



Проект финансируется
Европейским союзом



Полноправные люди.
Устойчивые страны.

Представительство Европейского Союза в Республике Беларусь

Программа развития Организации Объединенных наций

Департамент по энергоэффективности
Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь

Проект ЕС № 00083259
«Разработка интегрированного подхода к расширению программы по
энергосбережению»

ОТЧЕТ

Методология проведения энергетического обследования в зданиях
сферы образования (детские сады, школы, лицеи, профессионально-
технические училища)

Минск
сентябрь 2014 г.

Введение

Республика Беларусь не располагает богатыми собственными энергетическими ресурсами. В общей структуре энергопотребления страны более 80% составляют импортируемые из Российской Федерации ископаемые виды топлива. В то же время, импорт энергоресурсов из России оплачивается валютой, что является серьезным экономическим и политическим стимулом для Правительства Республики Беларусь для сокращения импорта энергоносителей.

Практически с момента обретения независимости усилия страны были направлены на сокращение зависимости от поставок энергоносителей из-за рубежа, в первую очередь, за счет снижения собственного потребления энергоресурсов и более широкого использования местных видов топлива. Вопросы повышения энергоэффективности во всех сферах экономики стали приоритетными для государства.

Начиная с 1996 года Правительством разрабатываются и внедряются пятилетние программы по энергосбережению. В 1998 году принят «Закон об энергосбережении», за которым последовало принятие ряда основополагающих документов и республиканских программ, нацеленных на повышение энергоэффективности.

Все эти мероприятия дали ощутимый экономический эффект: энергоемкость ВВП за последнее десятилетие снизилась более чем вдвое. Однако, несмотря на достигнутые успехи, удельные затраты энергии на единицу ВВП все еще в 1,5-2 раза превышают аналогичные показатели промышленно развитых стран Европейского Союза со схожими погодно-климатическими условиями, что свидетельствует о том, что стране предстоит еще много сделать для того, чтобы достигнуть высокого уровня энергоэффективности во всех сферах экономики. Наряду с другими мерами целесообразно осуществить два дополнительных важных шага, необходимых для дальнейшего повышения энергоэффективности: 1) более активное участие населения в реализации мероприятий по энергосбережению и 2) дальнейшее внедрение в Беларуси инновационных энергосберегающих технологий и технологий с использованием возобновляемых источников энергии.

В соответствии с прошлым опытом реализации проектов такого типа на местном уровне, мероприятия по повышению энергоэффективности целесообразнее всего внедрять в зданиях системы учреждений образования (в частности, в школах, детских садах и школах-интернатах, а также профессионально-технических учебных заведениях (ПТУ)) по следующим причинам: 1) обеспечивается хорошая демонстрационная площадка; 2) создаются благоприятные условия для обучения учащихся и членов их семей; 3) хорошее территориальное покрытие; 4) существенный потенциальный источник энергосбережения (и сопутствующего снижения эксплуатационных затрат); 5) использование типовых строительных проектов зданий системы

учреждений образования означает, что успешный опыт реализации мероприятия может быть распространен относительно легко; и б) модернизация зданий системы учреждений образования также значительно улучшит условия обучения, что будет также способствовать повышению качества обучения.

Приведенная ниже методология проведения энергетического аудита разработана исходя из сложившейся практики выполнения энергоаудита, планируемых проектом мероприятий по энергоэффективности, особенностей самого проекта, а также критериев отбора объектов для энергоаудита.

Методология проведения энергетического обследования в зданиях сферы образования (детские сады, школы, лицеи, профессионально-технические училища)

Координационным Советом проекта были утверждены следующие критерии отбора пилотных инициатив:

Перечень критериев для отбора объектов

Критерии для отбора объектов для проведения энергоаудитов

- 1. Возраст объекта не менее 20 лет.*
- 2. Относительно стабильная общая численность (учащихся, педагогических работников, вспомогательного персонала) за последние 10 лет.*
- 3. Гарантированная перспективность функционирования объекта как минимум до 2025 года.*
- 4. Проработанная возможность софинансирования в объеме не менее 40% от суммарных затрат на реализацию мероприятий со стороны местных исполнительных органов власти, а также из других источников (помощь шефов, иных предприятий региона, в рамках иных проектов).*

Дополнительные критерии – для отбора объектов для реализации пилотных проектов (с учетом результатов энергоаудитов)

- 5. Наибольший ожидаемый, в том числе относительно наибольший, объем сокращения потребления топливно-энергетических ресурсов.*
- 6. Наименьший, ожидаемый, средний срок окупаемости для всех предложенных мероприятий.*
- 7. Подтверждение софинансирования в объеме не менее 40% от суммарных затрат на реализацию всех мероприятий со стороны местных исполнительных органов власти в 2015-2016 годах.*
- 8. Наибольшая комплексность предлагаемых мероприятий по повышению энергоэффективности и использованию возобновляемых источников энергии на объекте.*
- 9. Наличие не менее 5 объектов в области, построенных по аналогичному проекту.*

При прочих равных условиях преимуществом будут пользоваться:

- а) Победители и призеры Республиканского конкурса «Энергомарафон» в 2008-2014 годах;*
- б) Учреждения, в которых имеются постоянно и активно действующие родительские комитеты учреждения образования (попечительские советы);*

- c) Учреждения, предоставившие подтверждение софинансирования из других источников (помощь шефов, иных предприятий региона, в рамках иных проектов);
- d) Учреждения образования имеющие социальную значимость и важность перед другими учреждениями образования

В соответствии с критерием № 8:

– здание, подлежащее обследованию, должно быть оборудовано работающей либо работоспособной системой принудительной приточно-вытяжной вентиляции. Планируется выполнить ее реконструкцию, а возможно и полную замену с установкой теплообменников утилизаторов теплоты удаляемого вентиляционного воздуха (в зависимости от стоимости работ и сложности реконструкции). Следует иметь ввиду, что работы должны выполняться в крайне сжатые сроки учитывая особенности учебных заведений и требований техники безопасности. Исходя из предварительного осмотра объектов, выбранных для энергоаудита есть только единичные примеры наличия работоспособных и пригодных для внедрения системы рекуперации вентиляционного воздуха систем. В большинстве случаев вентиляционные системы (приточная и вытяжная) разобщены, то есть находятся в различных частях здания. Утилизация теплоты вентиляционных выбросов в этом случае возможна только в случае полной дорогостоящей и длительной по времени реконструкции систем вентиляции, которая затронет и строительные конструкции здания. В условиях действующего объекта образования выполнение таких работ вряд ли возможно. В таком случае для решения вопроса утилизации теплоты вентиляционных выбросов можно выбрать вариант создания полностью новой системы приточно-вытяжной вентиляции (если позволяют размеры помещений), например, столовой или мастерской. Возможен вариант с установкой индивидуальных – в каждом классе систем вентиляции с утилизацией теплоты вентвыбросов. Исходя из конкретных условий каждого объекта, аудитор должен выбрать тот или иной вариант самостоятельно исходя из технической либо экономической целесообразности.

– на объекте должна быть возможность установки и интеграции солнечного коллектора в систему горячего водоснабжения (ГВС). В случае необходимости установки теплообменника ГВС, (на некоторых объектах они отсутствуют в схеме теплоснабжения, в случае подключения к ЦТП), необходимо определить возможность и место его установки, желательно с минимальными сопутствующими затратами.

– желательно, чтобы объект, в частности система горячего водоснабжения, продолжали эксплуатироваться и в летний период,

– желательно подключение объекта к источнику теплоснабжения, работающему на ископаемом топливе (природный газ).

Методика выполнения энергетического обследования

1. Основные цели энергоаудита с учетом специфики проекта ЕС/ПРООН

1. Выявление источников нерациональных энергозатрат и неоправданных потерь энергии в учреждении образования.
2. Отбор системы вентиляции или ее части, пригодной для реконструкции с целью утилизации тепловой энергии удаляемого вентиляционного воздуха.
3. Оценка возможности использования солнечной энергии в системах горячего водоснабжения.
4. Разработка предложений по снижению энергопотребления, включая предложения по реконструкции системы приточно-вытяжной вентиляции, либо созданию новой системы приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией теплоты вентиляционных выбросов, а также предложений по использованию солнечных коллекторов в системе ГВС и отопления.
5. Разработка технико-экономического обоснования предлагаемых мероприятий по энергоэффективности.
6. Оценка потенциала энергосбережения

2. Общие рекомендации эксперту по методологии выполнения энергоаудита

Для выполнения обследования эксперту предлагается согласованный перечень объектов (см. Приложение 1).

Каждый эксперт работает в рамках той области, которая является предметом его контракта.

Каждый эксперт, руководствуясь приведенными выше критериями, настоящими рекомендациями, а также собственным опытом должен отобрать на каждом объекте одно или несколько зданий для энергетического обследования и последующей реконструкции. В выбранном здании (зданиях) в последствии должны быть выполнены все планируемые мероприятия по повышению энергоэффективности, включая гелиоподогрев воды и утилизацию теплоты вентиляционного воздуха.

Отбор и решение по выбору отдельных зданий для обследования осуществляется как самостоятельно, так и совместно с персоналом проекта (руководитель проекта, эксперт по энергоэффективности).

Дело в том, что многие объекты состоят из нескольких зданий, построенных в разные годы и по различным проектам. При отборе зданий необходимо будет руководствоваться как критериями, приведенными выше, так и рамками бюджета для каждого объекта. Так, бюджетом проекта предусмотрено 1,16 млн. евро для финансирования мероприятий по

энергосбережению на 3 объектах (по одному пилотному объекту в каждой области). То есть на каждый пилотный объект приходится около 390 000 Евро. Кроме того, облисполкомы (райисполкомы) должны обеспечить финансирование в объеме не менее 40% от суммарных затрат (т.е. примерно 260 000 Евро). В связи с этим размер объекта будет играть существенную роль, с тем, чтобы в пределах имеющегося бюджета можно было охватить большее количество мероприятий и получить наибольший экономический и социальный эффект их внедрения. Предпочтение следует отдавать средним по размерам объектам или части крупного объекта – (отдельно стоящее здание, являющееся частью крупного объекта, состоящего из нескольких зданий).

То есть задачей аудитора на начальном этапе, совместно с персоналом проекта будет окончательный отбор зданий для энергоаудита в пределах согласованного перечня объектов (Приложение 1).

В помощь эксперту аудитору передается отчет о предварительном осмотре экспертом по энергоэффективности, выбранных для энергетического обследования объектов, в котором обозначены основные вопросы, касающиеся в первую очередь систем приточно-вытяжной вентиляции и систем горячего водоснабжения.

Таким образом, работа по энергетическому обследованию должна быть разбита на следующие этапы:

1. Ознакомление с объектом в целом, имеющейся технической и проектной документацией: технический паспорт, проектная документация (при наличии) на сам объект и его инженерные системы.
2. Определение перечня зданий для предварительного осмотра и быстрого обследования с целью оценки на соответствие приведенным выше критериям.
3. Отбор для обследования только тех зданий, где возможна реализация максимального перечня мероприятий, в т.ч. рекуперация теплоты вытяжного воздуха и установка солнечного коллектора в системе ГВС, возможно с установкой теплообменника ГВС при его отсутствии и при наличии для его установки соответствующих условий. Для проекта рекуперации тепловой энергии вентиляционного воздуха возможно 3 варианта:
 - а) полная реконструкция всех приточно-вытяжных систем либо одной из них.
 - б) создание одной локальной приточно-вытяжной системы с рекуперацией тепловой энергии для здания либо его части, причем система должна эксплуатироваться максимально возможное время в течение суток.
 - в) создание локальных (в каждом помещении) систем приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепловой энергии вытяжного воздуха.

4. Согласование с руководством проекта подготовленного перечня по каждому объекту.
5. Выполнение энергетического обследования. Здания, исключенные из перечня при предварительном анализе, обследованию не подлежат.

3. Проведение энергетического обследования

При проведении энергетического обследования эксперту следует выполнить следующие работы:

- 1) Анализ состояния систем теплоснабжения, электроснабжения объекта, изучение имеющейся проектной документации;
- 2) Оценка состояния систем автоматического регулирования и средств учета потребления тепловой и электрической энергии;
- 3) Оценка состояния тепловой изоляции трубопроводов, состояния теплообменного и энергопотребляющего оборудования;
- 4) Оценка целесообразности и соответствия нормативным требованиям уже выполненных мероприятий по энергоэффективности в учреждении образования. Например, в ряде случаев замена окон на объектах образования выполняется в рамках текущего ремонта без проектной документации, с установкой новых окон по принципу наименьшей стоимости, без учета их теплофизических характеристик. В результате, иногда к установке принимаются самые дешевые окна с однокамерным стеклопакетом, термическое сопротивление которого намного ниже нормативных требований;
- 5) Сбор сведений об энергопотреблении по всем видам энергоресурсов за последние пять лет, в т.ч. сведений о проектной нагрузке на отопление и ГВС, подключенной электрической мощности;
- 6) Сбор информации, необходимой для расчета годового удельного энергопотребления (тепловая и электрическая энергия в кВт·ч/м²) в целом по зданию и в расчете на 1 ученика;
- 7) Анализ энергетических потоков;
- 8) Оценка загруженности учреждения образования в течение последних 5 лет (отношение количества фактически обучающихся к проектной численности);
- 9) Анализ состояния систем приточно-вытяжной вентиляции; возможность совмещения систем приточной и вытяжной вентиляции для установки систем рекуперации тепловой энергии;
- 10) Оценка возможности реконструкции систем приточно-вытяжной вентиляции либо их замены, разработка рекомендаций по реконструкции приточно-вытяжной вентиляции с внедрением системы рекуперации тепловой энергии (оборудованной теплообменниками утилизаторами теплоты удаляемого воздуха);
- 11) Анализ существующей на объекте обследования системы горячего водоснабжения. Оценка возможности использования солнечной

- энергии в системах горячего водоснабжения, разработка рекомендаций по применению солнечных коллекторов;
- 12) Анализ состояния ограждающих конструкций;
 - 13) Выполнение измерений следующих основных параметров: температура воздуха в типовых помещениях, освещенность в типовых помещениях, термическое сопротивление основных ограждающих конструкций, инфракрасная съемка ограждающих конструкций;
 - 14) Оценка температурного комфорта в помещениях. Определение частей здания с недогревом или перегревом (при наличии таковых). Оценка температурного комфорта возможна опросом учеников, учителей, собственными измерениями, анализом выполненных ранее измерений (при их наличии). В случае недогрева здания (недостаточного теплоснабжения) следует оценить степень недогрева. Мы хотели бы избежать случаев, когда реконструкция инженерных систем здания и его тепловая реабилитация приведут не к снижению, а к увеличению теплопотребления;
 - 15) Анализ результатов выполненных измерений;
 - 16) Разработка предложений по повышению энергетической эффективности;
 - 17) Расчет экономической эффективности внедрения предлагаемых мероприятий (по каждому мероприятию в отдельности и по всем мероприятиям в целом) в учреждении образования;
 - 18) Подготовка отчета об энергетическом обследовании для каждого объекта в отдельности, включая рекомендации и перечень технически целесообразных и экономически эффективных мероприятий по снижению энергопотребления для каждого объекта (здания), в том числе укрупненных затрат на их выполнение. В отчете должно быть приведено технико-экономическое обоснование предлагаемых мероприятий по энергоэффективности.

4. Рекомендуемый состав отчета об энергетическом обследовании

Отчет об энергетическом обследовании каждого объекта выполняется в общепринятом для такого рода отчета формате.

В состав отчета должны обязательно войти следующие разделы (но отчет ими не должен ограничиваться):

- Описание исследуемого объекта,
- Состояние и работоспособность систем автоматического регулирования и средств учета потребления тепловой и электрической энергии, состояние мест их размещения,
- Сведения об энергопотреблении по всем видам энергоресурсов за последние пять лет. Расчеты годового удельного энергопотребления (тепловая и электрическая энергия в кВт·ч/м²) в целом по зданию и в расчете на 1 ученика.

- Оценка состояния тепловой изоляции трубопроводов, состояния теплообменного и энергопотребляющего оборудования;
- Анализ энергетических потоков;
- Оценка соответствия нормативным требованиям уже выполненных в учреждении образований мероприятий по энергоэффективности;
- Анализ состояния систем приточно-вытяжной вентиляции, оценка возможности реконструкции систем приточно-вытяжной вентиляции, их замены либо создания новых приточно-вытяжных систем, разработка рекомендаций по реконструкции приточно-вытяжной вентиляции с внедрением системы утилизации тепловой энергии (оборудованной теплообменниками утилизаторами теплоты удаляемого воздуха);
- Анализ существующей на объекте обследования системы горячего водоснабжения. Оценка возможности использования солнечной энергии в системах горячего водоснабжения, разработка рекомендаций по применению солнечных коллекторов в системе ГВС (возможно и системе отопления);
- Анализ состояния ограждающих конструкций;
- Результаты измерения основных параметров: температура воздуха и освещенность в классах, термическое сопротивление ограждающих конструкций, включая описание методики выполнения измерений;
- Анализ результатов выполненной инфракрасной съемки ограждающих конструкций;
- Выводы и рекомендации по итогам энергетического обследования, включая предложения по повышению энергетической эффективности, утилизации тепловой энергии и использованию солнечной энергии;
- Расчет экономической эффективности внедрения предлагаемых мероприятий (по каждому мероприятию в отдельности и по всем мероприятиям в целом) в учреждении образования.

Согласованный список объектов для проведения энергоаудита

Витебская область

1. УО «Витебский государственный профессионально-технический колледж». г. Витебск, ул. Кирова, 11.
2. УО «Витебский государственный профессиональный лицей № 1» им. М.Ф.Шмырева. г. Витебск, ул. Лазо, 103а.
3. УО «Витебский государственный профессиональный лицей № 5 приборостроения». г. Витебск, ул. П.Бровки, 17.
4. ГУДО «Витебский областной дворец детей и молодежи». Г. Витебск, ул. Фрунзе, 94.
5. УО «Оршанский государственный профессиональный лицей текстильщиков». Г. Орша, ул. Молодежная, 5.
6. УО «Лепельский государственный профессиональный лицей». г. Лепель, ул. Калинина, 93.
7. УО «Полоцкий государственный профессиональный лицей строителей». г. Полоцк, Вильнюсское шоссе, 8/1.
8. УО «Оршанский государственный механико-экономический колледж». г. Орша, ул. Советская, 81.
9. УО «Новолукомльский государственный профессиональный лицей строителей им. Ф.Ф.Дубровского». г. Новолукомль, Лукомльское шоссе, 12.

Гродненская область

1. Учреждение образования «Гродненский государственный профессионально-технический колледж приборостроения». г. Гродно, ул. Курчатова, 12.
2. Государственное учреждение образования «Ясли-сад № 10 г. Волковыска». г. Волковыск, ул. Социалистическая, 8.
3. Государственное учреждение образования «Средняя школа № 11 г. Лиды». Гродненская область, г. Лида, ул. Интернациональная, 11.
4. Государственное учреждение образования «Средняя школа № 2 г. Ошмяны». Гродненская область, г. Ошмяны, пер. Я.Колоса, 12.
5. Государственное учреждение образования «Ясли-сад № 45 г. Гродно». г. Гродно, ул. Курчатова, 7.
6. Государственное учреждение образования «Гимназия № 9 г. Гродно». г. Гродно, ул. Пестрака, 34.
7. Учреждение образования «Поречская государственная санаторная школа-интернат Гродненского района», Гродненский район, агрогородок Поречье, ул. Полякова, 28 Б.
8. Государственное учреждение образования «Средняя школа № 7 г. Гродно».
9. Государственное учреждение образования «Ясли-сад № 6 г. Ошмяны». Гродненская область, г. Ошмяны, ул. Мицкевича, 8.

Минская область

1. ГУО «Средняя школа № 4 г. Несвижа». г. Несвиж, ул. Советская, 36,
2. ГУО «Средняя школа № 4 г. Дзержинск». г. Дзержинск, ул. Островского, 49.
3. ГУО «Средняя школа № 11 г. Молодечно». г. Молодечно, ул. Ф.Скорины, 7.
4. ГУО «Радошковичская средняя школа Молодечненского района». Молодечненский район, г.п. Радошковичи, ул. Советская, 89.
5. ГУО «Средняя школа № 4 г. Солигорска». 223710, г. Солигорск, ул. Ленина, 12.
6. ГУО «Гимназия № 3 г. Солигорска». 223710, г. Солигорск, ул. Парковая, 16.
7. ГУО «Средняя школа № 6 г. Слуцка». 223610, г. Слуцк, ул. Пионерская, 5.
8. ГУО «Гимназия № 1 г.Борисова». г. Борисов, б-р Гречко, 28.
9. ГУО «Средняя школа № 8 г. Жодино». 222160, Минская обл., г. Жодино, ул. Чайковского, 1.

Перечень приборов для выполнения энергетического обследования

Для выполнения энергетического обследования необходимо иметь следующие приборы:

Обязательные приборы:

- контактный термометр;
- тепловизор;
- измеритель теплового потока;
- люксметр.

Рекомендуемые приборы:

- лазерная рулетка;
- термоанемометр;
- трубка пито с микроманометром;
- электронный измеритель температуры и влажности воздуха, точки росы;
- электрический тестер;
- тахометр.