Совместный проект Программы Развития ООН (ПРООН), Глобального Экологического Фонда (ГЭФ) и Государственного комитета Республики Узбекистан по архитектуре и строительству
“Повышение энергетической эффективности объектов социального назначения в Узбекистане”

АНАЛИЗ
результатов применения энергоэффективных решений на восьми пилотных объектах проекта по итогам энергоаудита, проведенного Институтом Энергетики и Автоматики при АН РУз за отопительный период 2013-2014 гг.

Отчет подготовлен Алишером Темировым, руководителем компонента проекта по демонстрационным зданиям

Ташкент 2014г.

1. Пилотные объекты проекта, примененные энергоэффективные инженерно-технические решения и технологии

В рамках реализации совместного проекта ПРООН, ГЭФ и Госархитектстроя РУз (проект ПРООН-ГЭФ), в 2012 году были построены 2 новые сельские школы, а также реконструированы 4 сельские школы и 2 сельских врачебных пункта (СВП), расположенные в различных климатических регионах Республики Узбекистан. Целью данной работы являлось получение практического опыта и анализа результатов применения новых положений нормативных документов, переработанных в рамках проекта ПРООН-ГЭФ, на конкретных объектах, использование местных энергоэффективных (ЭЭ) материалов, технологий, для последующего тиражирования положительного опыта на аналогичных типовых зданиях по всей республике. Все пилотные объекты введены в эксплуатацию в сентябре 2012 года.

1. Новая 2-х этажная школа на 315 ученических мест в Андижанской области.
2. Новая 2-х этажная школа на 216 ученических мест в Навоийской области.
3. СВП «Октепа» в Пскентском районе Ташкентской области. СВП построен по типовому проекту в 1999 году, проектная мощность – 50 посещений в день.
4. СВП «Дехибаланд» в Нуратинском районе Навоийской области. Здание построено в 1950 году по типовому проекту, проектная мощность – 25 посещений в день.
5. Школа №2 в населенном пункте «Чек-Джалоер» Риштанского района Ферганской области. Здание 2-х этажное, построено по типовому проекту в 1988 году. Школа рассчитана на 320 ученических мест.
6. Школа №20 в населенном пункте «Мирмирон» Каршинского района Кашкадарьинской области. Здание 2-х этажное, построено по типовому проекту в 1980 году, рассчитано на 320 ученических мест.
7. Школа №5 в населенном пункте «Бешкупир» Канликульского района Республики Каракалпакстан. Здание типовое, одноэтажное, построено в 2001 году, в 2012 году завершена пристройка двух учебных классов на 40 мест, а также спортивного зала. Школа рассчитана на 260 ученических мест.
8. Школа №35 в населенном пункте «Янгиработ» Хатырчинского района Навоийской области. Здание типовое, одноэтажное, построено в 1968 году, рассчитано на 260 ученических мест. В 2012 году в ходе проведения капитальной реконструкции произведена одноэтажная пристройка учебного блока на 120 ученических мест.

Данные объекты были включены в Государственную Инвестиционную Программу 2012 года, с указанием доли со-финансирования Правительства и ПРООН-ГЭФ. Средний показатель стоимости ЭЭ мероприятий составил 17%, что вполне соизмеримо с аналогичными показателями стран СНГ и Европы.

Во всех пилотных объектах применен второй уровень тепловой защиты с учетом климатических условий местности (требование КМК 2.01.04-97*), расчетным путем определены необходимые параметры теплоизоляционных материалов для внешней оболочки здания (фундамента, цоколя, наружных стен, чердачных перекрытий, покрытий над подпольем). При проектировании и исполнении технических решений рекомендованы и применены многослойные наружные стены, как наиболее энергоэкономичные.

На всех пилотных объектах теплоизоляция цокольной части фасада и фундаментов выполнена с применением плит из экструдированного пенополистерола марки ПСБ-30 и «Полиплекса», так как данный теплоизоляционный материал имеет более высокую плотность и влагостойкость по сравнению с материалами на основе минераловатных и базальтовых материалов. В школе №5 Канликульского района Республики Каракалпакстан использован

пенобетон местного производства. Технология применения экструдированного пенополистерола предусматривает выполнение всех противопожарных мероприятий, в качестве чего предусмотрены противопожарные рассечки вокруг окон входных дверей из негорючего материала на основе базальтового волокна. Крепление теплоизоляции и армирующей сетки производилась при помощи пластмассовых тарельчатых дюбелей, с последующим оштукатуриванием клеевым цементным раствором. Теплоизоляция пола и чердачного перекрытия на шести объектах выполнена теплоизоляционным материалом марки ПЖ-175 производства ОАО «Ахангаранцемент», а на двух других – теплоизоляционными прошивными матами на основе базальтового волокна марки «Tizol-n». Толщина теплоизолирующего слоя ограждающих конструкций для каждого пилотного объекта рассчитана индивидуально, исходя из климатических условий района строительства.

Фрагмент 1: Теплоизоляции стен «мокрый фасад»

Технология «мокрого фасада» является наиболее распространенной, применена на семи пилотных объектах из восьми, т.е. после монтажа теплоизоляции производилось оштукатуривание цементно-клеевыми растворами, лишь на пилотной школе №39 в Кургантепинском районе Андижанской области применена технология «вентилируемого фасада».

Технология «вентилируемого фасада» заключается в наличии воздушной прослойки между облицовочным и теплоизоляционным материалами, прикрепленным тарельчатыми дюбелями к наружным стенам здания. При утеплении применялся теплоизоляционный материал на основе минеральной ваты марки М-75, обладающей низким коэффициентом теплопроводности и высокими противопожарными свойствами (Узбекистан). Паро-влагонепроницаемая мембрана типа «Изоспан-А» (Россия) предназначена для сохранения слоя теплоизоляции от возможного мощного потока воздуха, попадания влаги, а также вывода паров влаги и недопущения образования плесени и других грибков, которые способствуют разрушению материала. В качестве облицовки фасада применен стекломагниевый лист, обладающий высокими прочностными, влагостойкими и другими важными характеристиками.

Фрагмент 2: «Вентилируемый фасад»

Фрагмент 3: Теплоизоляция чердачного перекрытия

Необходимо отметить, что при проектировании пилотных объектов с учётом энергоэффективных технических решений, основным требованием национальных и международного консультанта проекта было применение теплоизоляционных материалов, выпускаемых на предприятиях республики и обладающих характеристиками теплопроводности не более - 0,040 Вт/($м^2$*К)

Во всех объектах применены энергоэффективные пластиковые рамы с 3-4 камерным профилем и двойным стеклопакетом. Значимым отличием совершенно нового технического решения (от традиционной установки оконных рам в середине проёма) является установка оконных рам на одной линии внешней стены здания и без дополнительных финансовых затрат на реализацию. Это техническое решение позволило значительно снизить появление мостиков холода между оконным проёмом и стеной, тем самым повысить герметичность здания.

Фрагмент 4: Установки пластиковых окон по новому техническому решению

Во всех объектах установлены входные тамбуры (требование ШНК 2.08.02-09*) и наружные двери из пластиковых профилей. Данное техническое решение позволит сохранять тепло в зимний период и прохладу в жаркое время года и долговечности конструкций, а воздушное пространство между двумя входными дверями будет выполнять роль буфера для предотвращения проникновения в здание холодного воздуха зимой и жаркого - в летний период. Главный вход во всех пилотных объектах организован через тамбур.

Фрагмент 5: Входной тамбур из пластиковых рам и стеклопакетов

Установлены теплоотражающие экраны с фольгированной поверхностью за радиаторными батареями. Это низкозатратное техническое решение позволит максимально отражаться теплу обратно в помещение. Эффективность – до 2% от общего объема энергосбережения, а затраты практически нулевые (в среднем 60 долларов США на один пилотный объект).

В реконструируемых шести пилотных объектах полностью модернизирована внутренняя разводка системы отопления. Заменены старые ржавые металлические трубы на новые из полипропилена, имеющие главное преимущество – стойкость к термическому и химическому воздействию, а, значит, они имеют более длительный срок эксплуатации. Устаревшие отопительных котлы заменены на современные энергоэффективные, имеющие КПД до 90%, а на вновь построенных двух школах установлены модульные котельные, работающие на газе и твердом топливе (угле), которые оснащены всеми необходимыми контрольно-измерительными приборами (манометрами, термометрами, управлением горелками, циркуляционными насосами, электронными счётчиками газа и т.д.). Для резервного энергоснабжения в новых школах установлены автономные источники электропитания, которые обеспечивают непрерывную работу циркуляционных насосов модульных котельных станций.

Фрагмент 6: Использование настенного энергоэффективного отопительного котла

Фрагмент 7: Установка алюминиевых радиаторов с терморегуляторными клапанами

Во всех пилотных объектах установлены пандусы при главных входах в здания.

Фрагмент 8: Устройство пандуса (требование КМК 2.08.04-04*)

В процессе проектирования и строительства/реконструкции пилотных объектов немаловажным требованием стало максимальное применение отечественных теплоизоляционных материалов, производимых на местах, что в итоге позволило оптимизировать транспортные затраты на реализацию энергоэффективных мер при строительстве и реконструкции пилотных объектов.

2. Обобщенные данные результатов энергетического обследования демонстрационных объектов

В целях получения фактических данных потребления энергии и других количественных показателей пилотных объектов в 2013-2014 гг. проведены энергетические обследования всех восьми демонстрационных объектов. Основными целями данного энергетического обследования являются:

- Получение количественных данных с целью оценки эффективности использования тепловой и электрической энергии на демонстрационных объектах;
- Проведение количественной оценки энергосбережения, экономии финансовых средств, сокращения выбросов парниковых газов, а также оценки других неэнергетических выгод;
- Составление экспериментального энергетического паспорта для каждого из демонстрационных объектов.

По результатам обследований демонстрационных объектов для каждого из них представлены соответствующие отчеты.

В каждом из отчетов представлены:

1. общая характеристика здания, систем тепло- и электроснабжения демонстрационного объекта;

2. результаты инструментальных замеров систем энергопотребления, температурно-влажностного режима и освещенности помещений и их оценка;
3. результаты тепловизионной съемки ограждающих конструкций и отопительного оборудования;
4. мониторинг энергетических и климатических показателей в течение годового цикла;
5. экспериментальные энергетические паспорта зданий с определением категории по энергоэффективности в соответствии с требованиями разрабатываемых стандартов «Системы сертификации зданий по энергоэффективности».

Основные показатели технических и энергоэффективных характеристик, полученные на основе проведенных обследований пилотных зданий, приведены ниже в таблицах (табл. с 1 по 5)

2.1 Проведение и результаты инструментальных замеров температурно-влажностного режима пилотных зданий

Микроклиматические условия в помещениях – это важнейший санитарно-гигиенический фактор, от которого во многом зависит состояние здоровья и работоспособность человека, одним из основополагающих значений является температура воздуха внутри помещений. Основной целью данных измерений являлось выявление реальных показателей всех факторов, влияющих на эксплуатационную среду помещений.

Для определения реальных параметров воздуха, его влажности внутри помещений проведены инструментальные замеры температуры с помощью различных приборов в соответствии с «Типовой методологии проведения энергоаудита объектов социального назначения», утвержденной Госархитектстроем РУз от 9 сентября 2011 года. Измерение параметров микроклимата внутри помещений и снаружи зданий проводились ежедневно в течение трех суток. Все результаты измерений параметров микроклимата сопоставляются с нормативными требованиями ГОСТ 30494-96.

Рассмотрим результаты измерений на примере некоторых пилотных объектов, расположенных в разных климатических зонах:

Школа №39 Кургантепинского района Андижанской области

Обобщенные результаты климатических показателей внутри и снаружи здания

Наименование		1 день	2 день	3 день
Температура, ºС	внутри	13,5/15,1	13,5/ 13,9	13,6/14,2
	снаружи	5	2	3
Относительная влажность, %	внутри	55,1/57,7	58,2/57,3	55,8/55,9
	снаружи	58	80	80
	снаружи	1,16-1,34	1-1,12	0,96-1,03

По результатам замеров температуры и влажности школы №39 можно сделать следующие выводы:

- Температура снаружи: максимальное значение: +12 ºС; минимальное значение: +2 ºС; среднее значение: +7 ºС;
- Температура внутри: максимальное значение: +15,3 ºС; минимальное значение: +13,2 ºС; среднее значение: +14,3 ºС;
- Относительная влажность снаружи: максимальное значение: 98 %; минимальное значение: 62%; среднее значение: 80%;
- Относительная влажность внутри: максимальное значение: 63 %; минимальное значение: 51%; среднее значение: 57%.

Максимальные понижения наружной температуры наблюдались в ночное и утреннее время.

Внутренняя температура в помещениях находится в пределах между +13 и +15 ºС. Максимальных значений (+14- +15 ºС) она достигает в промежутках между 9:00 и 17:00, т.е. в период проведения занятий для учеников, а в период отсутствия учеников, внутренняя температура поддерживается в пределах +13 – +15 ℃, ***что ниже нормативных требований ГОСТ 30494-96 (допустимое значение от 18-24 ^{0}С).***

Школа №5 Канликульского района Республики Каракалпакстан

Обобщенные результаты климатических показателей внутри и снаружи здания

Наименование		1 день	2 день	3 день
Температура,ºС	внутри	16	15,9	16,1
	снаружи	-12	-9	-7
Относительная влажность, %	внутри	41,1	41,7	40,5
	снаружи	72	62	75
	снаружи	1,73-2,17	1,56-1,95	1,61-2,15

По результатам замеров температуры и влажности можно сделать следующие выводы:

- Температура снаружи: максимальное значение -3 ℃; минимальное значение: -12,5 ℃; среднее значение: -7,7 ºС.
- Температура внутри: Помещение 1) максимальное значение: +23,1 ºС; минимальное значение: +15,3 ºС; среднее значение: +18,0 ºС.
- Помещение 2) максимальное значение: +22,3 ºС; минимальное значение: +15,9 ℃; среднее значение: +18,1 ºС.
- Относительная влажность снаружи: максимальное значение: 87,9%; минимальное значение: 57,4%; среднее значение: 73,1%.
- Относительная влажность внутри: максимальное значение: 58,8%; минимальное значение: 40,1%; среднее значение: 49,9%.

Максимальное понижение наружной температуры наблюдались в ночное и утреннее время.

Внутренняя температура в помещениях находится в пределах между +16 и +22ºС. Максимальных значений (+19- +22ºС) она достигает в промежутках между 9:00 и 17:00, т.е. в период проведения занятий для учеников, а в период отсутствия учеников внутренняя температура поддерживается в пределах +16- +17ºС, ***что соответствует нормативным требованиям ГОСТ 30494-96 (допустимое значение от 18-24 ^{0}С).***

СВП «Октепа» Пскентский район Ташкентской области:

Обобщенные результаты климатических показателей внутри и снаружи здания

Наименование		1 день	2 день	3 день
Температура, ºС	внутри	19,8	19	18
	снаружи	-4,2	2	-2
Относительная влажность, %	внутри	36,3 %	38,4 %	40,6 %
	снаружи	32,1-38 %	50-59 %	66-70 %
	снаружи	0,46-0,53	0,15-0,2	0,28-0,34

По результатам замеров температуры и влажности можно сделать следующие выводы:

- Температура снаружи: максимальное значение: + 4,6 ℃; минимальное значение: -5,1 ℃; среднее значение: -0,8 ºС.
- Температура внутри: максимальное значение: + 22,3 ºС; минимальное значение: + 14,7 ºС; среднее значение: + 16,5 ºС.

- Относительная влажность снаружи: максимальное значение: 93%; минимальное значение: 64%; среднее значение: 80,8%.
- Относительная влажность внутри: максимальное значение: 40,1%; минимальное значение: 44,3%; среднее значение: 42%.

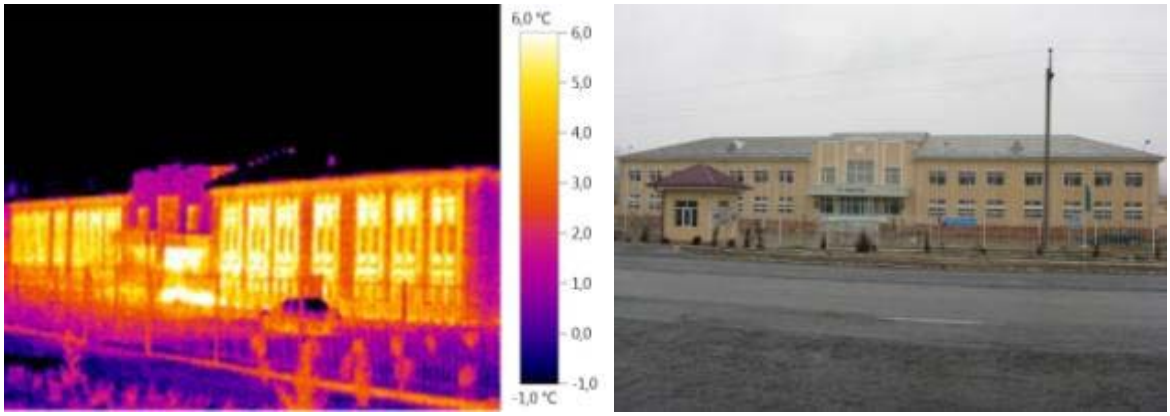
Максимальное понижение наружной температуры наблюдалось в ночное и утреннее время, внутренняя температура находится в пределах между 16 и 22 ºС. Максимальных значений (19-22 ºС) она достигает в промежутках между 9:00 и 17:00, т.е. ***близка к нормативным требованиям ГОСТ 30494-96 (допустимое значение от 18-24 ^{0}С).***

2.2 Проведение тепловизионного обследования ограждающих конструкций для определения качества выполненных мероприятий по теплоизолированию зданий

Проведение данных мероприятий в рамках энергоаудита является одной из наиболее важных составляющих обследования наружных ограждающих конструкций и соответственно качества выполненной термомодернизации зданий, а также для выявления возможных скрытых строительных дефектов, наличия мостиков холода.

В качестве примера рассмотрим тепловизионное обследование некоторых пилотных объектов:

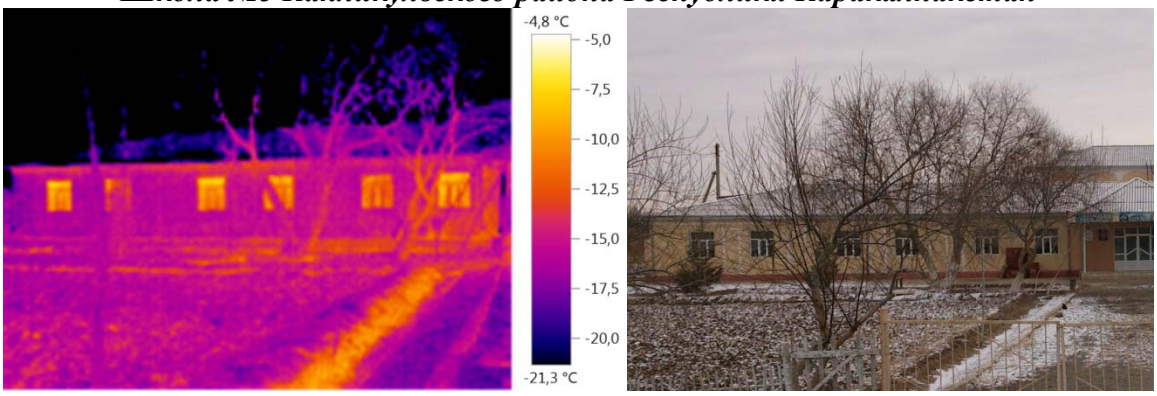
Школа №39 Кургантепинского района Андижанской области



На термограмме представлен фронтальный фасад.

Наибольшие потери тепловой энергии идут через окна (теплопотери являются нормированными). Максимальная температура на окнах достигает +8,1 °С. Средняя температура на поверхности стены, выделенного в виде маркера – прямой линии, составляет +3,0 °С.

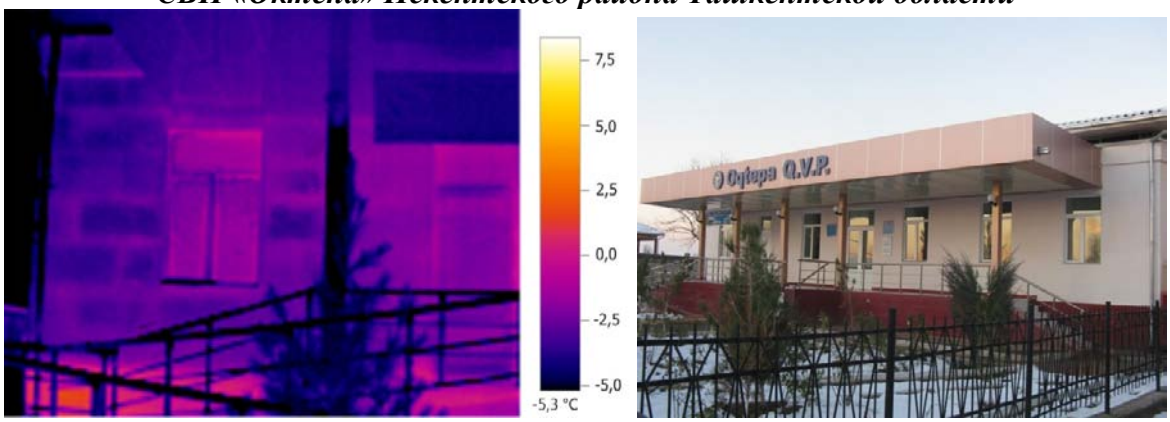
Школа №5 Канликульского района Республики Каракалпакстан



На термограмме показан участок фронтального фасада.

Наибольшие потери тепловой энергии идут через окна (теплопотери являются нормированными). Максимальная температура -7,5 °С достигается на окнах, выделенных маркерами в виде прямоугольников. Средняя температура на поверхности стены на данном участке составляет -15,6 °С.

СВП «Октепа» Пскентского района Ташкентской области



На термограмме показан участок фронтального фасада.

Максимальная температура -1,2°С достигается на окне, выделенных маркером в виде прямоугольника. Средняя температура на поверхности данного участка стены составляет -3,3°С. Разница между средней температурой на окне и средней температурой на поверхности стены составляет 1,1°С. Наибольшие потери тепловой энергии идут через окна (потери являются нормированными).

Термографическая съемка также проведена на других участках фасадов и различного отопительного оборудования и приборах всех восьми пилотных зданий, по результатам которой можно сделать следующий вывод касательно этих трех примеров (данная аналогия присутствует на всех объектах):

Результаты термографической съемки здания школы №39:

1. Наружный фасад имеет несколько зон с повышенными тепловыми потерями (оконные проемы): средняя температура стен составляет от +0,8 до +3,3°С, зоны повышенных теплопотерь выделены маркерами.
2. Основными участками незначительных теплопотерь являются оконные рамы. Максимальная температура достигает +10,4°С. Температурный перепад на некоторых участках окон более 9°С относительно средней температуры стен. Причины повышенной воздухопроницаемости через оконные конструкции возникли по следующим основным причинам:

- не отрегулированы створки (недостаточное прижатие уплотнителей);
- уплотнитель поврежден, либо некачественный;
- при монтаже оконных конструкций не в полной мере соблюдены условия выполнения монтажного шва;
- установленные оконные вентиляционные вентиляторы.

Рекомендовано отрегулировать створки в окне, проверить качество уплотнителей и при необходимости заменить.

Результат термографической съемки фасада здания школы №5

1. Наружный фасад имеет несколько зон с повышенными тепловыми потерями: средняя температура стен учебного блока от -10,8 до -16,5°С, спортивного блока – -9,4 и -14,3°С; зоны повышенных теплопотерь выделены маркерами. Теплоизоляционные блоки недостаточно плотно установлены между собой, имеются небольшие щели между ними.

2. Основными участками незначительных теплопотерь являются оконные рамы. Максимальная температура достигает +2,4°С.Температурный перепад на некоторых участках окон более 12°С относительно средней температуры стен. Причины повышенной воздухопроницаемости через оконные конструкции возникли по трем основным причинам:

- не отрегулированы створки (недостаточное прижатие уплотнителей);
- уплотнитель поврежден, либо некачественный;
- при монтаже оконных конструкций не в полной мере соблюдены условия выполнения монтажного шва.

Рекомендовано:

1) отрегулировать створки в окнах, проверить качество уплотнителей по необходимости заменить;

2) Установить (касается только спортивного блока школы) теплоотражатели за всеми отопительными приборами для увеличения их эффективности, и снижения обогрева стены за отопительными приборами.

Результат термографической съемки фасада здания СВП «Октепа»

1. Наружный фасад имеет несколько зон с повышенными тепловыми потерями: средняя температура стен составляет от -3,3до -5,9°С, зоны повышенных теплопотерь выделены маркерами. Теплоизоляционные блоки недостаточно плотно установлены между собой, имеются небольшие щели между ними по всему СВП. Разница температур в щелях и температурой на стене составляет менее 0,5°С.
2. Основными участками незначительных теплопотерь являются оконные рамы. Максимальная температура достигает +2,4°С. Температурный перепад на некоторых участках окон более 14°С относительно средней температуры стен. Причины повышенной воздухопроницаемости через оконные конструкции возникли по трем основным причинам:

- не отрегулированы створки (недостаточное прижатие уплотнителей);
- уплотнитель поврежден, либо некачественный;
- при монтаже оконных конструкций не в полной мере соблюдены условия выполнения монтажного шва.

Рекомендовано отрегулировать створки в окне, проверить качество уплотнителей и при необходимости заменить.

***Вывод**: по результатам термографической съёмки фасадов восьми пилотных зданий можно сделать вывод, что серьезных строительных дефектов при выполнении работ по теплоизолированию, установки оконных рам и входных дверей не выявлено, отдельные незначительные погрешности выявлены и представлены рекомендации по их устранению.*

2.3 Мониторинг энергетических и климатических показателей и его результаты

На основе собранной информации сформирована база данных по фактическим показателям расхода энергоресурсов за 2013-2014 гг., в результате чего появились возможности определения суммарного расхода тепловой энергии по восьми пилотным объектам, и соответственно рассчитать расход энергоресурсов (газ, уголь), но при этом необходимо отметить, что эти данные являются оценочными, т.е. предварительными (таб. 5 и 8).

2.4 Разработка экспериментального энергетического паспорта и определение категории по энергоэффективности здания

Республиканским центром стандартизации и сертификации в строительстве разработаны 17 Государственных стандартов «Системы обязательной сертификации зданий по

энергоэффективности». Одним из основных моментов данной системы является разработка энергетического паспорта здания, и определение категории здания по энергоэффективности (см. таблица 4).

В ГОСТе «O'z Dst … 09 Система сертификации зданий по энергоэффективности – Энергетический паспорт. Требования к форме, содержанию и оформлению» представлена форма энергетического паспорта здания. Согласно данному стандарту помимо энергетического паспорта здания (ЭПЗ) также разрабатывается приложение к энергетическому паспорту (ПЭП), в котором кроме разделов самого паспорта также включены и дополнительные разделы.

3. Выбросы парниковых газов и их сокращения в сравнении с результатами предыдущих энергетических обследований.

В результате выполнения ряда мероприятий по повышению энергоэффективности зданий получено «измеряемое» сокращение выбросов парниковых газов. Оценка сокращения выбросов проводится по отношению к базовому уровню. Базовый уровень – сценарий, представляющий выбросы парниковых газов, которые происходили до выполнения мероприятий по повышению энергоэффективности зданий (до реконструкции зданий).

Для определения прямых сокращений выбросов CO2 рассматриваются здания шести объектов, на которых проводились энергетические обследования до проведения реконструкции и мероприятия по повышению энергоэффективности. При этом для сравнительных расчетов выбросов CO2 от потребления тепловой энергии используются данные о расходе теплоты на отопление здания за отопительный период, до и после реализации мероприятий (см. таблица 7).

Выполнение энергоэффективных мероприятий позволило достичь сокращения выбросов CO2 в год по шести пилотным объектам, с учетом систем теплоснабжения на **290,3 т CO2/год или на 68%**.

В целом же снижение суммарных (с учётом системы теплоснабжения) выбросов парниковых газов по всем восьми пилотным зданиям, по результатам расчётов, составило **380 т CO2/ год или на 53%** (см табл. 6).

ВЫВОДЫ:

Согласно результатам расчетов, по итогам проведенного энергоаудита, показатели по восьми объектам составили:

*Годовые показатели **ДО** реализации энергосберегающих решений:*

- Суммарное энергопотребление на отопление **– 2 705 511 кВт·ч**
- Суммарные выбросы CO_2 **– 715,2 т CO_2/год**
- Расход финансовых средств (по текущим тарифам 6 зданий) **– 50 752,84 тыс. сум**

*Годовые показатели **ПОСЛЕ** реализации энергосберегающих решений*:

- Суммарное энергопотребление на отопление **– 1 290 779 кВт·ч**
- Суммарные выбросы CO_2 **– 335,2 т CO_2/год**
- Расход финансовых средств (по текущим тарифам 6 зданий) **– 16 242,93 тыс. сум**

***Реализация энергоэффективных решений позволило*:**

- Суммарное сокращение энергопотребления в год **– 1 414 732 кВт·ч (52%)**
- Суммарное сокращение выбросов CO_2 в год **– 380 т CO_2/год (53%)**

- Суммарное сокращение расхода финансовых средств в год (по текущим тарифам на момент проведения энергоаудита данные по 6-ти зданиям) – **34 509,91 тыс. сум. (68%)**
- Экономия природного газа – **114,1 тыс. м3**
- Экономия угля – **156,8 т**
- Общая экономия энергоресурсов (по экспортным тарифам) – **44,2 тыс. долл. США**
- Срок окупаемости примененных энергоэффективных решений (по экспортным тарифам**)** – **7,6 год (ср. значение)**
- Соответствие зданий 2-му уровню теплозащиты – **Соответсвует**
- Оценка уровня энергоэффективности зданий – **Соответствует**

Наивысший уровень – 3 пилотных здания

Повышенный уровень – 3 пилотных здания

Высокий уровень – 2 пилотных здания

К неэнергетических выгодам можно отнести улучшение внутренних климатических условий в помещениях, снижение уровня заболеваемости у учащихся (пациентов в СВП) и персонала демонстрационных объектов, повышение осведомленности персонала пилотных объектов и их семей в вопросах энергосбережения в зданиях, улучшение экологии в связи с сокращением выбросов парниковых газов.

Примечание: для подготовки данного аналитического отчета использовались данные итогового отчета по 4-му этапу энергоаудита проводимого Институтом Энергетики и Автоматики Академии Наук Республики Узбекистан «Энергетическое обследование демонстрационных зданий социального назначения»

Таб. 1 Геометрические и климатические показатели пилотных объектов

Показатели	Ед. изм.	Школа № 5 Канликульского района	Школа № 20 Каршинского района	Школа № 2 Риштанского района	Школа № 35 Хатырчинского района		Школа № 54 Нуратинского района	Школа №39 Кургантепинского района	СВП Пскентского района	СВП Нуратинского района
					Здание А	Здание Б				
Этажность здания	количество	1	2	2	1	1	2	2	1	1
Общая площадь здания А	$м^2$	924	1753	1122	873	436	1828	2246	313	396
Отапливаемый объем здания V_h	$м^3$	2495,55	5432,94	3534,05	2619,00	1308,24	6531,02	8262,82	939,36	1189,41
Расчетная температура внутреннего воздуха во время отопительного периода	°С	20	20	20	20	20	20	20	21	21
Расчетная температура наружного воздуха во время отопительного периода	°С	-20	-14	-12	-13	-13	-15	-13	-12	-15
Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	°С	1	5,2	3,5	4,4	4,4	4,1	3,2	5,1	4,1
Продолжительность отопительного периода	сутки	182	152	161	170	170	169	162	154	169
Градусо-сутки отопительного периода	°С*сут	3458	2250	2657	2652	2652	2687	2722	2449	2856
Расчетная температура внутреннего воздуха в тёплый период года	°С	25	-	25	25	25	25	25	-	-
Расчетная температура наружного воздуха в тёплый период года	°С	37,3	-	35,8	37,2	37,2	37,8	36,4	-	-
Средняя температура наружного воздуха в тёплый период года	°С	25,5	-	25,6	27,1	27,1	26,5	26,5	-	-
Продолжительность теплого периода	сутки	48	-	52	58	58	41	53	-	-

<u>Примечание:</u> за счёт строительства дополнительных кабинетов и корпусов в двух школах – №35 Хатырчинского района и школы №5 Канликульского района площади объектов увеличились от первоначальных данных.

Табл. 2. Теплотехнические показатели пилотных объектов (сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций)

Ограждающая конструкция	Ед. изм.	Школа № 5 Канликульского района	Школа № 20 Каршинского района	Школа № 2 Риштанского района	Школа № 35 Хатырчинского района		Школа № 54 Нуратинского района	Школа №39 Курганте пинского района	СВП Пскентского района	СВП Нуратинского района
					Здание А	Здание Б				
Наружная стена	$м^2 \cdot {}^oC/Вт$	2,2	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
		2,3245	1,8050	1,953	2,23	2,1311	2,2971	2,1452	2,1093	2,1908
Уровень энергоэффективности наружной стены		II	III	III	II	II	II	II	II	II
		Высокий	Повышенный	Повышенный	Высокий	Высокий	Высокий	Высокий	Высокий	Высокий
Чердачное перекрытие	$м^2 \cdot {}^oC/Вт$	2,56	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08
		2,107	2,2483	2,3615	2,0969	2,1172	2,0814	2,9147	2,8998	2,3481
Уровень энергоэффективности чердачного перекрытия		II	II	II	II	III	III	II	II	II
		Высокий	Высокий	Высокий	Высокий	Повышенный	Повышенный	Высокий	Высокий	Высокий уровень
Пол по грунту, перекрытие над холодным подвалом или подпольем	$м^2 \cdot {}^oC/Вт$	1,68	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61
		7,77	6,87	1,94	5,35	7,14	8,15	8,74	5,65	5,19
Уровень энергоэффективности перекрытия над холодным подвалом или подпольем		I	I	II	I	I	I	I	I	I
		Наивысший	Наивысший	Высокий	Наивысший	Наивысший	Наивысший	Наивысший	Наивысший	Наивысший
Окна, балконные двери	$м^2 \cdot {}^oC/Вт$	0,43	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
		0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Уровень энергоэффективности окон		III	III	III	III	III	III	III	III	III
		Повышенный	Повышенный	Повышенный	Повышенный	Повышенный	Повышенный	Повышенный	Повышенный	Повышенный

<u>Примечание</u>: в целом показатели сопротивления теплопередачи ограждающих конструкции зданий отвечают требованиям 2 уровня тепловой защиты

Табл.3. Данные по оценке энергоэффективности систем отопления и теплоснабжения пилотных объектов

Тип системы	Школа № 5 Канликульского района	Школа № 20 Каршинского района	Школа № 2 Риштанского района	Школа № 35 Хатырчинского района		Школа № 54 Нуратинского района	Школа №39 Кургантепинского района	СВП Пскентского района	СВП Нуратинского района
				Здание А	Здание Б				
Система отопления	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765	1	0,9
	< 0,80	< 0,80	< 0,80	< 0,80	< 0,80	< 0,80	< 0,80	0,96÷1,00	2,0785
Уровень энергоэффективности систем отопления	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	I	II
	Неудовлетворительный	Неудовлетворительный	Неудовлетворительный	Неудовлетворительный	Неудовлетворительный	Неудовлетворительный	Неудовлетворительный	Высокий	Средний
Система теплоснабжения	0,85	0,85	0,7	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,7
	0,82÷0,85	0,82÷0,86	0,65÷0,70	0,82÷0,86	0,82÷0,86	0,82÷0,86	0,82÷0,86	0,82÷0,86	0,65÷0,70
Уровень энергоэффективности систем теплоснабжения	I	I	IV	I	I	I	I	I	IV
	Высокий	Высокий	Низкий	Высокий	Высокий	Высокий	Высокий	Высокий	Низкий

<u>Примечание</u>: в целом все пилотные объекты имеют высокий уровень энергоэффективности систем отопления, исключение составляет школа №2 Риштанского района, где недостаточная мощность отопительного оборудования по проекту.
Рекомендована установка дополнительного отопительного оборудования (<u>выполнено в 2014 году за счёт средств генподрядной организации</u>)

Табл. 4. Данные по оценке уровня энергоэффективности зданий пилотных объектов

Показатели	Ед.изм.	Школа № 5 Канликульского района	Школа № 20 Каршинского района	Школа № 2 Риштанского района	Школа № 35 Хатырчинского района		Школа № 54 Нуратинского района	Школа №39 Курганте пинского района	СВП Пскентского района	СВП Нуратинского района
					Здание А	Здание Б				
Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию	Вт/м^2	107	74	74	100	100	74	74	94	94
Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию	Вт/м^2	50,808	49,791	50,25	53,34	59,148	52,714	47,759	50,833	59,002
Категория энергетической эффективности здания	**%**	**-48,15%**	**-28,6%**	**-6,51%**	**-41,92%**	**-34,82%**	**-23,77%**	**-30,55%**	**-56,10%**	**-38,13%**
Уровень энергоэффективности		**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**	**B**	**A**	**B**
		Наивысший	**Повышенный**	**Высокий**	**Наивысший**	**Повышенный**	**Высокий**	**Повышенный**	**Наивысший**	**Повышенный**

Таб. 5 Показатели снижения годового и удельного потребления тепловой энергии (с учётом системы теплоснабжения)

Пилотный объект	Площадь здания	Расход тепловой энергии		Снижение на		Удельное энергопотребление		Снижение на	
		до	после	кол-во	%	до	После	кол-во	%
Единицы измерения	**м^2**	**кВт*час/год**	**кВт*час/год**	**кВт*час/год**	**%**	**кВт*ч/м^2**	**кВт*ч/м^2**	**кВт*ч/м^2**	**%**
Школа №39 Кургантепинского района (новое строительство)	2246	520 176	294 873	225 303	43,3	231,6	131,3	100,3	43,3
Школа №54 Нуратинского района (новое строительство)	1828	490 496	246 562	243 934	49,7	268,4	134,9	133,5	49,7
Школа №5 Канликульского района	924	267 712	135 325	132 387	49,5	289,6	146,4	143,2	49,5
Школа №20 Каршинского района	1753	405 086	192 453	212 633	52,5	231,1	109,8	121,3	52,5
Школа №2 Риштанского района	1122	315 286	156 016	159 270	50,5	281,0	139,1	142,0	50,5
Школа №35 Здание А Хатырчинского района(реконструкция)	873	319 360	124 734	194 626	60,9	365,8	142,9	222,9	60,9
Школа №35 Здание Б Хатырчинского района (новое строительство)	436	98 965	39 586	59 379	60,0	226,9	90,8	136,2	60,0
СВП Октепа	313	109 327	39 368	69 959	64,0	349,2	125,7	223,4	64,0
СВП Дехибаланд	396	179 103	61 862	117 241	65,5	451,7	156,0	295,7	65,5
Суммарное:	**9 891**	**2 705 511**	**1 290 779**	**1 414 732**	**52**				**52**

Примечание: Годовые и удельные показатели потребления тепловой энергии показаны без учёта потребления электроэнергии.

Табл. 6. Обобщенные расчётные данные по сокращению выбросов парниковых газов СО2 по восьми пилотным объектам (с учетом системы теплоснабжения)

Показатели	Ед.изм.	Школа № 5 Канликульского района	Школа № 20 Каршинского района	Школа № 2 Риштанского района	Школа № 35 Хатырчинского района		Школа № 54 Нуратинского района	Школа №39 Кургантепинского района	СВП Пскентского района	СВП Нуратинского района
					Здание А	Здание Б				
Суммарные выбросы ДО реализации мероприятий	т СО2/год	60,7	96,7	110,1	72,0	19,9	99,0	169,8	24,0	62,7
Суммарные выбросы ПОСЛЕ реализации мероприятий	т СО2/год	27,3	38,9	53,2	25,2	11,1	49,8	100,6	8,0	21,1
Снижение	т СО2/год	33,4	57,8	56,9	46,8	8,8	49,2	69,2	16,0	41,6
Суммарное ДО	т СО2/год	**715,2**								
Суммарное ПОСЛЕ	т СО2/год	**335,2**								
Суммарное снижение	т СО2/год	**380**								
Суммарное снижение	%	**53**								

Примечание: Данные по выбросам CO_2 двух новых школ (школа №39 и школа №54) и нового учебного блока школы №35 предоставлены в расчётном виде.
(показатели по выбросам CO_2 представлены без учёта выбросов от потребления электроэнергии зданиями)

Табл.7. Прямые сокращения выбросов CO_2 по шести пилотным объектам

Показатели	Ед.изм.	Школа № 5 Канликульского района	Школа № 20 Каршинского района	Школа № 2 Риштанского района	Школа № 35 Хатырчинского района Здание А	СВП Пскентского района	СВП Нуратинского района
Расход теплоты на отопление здания за отопительный период, **ДО** реализации мероприятий	кВт·ч	267 712	405 086	315 286	319 360	10 9327	179 103
Расход теплоты на отопление здания за отопительный период, **ПОСЛЕ** реализации мероприятий	кВт·ч	135 325	192 453	156 016	124 734	39 368	61862
Тип используемого топлива		природный газ	природный газ	уголь	природный газ	природный газ	уголь
Выбросы CO_2, образующиеся при потреблении тепловой энергии **ДО** реализации мероприятий	Тт CO_2/**год**	60,77	96,70	110,15	72,07	24,06	62,74
Выбросы CO_2, образующиеся при потреблении тепловой энергии **ПОСЛЕ** реализации мероприятий	т CO_2/**год**	22,29	28,71	40,86	19,86	7,70	16,74
Прямое снижение выбросов (эмиссия) CO_2	**т**	**38,48**	**67,99**	**69,30**	**52,22**	**16,36**	**46,0**
Снижение выбросов CO2	**%**	**49,5**	**52,5**	**50,5**	**60,9**	**63,9**	**65,4**
Суммарное снижение выбросов CO_2 при потреблении тепловой энергии по 6 объектам	**т CO_2/год**	**290,35**					

1. В целом по объектам, использующим уголь в качестве топлива для отопления, снижение выбросов CO_2 составило 115,3 т CO_2/год или 39,7% от общего снижения выбросов парниковых газов.
2. По объектам, отапливающихся природным газом, снижение выбросов CO_2 составило 175,05 т CO_2/год или 60,3% от общего снижения выбросов парниковых газов.

Таб. 8 Показатели экономии энергии, энергоресурсов и сроки окупаемости затрат на энергоэффективные решения

Пилотный объект	Инвестиции на ЭЭ	Расход тепловой энергии		Снижение		Экономия по газу	Экономия по углю	Экономия по экспортным тарифам	Срок окупаем по экспорт тариф
		до	после	кол-во	%				
Единицы измерения	**тыс. долл. США**	**кВт*час/год**	**кВт*час/год**	**кВт*час/год**	**%**	**тыс. м^3**	**тонн**	**тыс. долл.США**	**лет**
Школа №39 Кургантепинского района (новое строительство)	124,88	520 176	294 873	225 303	43,3	0,0	70,4	7,0	16,8
Школа №54 Нуратинского района (новое строительство)	54,7	490 496	246 562	243 934	49,7	30,5	0,0	7,6	8,9
Школа №5 Канликульского района	33,85	267 712	135 325	132 387	49,5	16,5	0,0	4,1	8,2
Школа №20 Каршинского района	35,2	405 086	192 453	212 633	52,5	26,6	0,0	6,6	5,3
Школа №2 Риштанского района	21,34	315 286	156 016	159 270	50,5	0,0	49,8	5,0	5,1
Школа №35 Здание А Хатырчинского района(реконструкция)	22,4	319 360	124 734	194 626	60,9	24,3	0,0	6,1	3,6
Школа №35 Здание Б Хатырчинского района (новое строительство)	12,46	98 965	39 586	59 379	60,0	7,4	0,0	1,9	6,9
СВП Октепа	15,6	109 327	39 368	69 959	64,0	8,7		2,2	7
СВП Дехибаланд	14,91	179 103	61 862	117 241	65,5		36,6	3,7	4,8
Суммарное:	**335,34**	**2 705 511**	**1 290 779**	**1 414 732**	**52**	**114,1**	**156,8**	**44,2**	**7,6**

Примечание: *Стоимость экспортируемого газа: 1000м^3=250 долл. США* (http://neftegaz.ru/news/view/107164)
*Средняя коммерческая стоимость угля: 1т =100 долл. США (*http://4037.uz.all.biz)