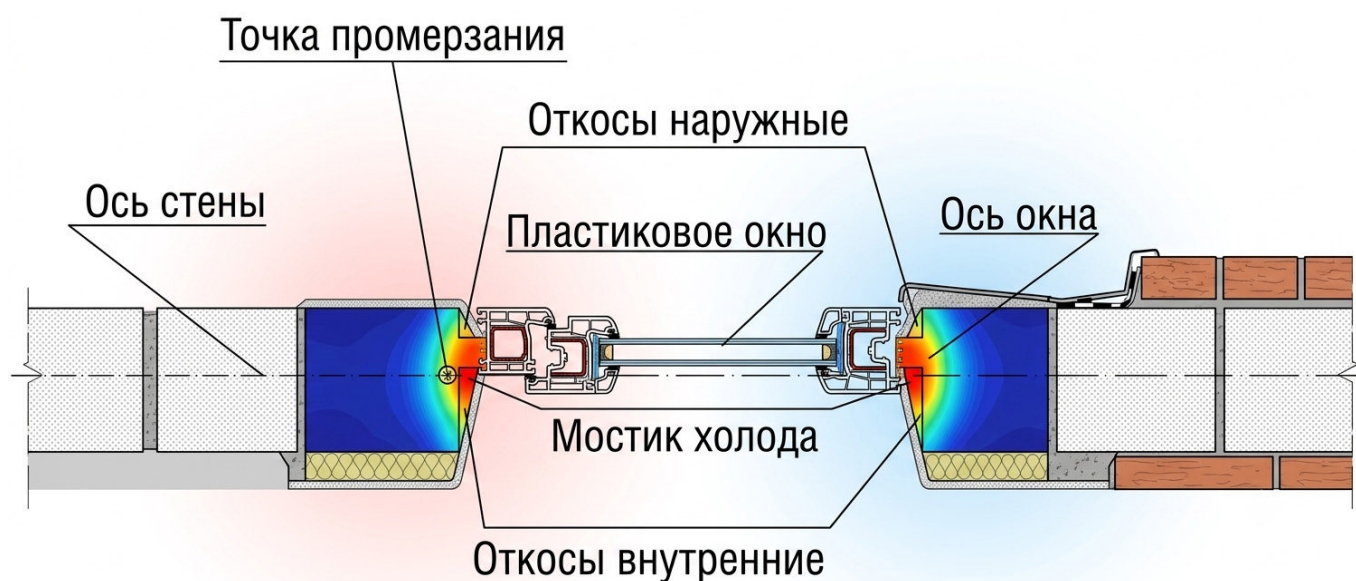


Рис.5. Устранение «мостиков холода» при заполнении проемов

Замена и модернизация окон необходимы, так как старые окна являются причиной значительных теплопотерь и сквозняков. Современные технические решения: ПВХ-окна с двух- и трёхкамерными стеклопакетами (рис.6); энергосберегающие стекла; низкоэмиссионные покрытия; герметичные монтажные швы. Преимущества: уменьшение теплопотерь через окна; устранение сквозняков; улучшение шумоизоляции; повышение комфорта в классах.

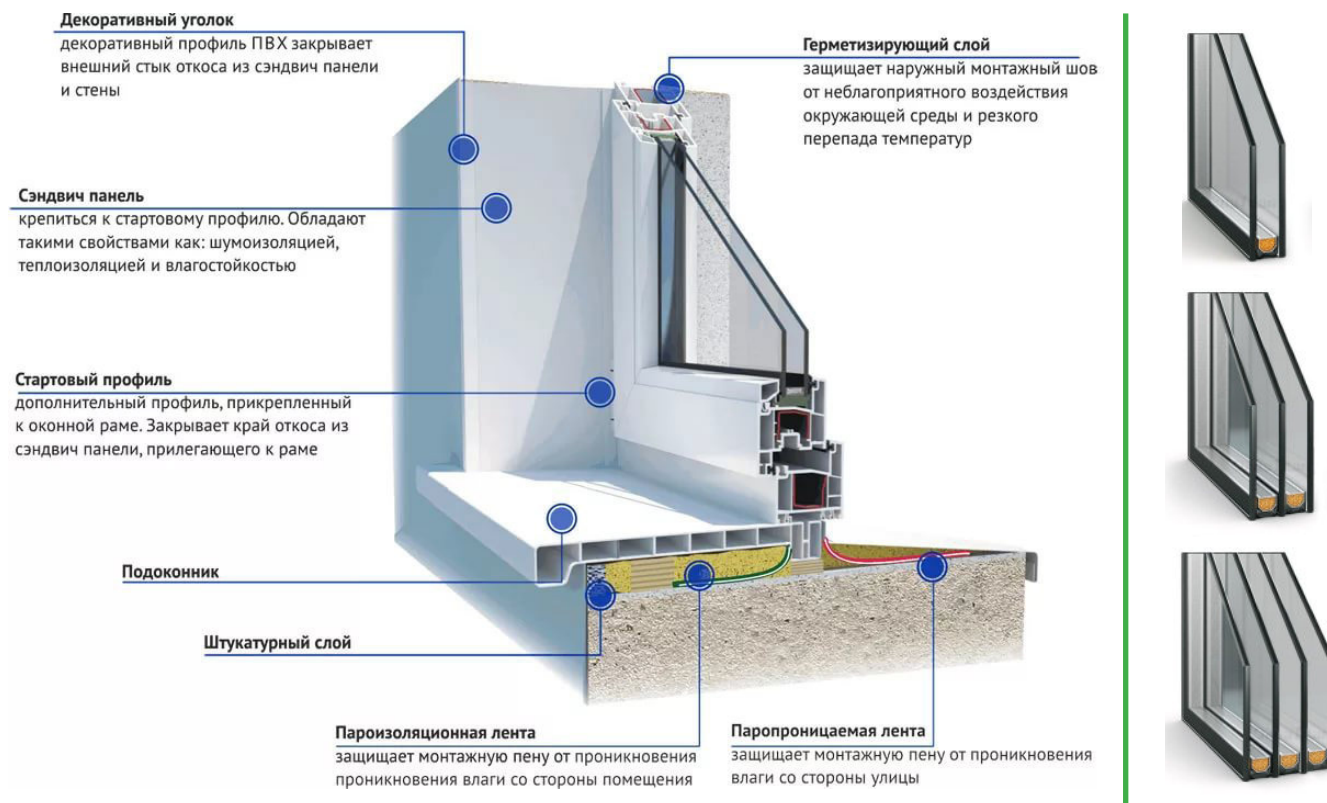


Рис.6. Энергоэффективные стеклопакеты

🔧 2 Модернизация отопления

Для организации образования особенно важен комфортный микроклимат. Современные технологии включают:

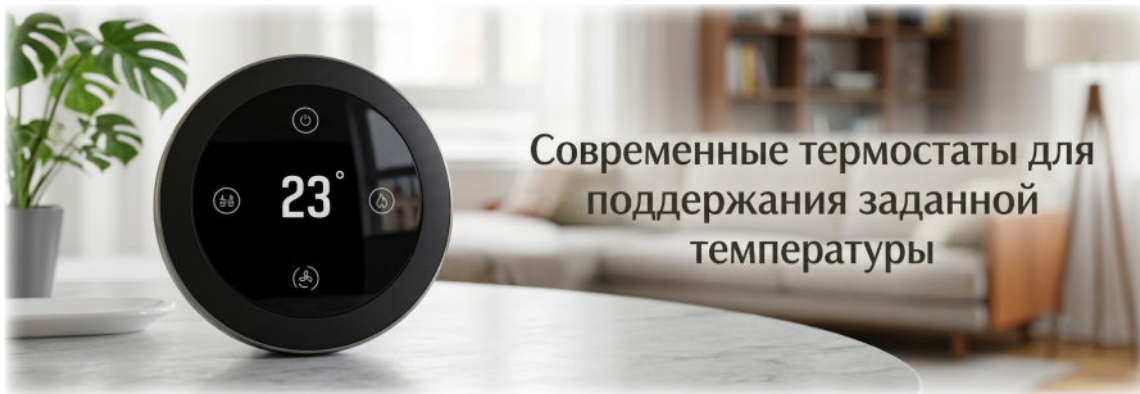
- автоматизированные индивидуальные тепловые пункты (ИТП) (рис.7);
- энергоэффективные котлы (рис.8);
- интеллектуальные термостаты (рис.9);
- погодозависимое регулирование отопления;
- тёплые полы.



Рис.7. Автоматизированный ИТП



Рис.8. Энергоэффективный котел



Современные термостаты для поддержания заданной температуры

Рис.9. Энергоэффективные термостаты

3 Энергоэффективная вентиляция и кондиционирование

Современные вентиляционные установки оснащаются:

- рекуператорами (рис. 10);
- автоматическим регулированием (рис. 11);
- датчиками качества воздуха (рис. 12).



Система рекуперации позволяет использовать тепло удаляемого воздуха для подогрева свежего воздуха, что значительно снижает теплотери (рис.10). Это обеспечивает комфортный микроклимат при минимальных энергозатратах.

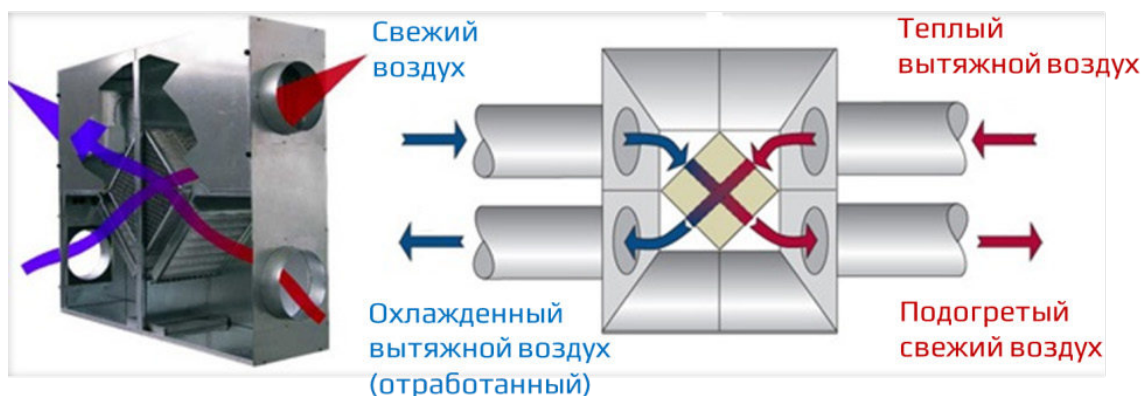


Рис.10. Система рекуперации в современных вентиляционных установках



Рис.11. Анализатор воздуха при автоматическом регулировании системы вентиляции



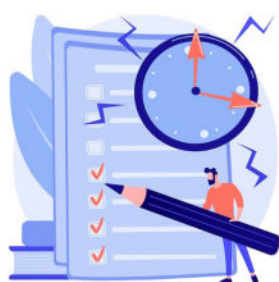
Рис.12. Датчик качества воздуха

В зданиях организаций образования качество воздуха напрямую влияет на: здоровье учащихся; работоспособность; концентрацию внимания; уровень утомляемости.

Во многих существующих организациях образования вентиляция устарела или работает недостаточно эффективно, что приводит к: повышению концентрации CO₂; духоте в классах; теплопотерям; перерасходу энергии.



Поэтому модернизация систем вентиляции и кондиционирования является важной частью повышения энергоэффективности организации образования.



Основные задачи энергоэффективной вентиляции

Современные системы должны:

- ▶ обеспечивать приток свежего воздуха;
- ▶ удалять загрязнённый воздух;
- ▶ сохранять тепло зимой;
- ▶ снижать энергозатраты;
- ▶ автоматически регулировать работу оборудования.

Возможности применения энергоэффективной вентиляции в существующих организациях образования

3.1. Приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией

Возможно применять:

- в учебных кабинетах;
- актовых залах;
- спортивных залах;
- столовых.

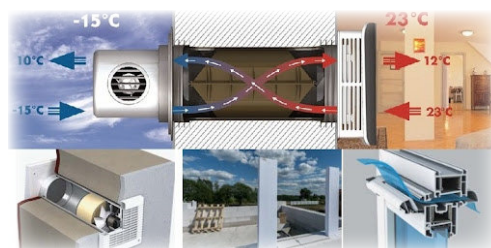
Особенности: система подаёт свежий воздух и одновременно удаляет загрязнённый.

Достоинства: стабильное качество воздуха; снижение влажности; улучшение микроклимата; уменьшение духоты.

Рекуперация – это процесс передачи тепла от удаляемого тёплого воздуха поступающему свежему воздуху. Зимой тёплый воздух из помещения не выбрасывается «впустую», а нагревает холодный наружный воздух через теплообменник.

Схема работы рекуператора (рис. 10).

Из помещения удаляется тёплый загрязнённый воздух. Через теплообменник он передаёт тепло свежему воздуху. Свежий воздух поступает уже подогретым. При этом воздушные потоки не смешиваются.

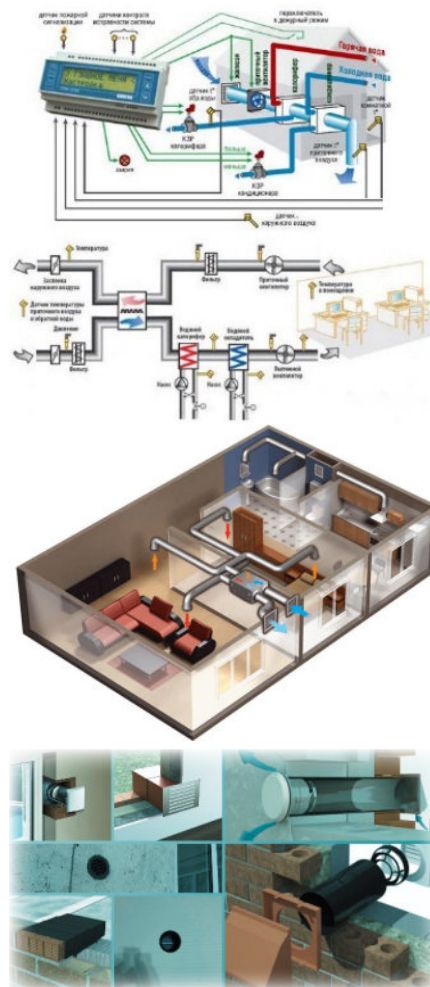


3.2. Вентиляция с автоматическим управлением

Применяются:

- датчики CO₂;
- датчики температуры;
- таймеры работы;
- погодозависимое управление.

Преимущества: вентиляция работает только при необходимости; уменьшается расход электроэнергии; повышается комфорт в помещениях. Например, при увеличении концентрации CO₂ система автоматически усиливает воздухообмен.



3.3. Локальные вентиляционные установки

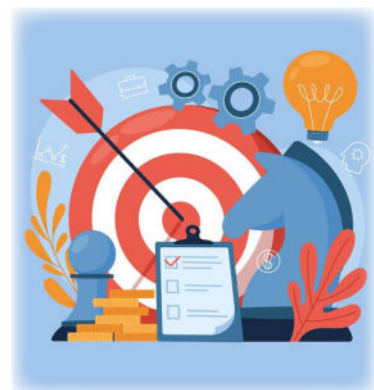
Для существующих организации образования особенно удобны компактные системы.

Возможно устанавливать:

- в отдельных кабинетах;
- без полной реконструкции здания;
- через наружную стену.

Плюсы:

- + быстрый монтаж;
- + невысокая стоимость;
- + возможность поэтапной модернизации организации образования.



Преимущества рекуперации для организации образования

1. Экономия тепловой энергии. Возможно вернуть: до 60–90% тепла удаляемого воздуха.

Это значительно снижает расходы на отопление.

2. Снижение теплопотерь. Без рекуперации зимой большое количество тепла теряется через вентиляцию.

С рекуперацией: уменьшается нагрузка на отопительную систему; поддерживается стабильная температура.

3. Улучшение микроклимата. Преимущества: постоянный приток свежего воздуха; снижение уровня CO₂; уменьшение влажности; повышение комфорта учащихся.

4. Экономия электроэнергии. Современные рекуператоры работают с энергоэффективными вентиляторами и автоматикой.

Дополнительные мероприятия – организационные меры: проветривание утром и вечером; ограничение использования тепловыделяющего оборудования; применение режима «сквозного проветривания»; перенос активных занятий из перегреваемых классов.

Использование вентиляции и кондиционирования эффективно совместно с солнцезащитой: приточно-вытяжная вентиляция; системы с рекуперацией; кондиционирование с автоматическим регулированием температуры.

💡 4 Энергоэффективное освещение

Наиболее доступная технология для организации образования – переход на светодиодное освещение LED (рис.13).

Дополнительно применяются:

- датчики движения в коридорах;
- системы автоматического включения и выключения света;
- регулирование освещённости в зависимости от естественного света.



ЭФФЕКТИВНОСТЬ	НИЗКАЯ				ВЫСОКАЯ
ТИП ЛАМПЫ					
ЛЮМЕН	НАКАЛИВАНИЯ	ГАЛОГЕНОВАЯ	ЛЮМИНЕСЦЕНТНАЯ	СВЕТОДИОДНАЯ	
250	25 Вт	18 Вт	6 Вт	4 Вт	
450	40 Вт	28 Вт	9 Вт	6 Вт	
800	60 Вт	42 Вт	13 Вт	9 Вт	
1100	75 Вт	53 Вт	16 Вт	12 Вт	
1600	100 Вт	72 Вт	20 Вт	15 Вт	
СВЕТОВАЯ ОТДАЧА	10 - 16 Вт/лм	14 - 22 Вт/лм	40 - 80 Вт/лм	60 - 100 Вт/лм	

Рис.13. Сравнение эффективности различных типов ламп

LED-светильники потребляют значительно меньше электроэнергии по сравнению с лампами накаливания и люминесцентными лампами, а также имеют большой срок службы. Использование таких решений позволяет сократить расходы на электроэнергию до 40–50%.

В статье «Энергоэффективная школа. Как рационально и выгодно потреблять ресурсы» журнала Гайд Martela EdDesign Андрей Сидоров, исполнительный директор компании «ЛЕД-Эффект» отвечает на вопросы журналиста о возможностях экономии электроэнергии в школах: «Простая замена люминесцентных ламп на светодиодные позволяет сократить потребление электроэнергии в два раза. Стандартный светильник с люминесцентными лампами потребляет до 90 Вт, тогда как полностью аналогичный по характеристикам светодиодный светильник – до 33-36 Вт».

5. Автоматизация и «умные» системы управления

Современные организации образования постепенно внедряют технологии Smart Building:

- автоматический контроль освещения;
- мониторинг температуры (рис. 14);
- управлять освещением и вентиляцией;
- отслеживать работу оборудования;
- цифровой учет энергопотребления;
- удаленное управление инженерными системами.

Такие технологии помогают оперативно выявлять перерасход энергии и повышают эффективность эксплуатации здания.



Smart Building «Умное здание» – это система автоматизированного управления инженерными системами здания, которая позволяет:

- снижать энергопотребление;
- повышать комфорт;
- улучшать безопасность;
- контролировать состояние оборудования в режиме реального времени.

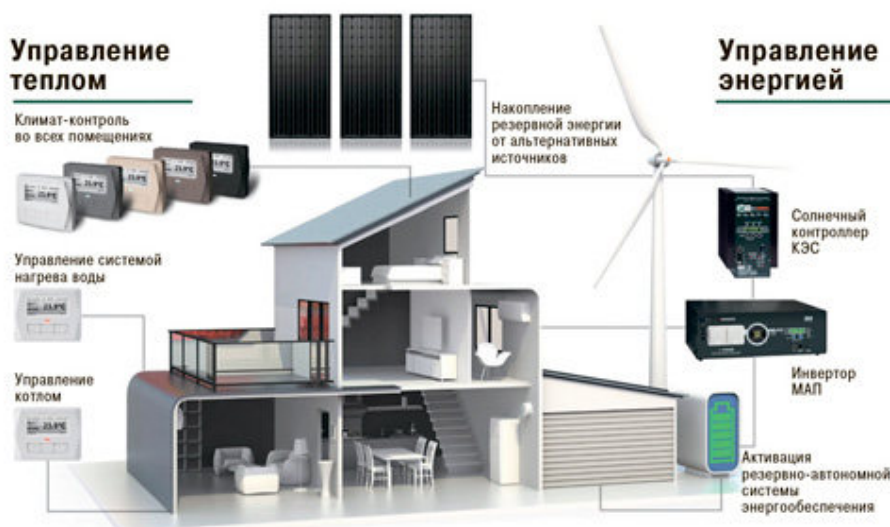


Рис. 14. «Умные» системы управления зданием



Внедрение концепции Smart Building («умное здание») в современных организациях образования кардинально меняет образовательную среду, превращая учебные заведения в энергоэффективные, безопасные и технологичные пространства. Автоматизация инженерных систем организации образования позволяет не только экономить ресурсы, но и напрямую влияет на здоровье и успеваемость учеников.

Для существующей организации образования технологии Smart Building особенно актуальны, потому что позволяют модернизировать здание без полного капитального ремонта. Основные технологии Smart Building для организации образования, которые можно применить, представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Основные технологии Smart Building для организации образования

1. Умное освещение.

Возможности применения:

- датчики движения в коридорах и санузлах;
- автоматическое выключение света;
- регулирование яркости освещения;
- использование датчиков естественного света.

Достоинства:

- экономия электроэнергии до 40–60%;
- увеличение срока службы ламп;
- снижение нагрузки на электросеть;
- повышение комфорта в классах.



2. Автоматизированное отопление

Возможно применять:

- программируемые термостаты;
- погодозависимое регулирование;
- автоматическое снижение температуры ночью и

в выходные;

- зональное управление отоплением.

Достоинства:

- снижение тепловых потерь;
- экономия тепловой энергии;
- поддержание комфортной температуры;
- уменьшение затрат на отопление.

Для старых зданий организации образования это одна из самых эффективных мер.



3. Умная вентиляция

Применение:

- датчики CO₂ в классах;
- автоматическое управление вентиляцией;
- регулирование воздухообмена по количеству людей.

Преимущества:

- улучшение качества воздуха;
- снижение утомляемости учащихся;
- экономия электроэнергии;
- уменьшение тепловых потерь зимой.



4. Система контроля энергопотребления

Включает:

- умные счётчики;
- мониторинг потребления электроэнергии;
- анализ расхода тепла и воды;
- выявление перерасхода.

Достоинства:

- контроль затрат;
- быстрое обнаружение неисправностей;
- возможность анализа эффективности организации образования;
- формирование культуры энергосбережения.

Данные можно использовать в образовательных проектах учащихся.



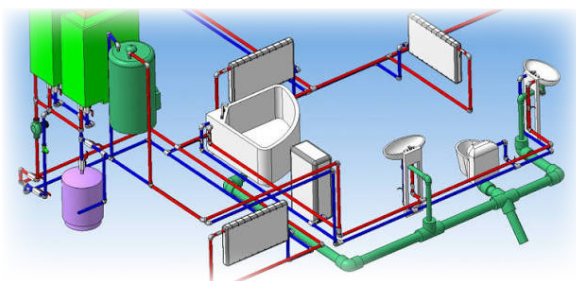
5. Автоматизация водоснабжения

Возможно установить:

- сенсорные смесители;
- контроль утечек;
- автоматическое отключение воды;
- мониторинг расхода.

Эффект:

- уменьшение расхода воды;
- снижение затрат на горячее водоснабжение;
- предотвращение аварий.



6. Система безопасности Smart Building

Применяются:

- интеллектуальное видеонаблюдение;
- контроль доступа;
- автоматическая пожарная сигнализация;
- удалённый мониторинг.

Достоинства:

- повышение безопасности учащихся;
- быстрое реагирование на чрезвычайные ситуации;
- централизованное управление.

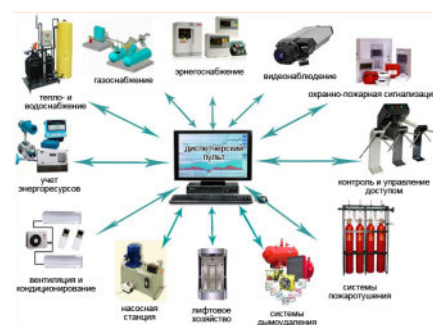


7. Диспетчеризация здания

Это единый центр управления инженерными системами организации образования.

Позволяет:

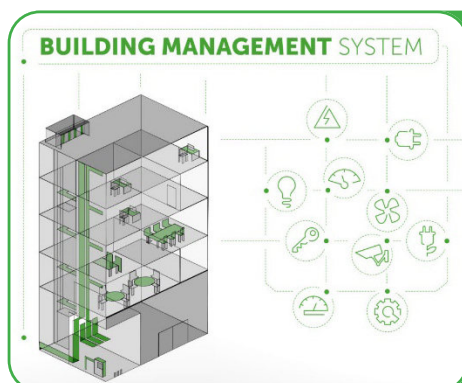
- контролировать освещение;
- управлять отоплением;
- отслеживать аварии;



- получать данные о потреблении ресурсов.

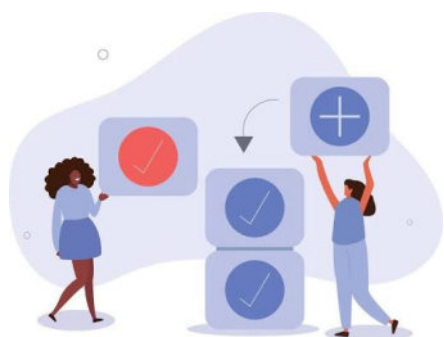
Преимущества:

- удобство эксплуатации;
- снижение нагрузки на персонал;
- быстрое реагирование на неисправности.



После внедрения Smart Building организация может получить:

- снижение потребления электроэнергии на 30–50%;
- снижение расходов на отопление до 25–40%;
- уменьшение расхода воды на 20–30%;
- улучшение микроклимата помещений.



Значение для образовательного процесса
Технологии Smart Building могут использоваться:

- на уроках физики;
- информатики;
- экологии;
- в проектной деятельности;
- для формирования экологической культуры учащихся.

6. Энергоэффективное водоснабжение и водоотведение

- водосберегающая сантехника (рис. 15);
- автоматизация подачи воды;
- теплоизоляция трубопроводов;
- энергоэффективные насосы;
- использование солнечных коллекторов;
- энергоэффективное водоотведение с раздельным сбором дождевых и бытовых стоков (рис. 16);
- системы повторного использования воды;
- локальные очистные устройства для уменьшения загрязнения сточных вод.



а) *Рис. 15. Водосберегающая сантехника – эффективное решение: смесители с аэраторами; сенсорные краны; нажимные (порционные) смесители; двухрежимные сливные бачки; экономичные душевые лейки в спортзалах: а – сенсорный; б – порционный кран*
Эффект: снижение расхода воды на 30–60%; уменьшение расхода горячей воды; сокращение затрат на нагрев.



**ПОРЦИОННЫЙ
СМЕСИТЕЛЬ**

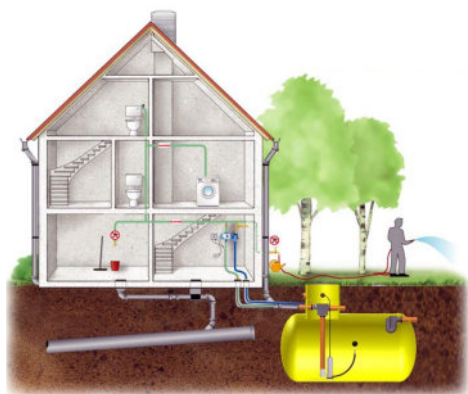


Рис. 16.
Раздельный сбор дождевых и бытовых стоков с использованием дождевой воды для полива территории, уборки и технических нужд

Энергоэффективное водоснабжение и водоотведение в организации образования снижает коммунальные затраты до 40% и обеспечивает строгое соответствие санитарным нормам (СанПиН). Основная специфика организации образования — это пиковые нагрузки во время перемен и полное отсутствие потребления ночью и на каникулах.

Эффективность и сложность внедрения различных систем и приборов энергоэффективного водоснабжения и водоотведения представлена в таблице 4.

Таблица 4.

Рациональные решения для организации образования с точки зрения стоимости, эффективности и простоты эксплуатации

Решение	Эффективность	Сложность внедрения
Аэраторы и экономичная сантехника	Очень высокая	Низкая
Автоматические смесители	Высокая	Низкая
Теплоизоляция труб	Высокая	Низкая
Контроль утечек воды	Высокая	Средняя
Энергоэффективные насосы	Высокая	Средняя
Сбор дождевой воды	Средняя	Средняя
Солнечные коллекторы	Высокая	Высокая
Повторное использование серой воды	Очень высокая	Высокая

⚡ Второй этап – Подключение альтернативных источников энергии.

После снижения потребления и проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности здания можно проектировать подключение возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

☀ 1. Солнечная энергия

Наиболее распространёнными технологиями использования солнечной энергии являются:



- солнечные панели (рис. 17);
- солнечные коллекторы (рис. 18).

Солнечные панели преобразуют солнечную энергию в электрическую, а коллекторы используются для нагрева воды и частично для отопления.

Преимущества использования солнечной энергии:

- снижение расходов на электроэнергию;
- экологичность;
- возможность автономного энергоснабжения отдельных систем.

Во многих странах создаются «нулевые» организации образования, где солнечная генерация покрывает большую часть потребностей здания.



Рис. 17. Солнечные панели во дворе организации образования



Рис. 18. Солнечный коллектор на крыше здания

☀ Солнечные панели (фотоэлектрические системы) ☞ производят электричество.

Плюсы: снижение затрат на электроэнергию, срок службы 20–25 лет, низкие эксплуатационные затраты.

Минусы: высокая начальная стоимость, зависимость от солнца.

☀ Солнечные коллекторы ☞ используются для нагрева воды (например, для столовой или спортзала).

Эффект: до 50–70% экономии на горячей воде.

Для зданий организации образования наиболее распространены две схемы использования солнечных панелей – автономная (Off-grid) и сетевая (On-grid) (рис. 19). Они отличаются способом работы и наличием подключения к централизованной электросети.

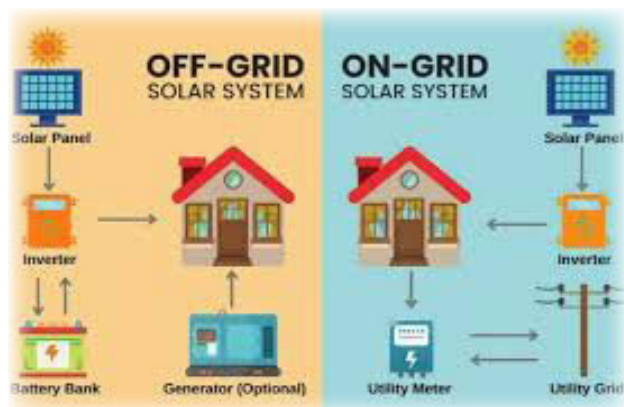


Рис. 19. Солнечные системы использования солнечных панелей – автономная (Off-grid) и сетевая (On-grid)

Система On-grid (сетевая). Сетевая система работает совместно с внешней электрической сетью. Солнечные панели вырабатывают электроэнергию, которая в первую очередь используется для нужд организации образования. При недостатке солнечной генерации электроэнергия автоматически поступает из сети. Аккумуляторные батареи в такой системе обычно отсутствуют.

Особенности:

- подключена к централизованной электросети;
- не требует аккумуляторов, что снижает стоимость установки;
- позволяет существенно сократить расходы на электроэнергию;
- отличается высокой эффективностью и простотой эксплуатации;
- при отключении внешней сети большинство систем автоматически прекращают работу из соображений безопасности.

Применение: в организациях образования, расположенных в населённых пунктах с надёжным электроснабжением.

Система Off-grid (автономная). Автономная система не связана с внешней сетью. В её состав входят солнечные панели, контроллер заряда, аккумуляторные батареи и инвертор. Избыточная энергия накапливается в аккумуляторах и используется в ночное время или в периоды низкой солнечной активности.

Особенности:

- полностью независима от внешней сети;
- обеспечивает резервное электроснабжение при авариях и отключениях;
- требует установки аккумуляторов, что увеличивает стоимость и необходимость их обслуживания;
- нуждается в точном расчёте мощности и ёмкости накопителей;
- может дополняться дизельным генератором или другими источниками энергии.

Применение: удалённые организации образования или объекты с нестабильным электроснабжением.

Основные различия систем On-grid и Off-grid представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Основные различия систем On-grid и Off-grid

Характеристика	On-grid	Off-grid
Подключение к сети	Есть	Нет
Аккумуляторы	Обычно отсутствуют	Обязательны
Стоимость системы	Ниже	Выше
Работа при отключении сети	Не работает	Продолжает работать
Энергетическая независимость	Частичная	Полная
Обслуживание	Минимальное	Более сложное
Область применения	Городские и сельские организации образования с надёжной сетью	Удалённые или автономные объекты



Система On-grid ориентирована на снижение затрат на электроэнергию при наличии централизованного электроснабжения. В отличие от неё Off-grid обеспечивает полную энергетическую независимость за счёт использования аккумуляторных батарей и автономного режима работы.

Для большинства организаций образования оптимальным решением является сетевая или гибридная система, которая объединяет солнечные модули, аккумуляторные батареи и подключение к внешней сети, обеспечивая экономическую эффективность и надёжность энергоснабжения

2. Геотермальная энергия

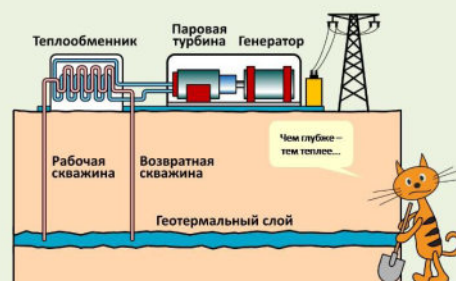
Для использования энергии земли применяются

- геотермальные тепловые насосы.

Геотермальные тепловые насосы используют тепло грунта для отопления и охлаждения помещений. Их преимущества: высокая энергоэффективность; низкие эксплуатационные расходы; экологическая безопасность.

Геотермальная энергетика. Энергия из недр Земли

Геотермальная энергетика - это производство электрической энергии и тепла за счёт энергии, содержащейся в недрах земли.



Такие системы особенно перспективны для новых зданий организаций образования, поскольку используют тепло земли. Плюсы: высокая энергоэффективность, независимость от городских теплосетей, стабильная работа. Недостатки: высокая стоимость монтажа.

3. Ветровая энергетика

Ветрогенераторы (применение ограничено):

- актуальны только при наличии стабильных ветров;
- редко используются для организации образования.

В районах с высокой скоростью ветра могут использоваться малые ветрогенераторы. Они обеспечивают:

- выработку электроэнергии;
- снижение нагрузки на электросеть;
- резервное энергоснабжение.

Однако применение ветрогенераторов ограничивается климатическими условиями и уровнем шума.



4. Биотопливо

Для отопления отдельных организаций образования могут применяться:

- пеллетные котлы;
- биогазовые установки;
- древесные брикеты.

Биотопливо относится к возобновляемым источникам энергии и позволяет уменьшить использование природного газа и угля.



Важный принцип

Энергоэффективность = приоритет №1

Возобновляемые источники энергии являются дополнением, а не заменой мероприятий по повышению энергоэффективности

Преимущества внедрения энергоэффективных технологий в организациях образования:

- ▶ снижение коммунальных расходов;
- ▶ улучшение условий обучения;
- ▶ повышение экологической культуры учащихся;
- ▶ сокращение выбросов углекислого газа;
- ▶ сохранение природных ресурсов;
- ▶ формирование практических навыков энергосбережения у учащихся;
- ▶ повышение экологической безопасности.



4

Интеграция вопросов энергоаудита, энергоэффективности и альтернативной энергетики в систему организации образования

4.1. Формирование культуры энергоэффективности

Формирование культуры энергоэффективности у обучающихся является важной задачей современного образования.



Культура энергоэффективности – это совокупность знаний, ценностей, привычек и практических действий, направленных на разумное и экономное использование энергии, воды, тепла и других ресурсов без снижения качества жизни и образовательного процесса.

Культура энергоэффективности включает в себя:

- ▶ понимание значения энергосбережения;
- ▶ знание способов экономии ресурсов;
- ▶ экологически ответственное поведение;
- ▶ применение энергосберегающих технологий в повседневной жизни;
- ▶ готовность участвовать в экологических и проектных инициативах.

Формирование такой культуры начинается в детском возрасте, когда закладываются основные привычки и мировоззрение человека.



Для эффективной работы по формированию культуры энергоэффективности педагог должен обладать не только определёнными теоретическими знаниями, но и уметь применять их на практике.

Основные направления влияния педагогов:

1. Формирование экологического сознания

Учитель помогает детям понять:

- ✓ ограниченность природных ресурсов;
- ✓ влияние энергетики на экологию;
- ✓ последствия нерационального потребления энергии;
- ✓ необходимость сохранения окружающей среды.

Через обсуждение экологических проблем учащиеся начинают осознавать личную ответственность за состояние природы.

2. Развитие практических навыков энергосбережения

Педагог обучает детей конкретным действиям:

- ✓ выключать освещение при выходе из кабинета;
- ✓ рационально использовать воду;
- ✓ отключать электроприборы;
- ✓ использовать естественное освещение;
- ✓ контролировать расход тепла.

Такие навыки постепенно становятся повседневной привычкой.

3. Формирование ценностного отношения к ресурсам

Важно не только дать знания, но и сформировать понимание ценности ресурсов. Учитель объясняет, что энергия требует больших затрат на производство и оказывает влияние на природу. У детей развивается:

- ✓ бережливость;
- ✓ ответственность;
- ✓ дисциплина;
- ✓ экологическая культура;
- ✓ энергоэффективный образ жизни.



Формы работы педагогов по развитию культуры энергоэффективности

1. Внеурочная деятельность

- ✓ экологические акции;
- ✓ конкурсы;
- ✓ викторины (квизы);
- ✓ развлекательные игры;
- ✓ моделирующие кейсы;
- ✓ тематические недели;
- ✓ экскурсии;
- ✓ экологический марафон;
- ✓ школьный день энергоэффективности;
- ✓ конкурс плакатов по энергосбережению ко Дню энергосбережения;
- ✓ конкурс листовок по вопросам энергосбережения и экологического воспитания.

Такие мероприятия делают тему более интересной и практикоориентированной.



2. Интеграция темы в учебные предметы

Интегрировать тему энергоэффективности в учебный процесс можно, включая вопросы энергосбережения в различные дисциплины:

- ✓ на уроках географии рассматривать мировые энергетические ресурсы, альтернативную энергетику; экологические проблемы;
- ✓ на уроках физики изучать виды энергии; теплопотери и работу электрических приборов; КПД оборудования.

- ✓ на уроках математики рассчитывать расход электроэнергии; вычисление экономии; анализ показателей энергопотребления;

на уроках информатики и технологии знакомить учащихся с энергосберегающими решениями и работой цифровых систем управления энергией.

Такой межпредметный подход делает тему более понятной и практической!



3. Проектная деятельность

Проекты позволяют учащимся самостоятельно исследовать проблемы энергосбережения и энергоэффективности на примерах реальной жизни в организации образования и дома.



Ожидаемые результаты обучения. В результате обучения учащиеся должны:

- ▶ понимать значение энергосбережения и охраны окружающей среды;
- ▶ знать основные виды альтернативных источников энергии;
- ▶ уметь оценивать энергоэффективность зданий и оборудования;
- ▶ применять энергосберегающие приемы в организации образования и дома;
- ▶ участвовать в экологических и энергетических проектах;
- ▶ осознавать личную ответственность за сохранение природных ресурсов.



Интеграция темы энергоэффективности в учебные предметы, а также раскрытие ее во внеурочной и проектной деятельности напрямую способствует формированию ключевых видов функциональной грамотности учащихся, что соответствует современным образовательным требованиям.

Такой подход способствует формированию экологически грамотной личности, способной принимать ответственные решения в области природопользования и энергосбережения.

Виды функциональной грамотности учащихся представлены в таблице 6.

Таблица 6.

Виды функциональной грамотности учащихся

1. Математическая грамотность

Формируется через:

- расчёты энергопотребления (кВт·ч);
 - определение стоимости электроэнергии;
 - вычисление экономии при внедрении энергосберегающих решений;
 - построение графиков и диаграмм.
- учащиеся учатся применять математику в реальных жизненных задачах!



2. Естественно-научная грамотность

Развивается за счёт:

- понимания процессов теплопередачи, освещения и работы приборов;
 - анализа причин теплопотерь;
 - изучения свойств материалов (теплопроводность, энергоэффективность)
- знания из физики и экологии приобретают практическую ценность!



3. Финансовая грамотность

Формируется через:

- расчёт затрат на энергоресурсы;
 - оценку сроков окупаемости (например, замена ламп);
 - анализ эффективности инвестиций.
- учащиеся начинают понимать «стоимость ресурсов» и экономические решения!



4. Экологическая грамотность

Развивается через:

- осознание влияния энергопотребления на окружающую среду;
 - понимание углеродного следа;
 - формирование устойчивых привычек.
- появляется ответственное отношение к ресурсам!



5. Цифровая грамотность

Проявляется в:

- работе с таблицами (Excel, Google Sheets);
 - обработке данных энергоаудита;
 - создании презентаций и визуализации результатов;
 - создании видеороликов;
 - участии в экологических конкурсах в социальных сетях.
- учащиеся осваивают работу с цифровыми программами!



6. Коммуникативная и социальная грамотность

Формируется через:

- работу в команде;
 - защиту проектов;
 - проведение информационных кампаний в организациях образования;
- учащиеся учатся аргументировать и доносить идеи!



4.2. Примеры мероприятий внеурочной деятельности

Внеурочная деятельность является важным инструментом формирования у обучающихся ответственного отношения к использованию энергетических ресурсов и экологически ориентированного поведения. Она позволяет сочетать теоретические знания с практической деятельностью, развивая у учащихся навыки рационального потребления энергии и понимание значимости энергосбережения и энергоэффективности для устойчивого развития общества.

Основными направлениями внеурочной деятельности могут выступать:

- ▶ экологические и энергетические кружки, в рамках которых учащиеся изучают принципы энергосбережения, знакомятся с возобновляемыми источниками энергии, проводят простые эксперименты и исследования;
- ▶ квесты, викторины и интеллектуальные игры, посвящённые вопросам рационального использования энергии, современным энергосберегающим технологиям и экологической безопасности;
- ▶ участие в акциях и конкурсах плакатов, рисунков, видеороликов и исследовательских работ по тематике энергосбережения и энергоэффективности;
- ▶ экскурсии и встречи со специалистами, работающими в области энергетики, строительства и жилищно-коммунального хозяйства, посещение энергетических предприятий: гидроэлектростанций, тепловых электростанций, солнечных электростанций и других энергоэффективных объектов;
- ▶ волонёрская деятельность, направленная на распространение среди учащихся, педагогов и родителей культуры рационального использования энергии и бережного отношения к природным ресурсам;
- ▶ практико-ориентированные занятия, связанные с изготовлением макетов солнечных батарей, ветрогенераторов, моделей энергоэффективных домов и изучением работы энергосберегающего оборудования.

Эффективным направлением формирования культуры энергоэффективности у учащихся является проведение тематических дней:

- ▶ День энергосбережения;
- ▶ День энергоэффективности;
- ▶ День экологии.

В рамках таких мероприятий в образовательной организации могут устанавливаться специальные дни, посвящённые рациональному использованию энергетических ресурсов, охране окружающей среды и популяризации современных энергосберегающих технологий.

Программы тематических дней могут включать проведение экскурсий, конкурсов рисунков, плакатов (листовок), макетов, презентаций и видеороликов, тематических викторин, интеллектуальных игр, квестов, выставок творческих работ и исследовательских проектов.

Организация подобных мероприятий способствует развитию у учащихся экологической культуры, формированию практических навыков энергосбережения, повышению уровня осведомлённости в области энергоэффективности и воспитанию ответственного отношения к использованию природных ресурсов. Регулярное проведение Дней энергосбережения позволяет превратить принципы рационального потребления энергии в неотъемлемую часть повседневной жизни сообщества организации образования.

Международный день энергосбережения отмечается ежегодно **11 ноября**.

Главная цель этого праздника – привлечь внимание общества и властей к рациональному использованию ресурсов, сокращению выбросов парниковых газов и развитию возобновляемых источников энергии.

Этот день был учреждён в 2008 году по инициативе международной экологической сети SPARE и быстро получил глобальный статус.

.....



Всемирный день энергоэффективности (World Energy Efficiency Day) ежегодно отмечается во всем мире **5 марта**. Этот праздник был учрежден в 1998 году на Первом международном совещании по энергоэффективности с целью повышения осведомлённости о рациональном использовании ресурсов и сокращении вредных выбросов.

.....



В этот день проводятся просветительские акции, семинары и экологические кампании, направленные на то, чтобы напомнить людям и бизнесу о важности внедрения энергосберегающих технологий.



Рис. 20. Экскурсия на Дубоссарскую ГЭС



Рис. 21. Экскурсия на Молдавскую ГРЭС



**Рис. 22. Конкурс видеороликов «Энерголайфхаки»
К Международному дню энергосбережения**

Темы для видеороликов к Международному дню энергосбережения:

- «Экономь энергию – сохраняй будущее!»
- «Думай. Выключай. Сохраняй.»
- «Меньше потерь – больше пользы!»
- «Энергия под контролем!»
- «Свет в будущее – без лишних затрат!»

**Темы для видеороликов ко Всемирному дню энергоэффективности
(World Energy Efficiency Day):**

- «Наша школа выбирает энергоэффективность»
- «Энергоэффективная школа глазами учеников»
- «Школьный энергоаудит: ищем и устраняем потери»
- «Зелёное будущее начинается в школе»
- «Энергия знаний и бережливости».

3 места в подноминации: «Листовка»



**Рис. 23. Конкурс листовок
«Энергия с умом»
к Международному дню
энергосбережения**



**Рис. 24. Конкурс плакатов
«Сохраним энергию вместе»**



Рис. 25. Конкурс макетов в Школьный день Энергоэффективности



Рис. 26. Конкурс рисунков к Всемирному дню Энергоэффективности

Темы для конкурсов и акций к Международному дню энергосбережения и Всемирному дню энергоэффективности:

- «Энергия без потерь: как сохранить ресурсы планеты»
- «Энергоэффективность начинается с нас»
- «Умная энергия для умной школы»
- «Секреты энергосбережения в повседневной жизни»
- «Энергия будущего: экономим сегодня»
- «Как школа может стать энергоэффективной?»
- «Энергосбережение: маленькие шаги – большие результаты»
- «Выключи лишнее – сохрани будущее!»
- «Сохраним энергию вместе»
- «Школа без потерь»
- «Энергия в наших руках»
- «Береги энергию – береги планету»
- «Каждый ватт имеет значение»
- «Энергия с умом»
- «Энергия имеет значение»
- «Живи ярко, расходуй разумно».

15 апреля – День экологических знаний: старт образовательных программ, лекций и семинаров в организациях образования;

22 апреля – Международный день Земли: время проведения масштабных субботников и озеленения территорий;

15 мая – Международный день климата: День, посвященный защите метеорологических ресурсов планеты;

5 июня – Всемирный день окружающей среды (День эколога);

1 ноября – Всемирный день экологии (World Ecology Day): праздник, посвященный экологии как строгой академической науке и профессии ученого-эколога.



Рис. 27. Конкурс макетов «Наш дом – наша планета!» к Международному дню Земли

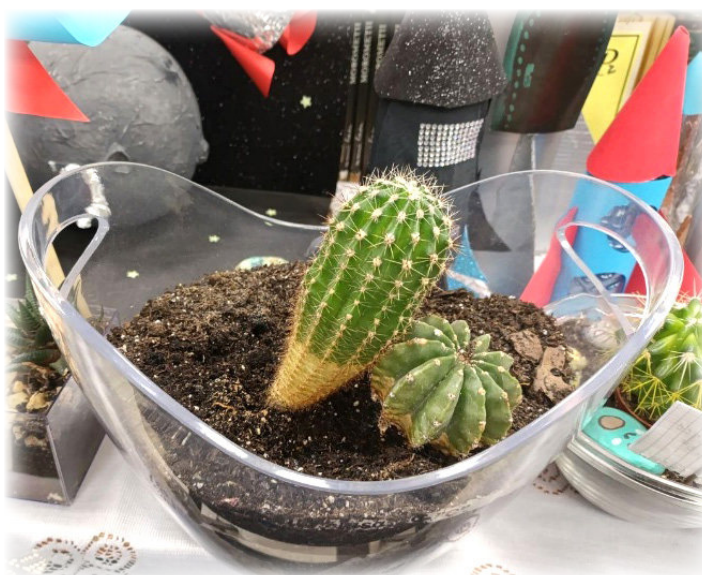




Рис. 28. Акция «Стекланный сад» к Всемирному дню окружающей среды. Работа в группах, активная связь с растениями и уход за ними. Организация выставки акции в школьном фойе

**Рис. 29. Конкурс
рисунков «Наш дом – наша
планета!» к Международному
дню Земли**



**Рис. 30. Экологические акции
«Чистый берег!» «Чистый четверг»
«Неделя без бумаги»**



Акции на основе принципа «Цикличной экономики», основа которой включает в себя основное понятие: «Отходы не мусор, а ценный ресурс».



Рис. 31. Экологические акции «Старым джинсам вторую жизнь», «Экопатруль по сбору пластика»: а,б,в - акция «Старым джинсам вторую жизнь» из джинс выполнение картин и роз для аксессуара; г – сбор пробок от пластиковых бутылок и дальнейшая сдача их на переработку, выполнение из пластика брелоков, закладок

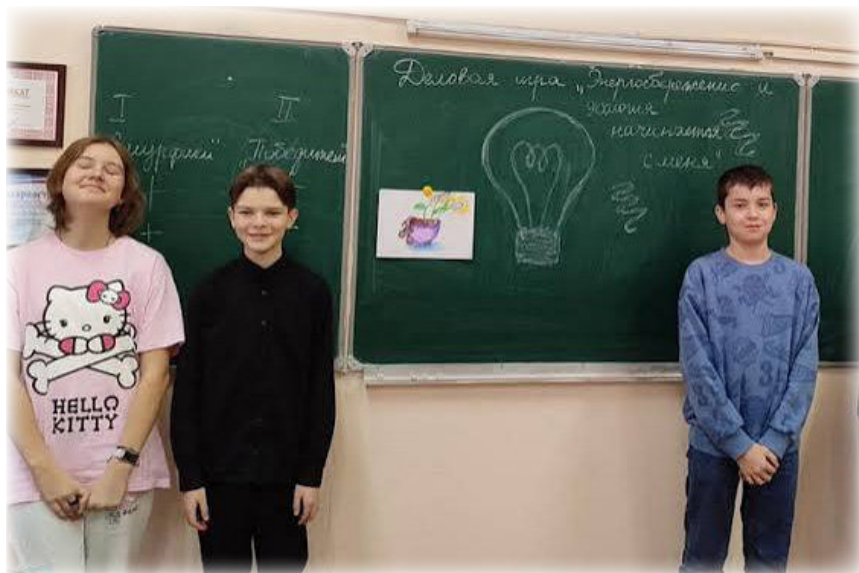


**Рис. 32. Деловая игра
«Энергосбережение
и экология начинается с меня!»**



**Рис. 33. Классный час
«Каждый ватт имеет
значение»**

ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ АКЦИЙ

1. «Выключи свет – сохрани планету»
Контроль отключения освещения во время перемен и после уроков.
2. «Неделя энергосбережения»
Конкурсы, викторины, выставки плакатов и презентаций.
3. «Энергопатруль»
Группа учащихся проверяет выключение света, компьютеров и другой техники.
4. «Час без лишней энергии»
Ежедневная акция по сокращению потребления электроэнергии в определенное время.
5. «Закрой дверь – сохрани тепло»
Информационная кампания по уменьшению тепловых потерь через открытые двери и окна.
6. «Самый энергоэффективный класс»
Соревнование между классами по соблюдению правил энергосбережения.
7. «Вторая жизнь вещей»
Сбор макулатуры, пластика и батареек для переработки.
8. «Энергосбережение начинается с меня»
Личные обязательства учащихся по экономии энергии дома и в школе.

ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН – КЕЙС ДЛЯ УЧАЩИХСЯ «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ШКОЛА БУДУЩЕГО»

Ситуация

Школа № 15 была построена более 30 лет назад. Администрация заметила, что расходы на отопление и электроэнергию постоянно растут. Зимой в некоторых классах прохладно, а летом помещения сильно нагреваются. Кроме того, школа хочет стать более экологичной и сократить потребление энергии из традиционных источников.

Ваша команда выступает в роли юных энергоаудиторов и инженеров. Необходимо провести анализ ситуации и предложить решения, которые помогут сделать школу более энергоэффективной и использовать альтернативные источники энергии.

Исходные данные

В школе:

- ✓ 24 учебных кабинета;
- ✓ спортивный зал;
- ✓ актовый зал;
- ✓ столовая;
- ✓ компьютерный класс.

Результаты обследования показали:

- ✓ часть окон имеет плохую герметизацию;
- ✓ свет часто остается включенным во время перемен;
- ✓ освещение выполнено люминесцентными лампами;
- ✓ крыша школы хорошо освещается солнцем большую часть дня;
- ✓ рядом со школой нет высоких зданий и деревьев, затеняющих крышу.

Задание 1. Найдите причины потерь энергии

Определите не менее пяти причин, по которым школа теряет тепло или расходует лишнюю электроэнергию.

Пример ответа:

- ✓ неплотно закрывающиеся окна;
- ✓ устаревшие лампы;
- ✓ открытые двери зимой;
- ✓ отсутствие датчиков движения;
- ✓ невыключенные компьютеры после занятий.

Задание 2. Предложите энергосберегающие мероприятия

Выберите мероприятия, которые помогут снизить потребление энергии.

Варианты:

- ✓ замена ламп на светодиодные;
- ✓ утепление окон;
- ✓ установка доводчиков на двери;
- ✓ использование датчиков движения;
- ✓ контроль выключения оборудования после уроков;
- ✓ утепление наружных стен.

Объясните, почему вы выбрали именно эти меры.

Задание 3. Выберите альтернативный источник энергии

Рассмотрите варианты:

Источник энергии	Особенности
Солнечные панели	Хорошо работают при достаточном количестве солнечных дней
Ветрогенераторы	Требуют постоянного ветра
Тепловые насосы	Используют тепло грунта или воздуха
Биотопливо	Требует постоянных поставок сырья

Вопросы:

1. Какой источник энергии наиболее подходит для данной школы?
2. Почему?
3. Какие преимущества он даст?

Задание 4. Экономический расчет

В школе установлено 200 ламп мощностью 60 Вт каждая.

Планируется заменить их на светодиодные лампы мощностью 12 Вт.

Рассчитайте:

1. На сколько ватт уменьшится мощность одной лампы?
2. Какова общая экономия мощности для 200 ламп?

Ответ:

$$60 - 12 = 48 \text{ Вт};$$

$$48 \times 200 = 9600 \text{ Вт} = 9,6 \text{ кВт}.$$

Задание 5. Создайте проект «Школа будущего»

Предложите собственную программу модернизации школы.

Она должна включать:

- ✓ не менее трех энергосберегающих мероприятий;
- ✓ один альтернативный источник энергии;
- ✓ ожидаемые результаты для организации образования и окружающей среды.

Итоговый вопрос

Как можно сделать школу более комфортной для обучения, одновременно снижая расходы на энергию и уменьшая воздействие на окружающую среду?

Ожидаемый результат

По итогам работы учащиеся должны прийти к выводу, что сочетание энергосбережения (утепление, современное освещение, контроль потребления энергии) и использования возобновляемых источников энергии (например, солнечных панелей) позволяет значительно сократить расходы организации образования и повысить ее экологичность.

ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН – КВИЗ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ «АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ» (ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 6–11 КЛАССОВ)

1. Что называют альтернативными источниками энергии?

- А) Источники, работающие только зимой
- Б) Источники, заменяющие традиционное топливо и наносящие меньший вред природе
- В) Источники, использующие уголь
- Г) Источники, работающие только ночью

Ответ: Б

2. Какой источник энергии использует солнечные лучи?

- А) Ветрогенератор
- Б) Гидроэлектростанция
- В) Солнечная батарея
- Г) Тепловая электростанция

Ответ: В

3. Как называется устройство, преобразующее энергию ветра в электричество?

- А) Генератор тепла
- Б) Ветрогенератор
- В) Трансформатор
- Г) Аккумулятор

Ответ: Б

4. Какой из перечисленных источников является возобновляемым?

- А) Нефть
- Б) Уголь
- В) Природный газ
- Г) Солнце

Ответ: Г

5. Какая энергия используется на гидроэлектростанциях?

- А) Энергия ветра
- Б) Энергия воды
- В) Солнечная энергия
- Г) Геотермальная энергия

Ответ: Б

6. Что является главным преимуществом возобновляемых источников энергии?

- А) Быстро заканчиваются
- Б) Загрязняют окружающую среду
- В) Постоянно восполняются природой
- Г) Требуют много топлива

Ответ: В

7. Как называется энергия тепла Земли?

- А) Гидроэнергия
- Б) Солнечная энергия
- В) Геотермальная энергия
- Г) Ветровая энергия

Ответ: В

8. Какой источник энергии зависит от погодных условий?

- А) Уголь
- Б) Нефть
- В) Солнечные панели
- Г) Природный газ

Ответ: В

9. Что из перечисленного не относится к альтернативным источникам энергии?

- А) Солнце
- Б) Ветер
- В) Нефть
- Г) Вода

Ответ: В

10. Для чего нужны аккумуляторы в системах с солнечными панелями?

- А) Для украшения системы
- Б) Для хранения энергии
- В) Для охлаждения панелей
- Г) Для очистки воздуха

Ответ: Б

Вопросы повышенной сложности

11. Какая страна считается одним из мировых лидеров по использованию энергии ветра?

- А) Дания
- Б) Египет
- В) Монголия
- Г) Марокко

Ответ: А

12. Что такое биомасса?

- А) Искусственное топливо
- Б) Органические материалы, используемые для получения энергии
- В) Вид солнечной батареи
- Г) Подземные воды

Ответ: Б

13. Какая из электростанций не выбрасывает углекислый газ во время производства электроэнергии?

- А) Угольная
- Б) Газовая
- В) Солнечная
- Г) Мазутная

Ответ: В

14. Сколько энергии Солнце посылает на Землю за один час по сравнению с годовым потреблением человечества?

- А) Меньше
- Б) Примерно столько же
- В) Больше, чем человечество потребляет за год
- Г) Нисколько

Ответ: В

15. Какой альтернативный источник энергии наиболее подходит для установки на крыше школы?

- А) Солнечные панели
- Б) Угольная котельная
- В) Нефтяная вышка
- Г) Газопровод

Ответ: А

Блиц-вопросы

Самый распространенный возобновляемый источник энергии? (Солнце)

Что вращает лопасти ветрогенератора? (Ветер)

Как называется энергия движущейся воды? (Гидроэнергия)

Какой газ способствует глобальному потеплению? (Углекислый газ, CO₂)

Как называется процесс получения электричества из солнечного света? (Фотоэлектрический эффект)

Вопрос со смекалкой

Представьте, что в школе установили солнечные панели. Назовите три преимущества такого решения.

Пример ответа: экономия электроэнергии, снижение загрязнения окружающей среды, использование возобновляемого источника энергии.



ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ:



Систематическая организация внеурочной деятельности способствует формированию у учащихся культуры энергоэффективности, развитию экологического мышления, исследовательских способностей и практических навыков энергосбережения, а также воспитанию ответственного отношения к окружающей среде и рациональному использованию энергетических ресурсов.



ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН – КВИЗ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ» (ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 6–11 КЛАССОВ)

Раунд 1. Разминка «Энергия вокруг нас». Один правильный ответ – 1 балл

1. Что означает понятие «энергоэффективность»?

- а) Использование как можно большего количества энергии
- б) Рациональное использование энергии с минимальными потерями +
- в) Полный отказ от электричества

2. Какая лампа потребляет меньше электроэнергии?
 - а) Лампа накаливания
 - б) Галогенная лампа
 - в) Светодиодная лампа +
3. Какой источник энергии относится к возобновляемым?
 - а) Уголь
 - б) Солнце +
 - в) Нефть
4. Что помогает сохранять тепло в организации образования зимой?
 - а) Теплоизоляция стен +
 - б) Открытые окна
 - в) Постоянно включённый кондиционер
5. Для чего нужны датчики движения?
 - а) Для украшения помещений
 - б) Для автоматического включения света +
 - в) Для измерения температуры
6. Что нужно делать при выходе из кабинета?
 - а) Оставить свет включённым
 - б) Выключить свет и технику +
 - в) Открыть окна
7. Как называется устройство для учёта электроэнергии?
 - а) Барометр
 - б) Электросчётчик +
 - в) Манометр
8. Какой бытовой прибор обычно потребляет больше всего энергии?
 - а) Электрочайник +
 - б) Телефон
 - в) Калькулятор
9. Что экономит больше энергии?
 - а) Естественное освещение +
 - б) Постоянный искусственный свет
 - в) Подсветка днём
10. Какой цвет стен помогает лучше использовать дневной свет?
 - а) Красный
 - б) Чёрный
 - в) Белый +

Раунд 2. «Верю – не верю». Утверждение: «Правда» или «Ложь» – 1 балл

- | | |
|---|--------|
| 1. Зарядное устройство в розетке потребляет энергию. | Правда |
| 2. Открытые окна зимой увеличивают потери тепла? | Правда |
| 3. Светодиодные лампы служат меньше обычных? | Ложь |
| 4. Солнечные панели работают только летом? | Ложь |
| 5. Чем больше включено приборов, тем больше расход энергии? | Правда |

6. Выключенный телевизор не потребляет энергию совсем?
7. Компьютер в спящем режиме расходует меньше энергии.
8. Капающий кран не влияет на расход воды?
9. Энергоэффективные окна помогают экономить тепло?
10. Энергосбережение помогает природе?

Ложь
Правда
Ложь
Правда
Правда

В ПРЕЗЕНТАЦИИ ВОЗМОЖНО ПРИМЕНЯТЬ ЗНАЧКИ ДЛЯ ЛУЧШЕГО ВОСПРИЯТИЯ



Раунд 3. «Энергоэффективная школа». Два правильных ответа – 2 балла

1. Что помогает экономить электричество?
 - а) Использование дневного света +
 - б) Постоянно включённый свет
 - в) Работа техники без необходимости
 - г) Датчики движения в коридорах общего пользования +
2. К уменьшению теплопотерь через ограждающие конструкции организации образования относятся:
 - а) Датчики движения в коридорах общего пользования
 - б) Теплоизоляция фасадов +
 - в) Интеллектуальные термостаты
 - г) Энергоэффективные стеклопакеты +
3. К модернизации системы отопления организации образования относятся:
 - а) Устранение «мостиков холода»
 - б) Многослойные теплоизоляционные материалы
 - в) Энергоэффективные котлы +
 - г) Автоматизированные индивидуальные тепловые пункты +
4. К энергоэффективной системе вентиляции организации образования относятся:
 - а) Энергоэффективные котлы
 - б) «Теплые» полы
 - в) Датчики качества воздуха +
 - г) Установка рекуператоров +

5. К энергоэффективной системе освещения организации образования относятся:

- а) Датчики качества воздуха
- б) Установка LED-освещения +
- в) Герметизация стыков и швов
- г) Регулирование освещенности в зависимости от естественного света +

6. К энергоэффективной системе водоснабжения организации образования относятся:

- а) Сенсорные краны +
- б) Датчики движения в коридорах
- в) Погодозависимое регулирование отопления
- г) Двухрежимные сливные бачки +

7. К средствам повышения энергоэффективности системы водоотведения относятся:

- а) Экономичные душевые лейки в спортзалах
- б) Использование дождевой воды для технических нужд +
- в) Сбор и очистка «серой» воды после умывальников для технических нужд +
- г) Энергоэффективные котлы

8. Через какие элементы здания происходят наибольшие теплопотери?

- а) Через деревянные окна и двери +
- б) Через парты и доску
- в) Через сливные бачки
- г) В углах здания без утепления +

9. Что помогает экономить воду?

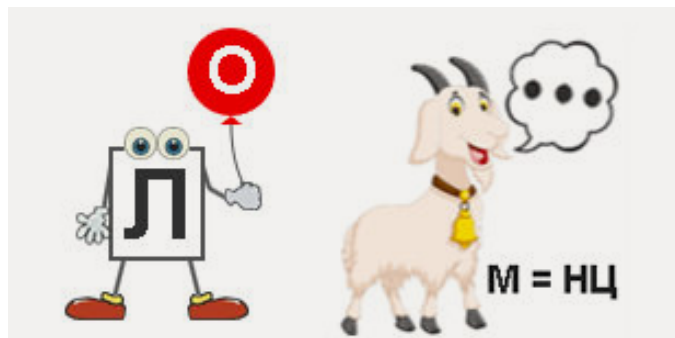
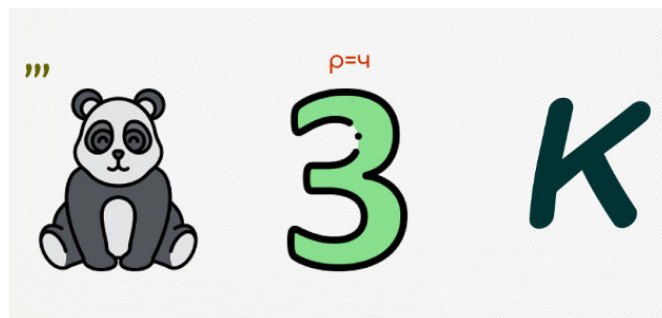
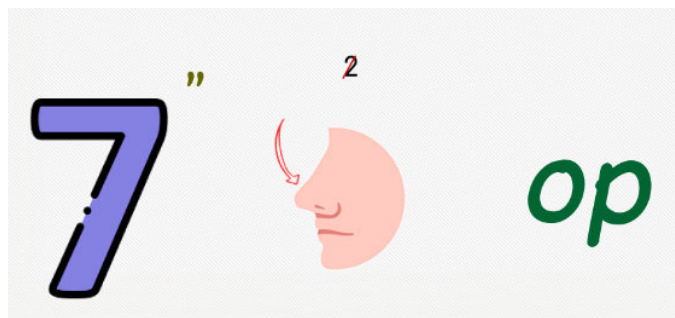
- а) Неисправные краны
- б) Открытый кран
- в) Сенсорный кран +
- г) Нажимной (порционный) кран +

10. Что уменьшает теплопотери в организации образования?

- а) Теплоизоляция фасада +
- б) Открытые двери
- в) Утепленная крыша +
- г) Сквозняки

Раунд 4. «Энергоребус». Разгадать ребус – 2 балла





Раунд 5. «Экологический блиц»

Предложить не менее двух правильных вариантов ответа – 2 балла

1. Перечислите три способа экономии электроэнергии.
2. Почему важно экономить воду?
3. Назовите альтернативные источники энергии.
4. Какие правила помогают сохранить тепло в классе?
5. Какие экологические привычки должен соблюдать учащийся?
6. Какие энергоэффективные технологии можно использовать в организации образования?
7. Почему светодиодные лампы лучше обычных ламп накаливания?
8. Какие приборы нужно отключать после использования?

Раунд 6. Финальный «Энерго-совет»

За две минуты придумать «5 Правил энергоэффективной школы будущего»

Критерии:

- ✓ оригинальность;
- ✓ полезность;
- ✓ энергоэффективность;
- ✓ экологичность;
- ✓ командная работа.

Максимум – 10 баллов

Номинации командам:

- «Энерго-эксперты»
- «Хранители энергии»
- «Зелёная команда»
- «Лидеры энергосбережения»

Таблица 7.

Таблица для подсчета баллов во время проведения квиза

№	Команда 1	Команда 2
Раунд 1, правильный ответ - 1 балл		
1		
2		
3		
4		
5		
итого	5	5
Раунд 2, правильный ответ - 1 балл		
1		
2		
3		
4		
5		
итого	5	5
Раунд 3, правильный ответ - 2 балла		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
итого	12	12
Раунд 4, правильный ответ - 2 балла		
1		
2		
3		
4		
итого	8	8
Раунд 5, правильный ответ - 2 балла		
1		
2		
3		
4		
итого	8	8
Раунд 6, максимум - 10 баллов		
итого		
всего		

4.3. Примеры интеграции в учебные предметы

Пример расчёта для учащихся на уроках физики.

Сравнение энергопотребления лампы накаливания и LED-лампы

Условие задачи

В кабинете школы используется:

- ▶ лампа накаливания мощностью 100 Вт;
- ▶ LED-лампа, дающая такой же световой поток, мощностью 12 Вт.

Освещение работает:

- ▶ 6 часов в день;
- ▶ 22 учебных дня в месяц.

Стоимость электроэнергии условно примем: 1,45 руб./кВт·ч

Необходимо определить:

1. Сколько электроэнергии потребляет каждая лампа.
2. Во сколько раз LED-лампа экономичнее.
3. Экономии денежных средств.

1. Расчёт потребления лампы накаливания

Формула расхода электроэнергии:

$$E = P \times t$$

где:

E – расход электроэнергии, кВт·ч

P – мощность прибора, кВт

t – время работы, ч

Переведём мощность в киловатты

$$100 \text{ Вт} = 0,1 \text{ кВт}$$

Определим время работы за месяц

$$6 \times 22 = 132 \text{ часа}$$

Найдём потребление

$$E = P \times t = 0,1 \times 132 = 13,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Ответ: Лампа накаливания потребляет 13,2 кВт·ч в месяц.

2. Расчёт потребления LED-лампы

Переведём мощность

$$12 \text{ Вт} = 0,012 \text{ кВт}$$

Расчёт

$$E = P \times t = 0,012 \times 132 = 1,584 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Ответ: LED-лампа потребляет 1,58 кВт·ч в месяц.

3. Сравнение энергопотребления

Определим, во сколько раз LED экономичнее:

$$13,2 / 1,584 = 8,3 \text{ раза}$$

Ответ: LED-лампа потребляет примерно в 8 раз меньше электроэнергии.

4. Расчёт стоимости электроэнергии

Лампа накаливания

$13,2 \times 1,45 = 19,14$ руб.

Стоимость: $\approx 19,20$ руб./месяц

LED-лампа

$1,584 \times 1,45 = 2,297$ руб.

Стоимость: $\approx 2,30$ руб./месяц

5. Экономия

$19,2 - 2,30 = 16,90$ руб.

Экономия: ≈ 17 руб. в месяц при использовании одной лампы.

6. Практический вывод для организации образования.

Если в организации образования заменить 100 ламп накаливания на LED:

Экономия за месяц

$17 \times 100 = 1700$ руб.

Экономия за учебный год (9 месяцев)

$1700 \times 9 = 15\,300$ руб.

Вывод

LED-лампы:

- ▶ потребляют значительно меньше электроэнергии;
- ▶ служат дольше;
- ▶ уменьшают затраты организации образования;
- ▶ снижают нагрузку на электросеть;
- ▶ являются важным элементом энергоэффективности здания.

Представленный расчёт рекомендуется использовать:

- ▶ для уроков физики;
- ▶ проектной деятельности;
- ▶ школьных экологических проектов;
- ▶ практических работ по энергосбережению.



4.4. Примеры проектов по энергоэффективности



Рис. 31. Проект «Энергосбережение – наша общая ответственность»



Рис. 32. Проект «Энергосбережение – важное умение» к Международному дню Энергосбережения



Рис. 33. Проект «Энергосбережение – забота каждого»



Рис. 34. Проект «Сберегая сам – научи других»

ПРИМЕРНЫЕ ПЛАНЫ ПРОЕКТОВ

1. Проект «Экономия воды в школе и дома»

Цель проекта: формирование навыков рационального использования воды.

Основные направления исследования

- ▶ расход воды в санузлах организации образования;
- ▶ потери воды из-за неисправных кранов;
- ▶ способы сокращения водопотребления.

Практическая работа

Учащиеся:

- ▶ проводят наблюдения;
- ▶ измеряют расход воды;
- ▶ разрабатывают памятки;
- ▶ организуют акцию по экономии воды.

Результат проекта

Создание рекомендаций по снижению расхода воды в организации образования и семье.

2. Проект «Теплопотери школьного здания»

Цель проекта: изучение причин потери тепла и способов повышения энергоэффективности здания.

Исследуемые вопросы

- ▶ утечка тепла через окна;
- ▶ состояние дверей;
- ▶ утепление стен;
- ▶ эффективность отопления.

Практическая деятельность

Учащиеся:

- ▶ измеряют температуру помещений;
- ▶ анализируют состояние окон;
- ▶ проводят тепловизионные наблюдения (при наличии оборудования);
- ▶ предлагают способы утепления.

Результат проекта

План мероприятий по снижению теплопотерь.

3. Проект «Альтернативные источники энергии»

Цель проекта: изучение возможностей использования возобновляемых источников энергии.

Что исследуют учащиеся

- ▶ солнечные панели;
- ▶ ветрогенераторы;
- ▶ гидроэнергетику;
- ▶ биотопливо.

Практическая деятельность

- ▶ создание моделей солнечных батарей;

- ▶ сбор информации о применении альтернативной энергетики;
- ▶ расчёт эффективности использования солнечной энергии.

Результат проекта

Презентация возможностей применения альтернативной энергетики в организации образования или регионе.

4. Проект «Энергосбережение в семье»

Цель проекта: формирование энергосберегающих привычек в домашних условиях.

Практическая деятельность

Учащиеся:

- ▶ анализируют энергопотребление дома;
- ▶ проводят опрос членов семьи;
- ▶ составляют рекомендации по экономии ресурсов;
- ▶ фиксируют результаты изменений.

Возможные направления экономии

- ▶ освещение;
- ▶ отопление;
- ▶ бытовая техника;
- ▶ расход воды.

Результат проекта

Семейный план энергосбережения.

5. Проект «Школьная акция «Сохрани энергию»»

Цель проекта: повышение экологической культуры учащихся.

Формы работы

- ▶ выпуск плакатов;
- ▶ проведение флешмобов;
- ▶ конкурсы;
- ▶ викторины;
- ▶ информационные стенды.

Практический результат

Повышение внимания учащихся к вопросам энергосбережения.

6. Проект «Зелёная школа будущего»

Цель проекта: разработка модели экологически безопасной и энергоэффективной организации образования.

Что включает проект

- ▶ солнечные панели;
- ▶ зелёные крыши;
- ▶ системы сбора дождевой воды;
- ▶ энергосберегающее освещение;
- ▶ экологичные строительные материалы.

Практическая деятельность

- ▶ создание макетов;
- ▶ разработка чертежей;
- ▶ экономические расчёты;
- ▶ защита проекта.

Результат проекта

Концепция современной энергоэффективной организации образования.

7. Проект «Умная школа: какие технологии помогают экономить энергию»

Цель проекта: создание модели энергоэффективного учебного заведения.

Идеи проекта

- ▶ автоматическое отключение света;
- ▶ использование датчиков движения;
- ▶ энергосберегающая техника;
- ▶ рациональное размещение освещения;
- ▶ применение естественного света.

Практическая часть

Учащиеся:

- ▶ создают мини-макет школы;
- ▶ рассчитывают экономию энергии;
- ▶ разрабатывают схему энергосбережения.

Результат проекта

Модель современной энергоэффективной школы.

8. Проект «Сравнение видов освещения»

Цель проекта: определение наиболее энергоэффективного источника освещения.

Что изучают учащиеся

- ▶ лампы накаливания;
- ▶ люминесцентные лампы;
- ▶ светодиодные лампы.

Практическая часть

Учащиеся:

- ▶ сравнивают мощность ламп;
- ▶ измеряют потребление электроэнергии;
- ▶ рассчитывают стоимость эксплуатации;
- ▶ определяют срок окупаемости.

Расход электроэнергии можно определить по формуле:

Результат проекта

Вывод о наиболее экономичном и экологичном типе освещения.

9. Проект «Как школа теряет энергию и как мы можем это изменить: основы энергоаудита»

Цель проекта: Провести упрощенный энергоаудит здания организации образования, выявить основные источники потерь энергии и разработать мероприятия по их снижению.

Задачи проекта:

- ▶ Изучить понятие энергоаудита и энергоэффективности.
- ▶ Исследовать основные виды энергопотребления в организации образования.
- ▶ Выявить причины потерь тепловой и электрической энергии.
- ▶ Провести обследование здания организации образования.

- Проанализировать полученные результаты.
- Разработать рекомендации по энергосбережению.

Актуальность энергосбережения в организациях образования. Значение энергоэффективности для снижения затрат и охраны окружающей среды.

Что изучают учащиеся

Теоретическая часть

1.1. Что такое энергоаудит

Понятие и цели энергоаудита.

Основные этапы энергетического обследования.

1.2. Виды энергии, потребляемые организацией образования

Тепловая энергия.

Электрическая энергия.

Водоснабжение как фактор энергосбережения.

1.3. Основные причины потерь энергии

Недостаточное утепление стен.

Теплопотери через окна и двери.

Потери через крышу и пол.

Неэффективное освещение.

Нерациональное использование электрооборудования.

Неэффективная работа системы отопления.

Практическая часть

2.1. Обследование здания организации образования

Осмотр наружных ограждающих конструкций.

Оценка состояния окон и дверей.

Анализ системы освещения.

Анализ системы отопления и вентиляции.

2.2. Сбор данных

Температура воздуха в помещениях.

Температура стен, окон и дверей (при наличии пирометра).

Освещенность помещений (при наличии люксметра).

Скорость движения воздуха (при наличии анемометра).

Количество и тип осветительных приборов.

2.3. Анализ результатов

Определение основных источников потерь энергии.

Составление таблиц и диаграмм.

Оценка уровня энергоэффективности здания.

Предложения по энергосбережению

Утепление наружных стен.

Герметизация окон и дверей.

Замена старых светильников на светодиодные.
Использование датчиков движения и освещенности.
Регулирование работы системы отопления.
Повышение культуры энергосбережения среди учащихся и персонала.

Экономическая эффективность мероприятий

Оценка затрат на внедрение мероприятий.
Расчёт предполагаемой экономии энергии.
Определение сроков окупаемости.

Экологический эффект

Снижение потребления энергоресурсов.
Сокращение выбросов парниковых газов.
Формирование экологической культуры учащихся.

Заключение

Основные результаты энергоаудита.
Выявленные проблемы.
Практические рекомендации по повышению энергоэффективности организации образования.

Приложения

Фотографии обследования.
Таблицы измерений.
Диаграммы энергопотребления.
План организации образования с отмеченными проблемными зонами.

10. Проект «Умная школа: какие технологии помогают экономить энергию»

Цель проекта: изучить современные энергосберегающие технологии, применяемые в «умных» школах, и оценить возможности их внедрения для повышения энергоэффективности образовательных учреждений.

Задачи проекта:

Изучить понятие энергоэффективности и концепцию «умного здания».
Рассмотреть основные технологии энергосбережения в организациях образования.
Проанализировать их преимущества и недостатки.
Оценить возможность внедрения данных технологий в существующей организации образования.
Разработать рекомендации по повышению энергоэффективности здания организации образования.

Что изучают учащиеся

Теоретическая часть

1.1. Что такое «умная школа»

Основные признаки умного здания.
Автоматизация инженерных систем.
Цифровые технологии в управлении энергопотреблением.

1.2. Значение энергоэффективности

Сокращение финансовых затрат.
Повышение комфорта учащихся и персонала.
Снижение воздействия на окружающую среду.

1.3. Современные энергосберегающие технологии

1.3.1 Умное освещение

Светодиодные светильники.

Датчики движения и присутствия.

Датчики освещенности.

Автоматическое управление освещением.

1.3.2 Интеллектуальные системы отопления

Программируемые терморегуляторы.

Автоматическое регулирование температуры в помещениях.

Погодозависимое управление отоплением.

1.3.3 Энергоэффективные окна и двери

Современные энергоэффективные стеклопакеты.

Теплоизоляционные материалы.

Герметизация проемов.

1.3.4 Системы вентиляции с рекуперацией тепла

Принцип работы рекуператора.

Экономия тепловой энергии.

Улучшение качества воздуха в помещениях.

1.3.5 Возобновляемые источники энергии

Солнечные панели.

Солнечные коллекторы.

Перспективы применения в организации образования.

1.3.6 Системы мониторинга энергопотребления

Умные счетчики.

Контроль расхода электроэнергии и тепла.

Анализ и оптимизация потребления ресурсов.

Практическая часть

2.1 Обследование организации образования

Анализ существующих систем освещения, отопления и вентиляции.

Выявление основных источников потерь энергии.

2.2 Оценка возможностей модернизации

Подбор энергосберегающих технологий для организации образования.

Сравнение существующего и предлагаемого вариантов.

2.3 Расчет ожидаемого эффекта

Снижение энергопотребления.

Сокращение затрат на коммунальные услуги.

Улучшение условий обучения.

2.4. Экономическое обоснование

Стоимость внедрения технологий.

Возможная экономия средств.

Срок окупаемости мероприятий.

2.5. Экологический эффект

Снижение выбросов углекислого газа.

Рациональное использование природных ресурсов.

Формирование экологического мышления учащихся.

Заключение

Основные результаты исследования.

Наиболее эффективные технологии для организации образования.

Практические рекомендации по созданию энергоэффективной «умной организации образования».

Приложения

Схемы и фотографии оборудования.

Таблицы сравнения технологий.

Расчеты экономической эффективности.

Диаграммы энергопотребления.

11. Проект «Энергопаспорт школы»

Проведение энергоаудита здания.

Измерение температуры стен, окон и дверей пирометром.

Выявление мест наибольших теплопотерь.

Разработка рекомендаций по энергосбережению.

12. Проект «Тепловая карта школы»

Создание схемы здания с указанием температур различных помещений и конструкций.

Анализ причин теплопотерь.

13. Проект «Умное освещение»

Исследование эффективности существующего освещения.

Расчет экономии при замене ламп на светодиодные.

Разработка системы автоматического отключения света.

14. Проект «Свежий воздух без потерь тепла»

Изучение работы вентиляции с помощью анемометра.

Оценка эффективности проветривания.

Предложения по снижению потерь тепла.

15. Проект «Энергоэффективный класс»

Сравнение энергопотребления разных кабинетов.

Разработка правил рационального использования электроэнергии.

16. Проект «Школа будущего: зеленые технологии»

Изучение возможностей использования солнечных панелей, тепловых насосов, датчиков движения.

Создание макета энергоэффективной школы.

17. Проект «Сколько энергии теряет окно?»

Исследование температур оконных конструкций зимой и летом.

Сравнение разных способов утепления.

18. Проект «Энергия под контролем»

Мониторинг потребления электроэнергии школы.

Анализ динамики расхода по месяцам.

Примерные темы для исследовательских проектов

19. Проект «Как школа теряет энергию и как это исправить?»
20. Проект «Влияние температуры воздуха в классе на комфорт обучения».
21. Проект «Эффективность светодиодного освещения в школьных помещениях».
22. Проект «Теплопотери через окна и двери школьного здания».
23. Проект «Роль вентиляции в энергосбережении организации образования».
24. Проект «Умная школа: современные технологии экономии энергии».
25. Проект «Энергоэффективное поведение учащихся как способ снижения расходов организации образования».
26. Проект «Энергоэффективная школа будущего: использование возобновляемых источников энергии»
27. Проект «Возможности применения солнечной энергии для нужд организации школы»
28. Проект «Альтернативная энергетика в организациях образования: перспективы и преимущества»
29. Проект «Как сделать организации образования энергонезависимой?»
30. Проект «Солнечная электростанция для организации образования: расчет эффективности и окупаемости»
31. Проект «Энергосбережение и альтернативная энергетика как путь к устойчивому развитию организации образования»
32. Проект «Сравнительный анализ традиционных и альтернативных источников энергии для здания организации образования»
33. Проект «Школа на солнечной энергии: миф или реальность?»
34. Проект «Использование тепловых насосов для отопления организации образования»
35. Проект «Экологические и экономические преимущества возобновляемой энергетики в школе»
36. Проект «Проект модернизации школы с использованием солнечных панелей»
37. Проект «Разработка концепции энергоэффективной с альтернативными источниками энергии»
38. Проект «Снижение расходов на электроэнергию за счет солнечных батарей»
39. Проект «Зеленая школа комплекс мероприятий по энергосбережению и использованию ВИЭ»
40. Проект «Автономное освещение школьной территории на солнечной энергии»
41. Проект «Энергоаудит школы и выбор оптимального альтернативного источника энергии»
42. Проект «Модель школьной системы энергоснабжения на основе возобновляемых источников энергии»
43. Проект «Комбинирование энергосбережения и солнечной энергетики в школьном здании»
44. Проект «Школа будущего: энергосбережение, солнечные панели и экологическая безопасность»
45. Проект «Зеленая школа: путь к энергетической независимости».

Реализация подобных проектов позволяет не только познакомить обучающихся с принципами энергосбережения и современными технологиями повышения энергоэффективности, но и сформировать практические навыки рационального потребления энергии.

Участвуя в исследовательской и проектной деятельности, учащиеся учатся выявлять источники потерь тепла и электроэнергии, анализировать результаты измерений и разрабатывать предложения по повышению энергоэффективности здания организации образования.

В современных условиях роста стоимости энергетических ресурсов и необходимости внедрения принципов устойчивого развития подобные проекты приобретают особую актуальность. Энергоэффективные мероприятия способствуют снижению эксплуатационных расходов организаций образования, повышению комфортности и безопасности учебной среды, а также популяризации использования возобновляемых источников энергии.

Кроме того, проекты по энергоэффективности обладают значительным воспитательным потенциалом. Они способствуют развитию экологической культуры, исследовательских и инженерных компетенций, навыков командной работы и социальной ответственности. Полученные знания и сформированные привычки рационального использования ресурсов могут применяться учащимися не только в школе, но и в повседневной жизни, что делает данные проекты важным инструментом подготовки молодого поколения к решению современных экологических и энергетических задач.



ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ:
ЭНЕРГОАУДИТ, ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ИХ ИНТЕГРАЦИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

Учебно-методическое пособие

Составитель: Н.В. Золотухина, старший преподаватель

Координаторы проекта: Александр Бомешко, Лилия Нахаба
Компьютерная верстка: Рамиля Абдрахимова

НП «Центр инновационных образовательных
и социальных программ»
ул. Луначарского, 24, г. Тирасполь, MD-3300
Тел.: (373) 533 99996, (373) 777 12717 (Viber, Telegram, WhatsApp)
E-mail: info@ciesp.md

© Центр инновационных образовательных
и социальных программ.