

ОТЧЁТ ПО ЭНЕРГОАУДИТУ ЖИЛОЙ КВАРТИРЫ

Turgunbaev Sh.B., Muxtarov F.X., Agzamov M.N.

Juru Energy Consulting

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

ИСТОРИЯ СТАТЬИ:

Received: 18.12.2025

Revised: 19.12.2025

Accepted: 20.12.2025

АННОТАЦИЯ:

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

1. Информация о жилом доме

Жилой дом, семиэтажный. Год постройки жилого дома - 2005 год.

Жилой дом состоит из одного здания. Высота потолков квартиры составляет около 3,0м. Квартира в хорошем состоянии, выполнена качественная отделка, видимых дефектов не выявлено.

Широта: 41°17'40.22"N / Долгота: 69°16'51.51"E



Рисунок 1 Общий вид на жилой дом

Визуальный осмотр показал, что состояние жилого дома – хорошее.

2. Климатические данные внутри помещений в холодный период

По словам владельца, в холодное время года в квартире прохладно, особенно возле окон. По краям оконных рам обнаружены небольшие щели, через которые проникает холодный воздух. Квартира оборудована индивидуальными отопительными приборами (панельными радиаторами).

Летом температура воздуха считается приемлемой. Для регулирования микроклимата используется естественная вентиляция (через окна и двери) и кондиционер. Однако следует отметить, что при работе кондиционера воздух становится сухим, что снижает уровень комфорта.

Общая оценка по поддержанию климатических показателей в холодный и теплый периоды: хорошее. Центральные радиаторы функционируют, однако тепловой комфорт снижается из-за теплопотерь через оконные конструкции и отсутствия организованной системы вентиляции.

3. Краткая информация по ограждающим конструкциям здания

3.1 Наружные стены

Толщина наружных стен составляет примерно 50 см. Конструкция состоит из 2 рядов кирпичной кладки, внутренней и внешней штукатурки. Снаружи добавлена кирпичная облицовка. Теплоизоляция отсутствует. Не было обнаружено никаких отверстий и дефектов в стенах. Хотя здание построено в 2005 году, состояние фасада и стен визуально удовлетворительное.

Общая оценка существующего состояния стены: хорошее. Состояние стен хорошее, однако теплоизоляция отсутствует

3.2 Окна

Все комнаты имеют однокамерные пластиковые окна (2 окна, 1 воздушная прослойка). 6 окон выходят на улицу. Все окна оборудованы жалюзи (или аналогичным материалом) для защиты от солнечного света. Все окна в квартире одинаковые, размером $2,0 \times 1,85$ м. В спальне есть лоджия (балкон) с окном размером $1,25 \times 1,85$ м и дверью размером $0,82 \times 2,60$ м.

Существующие однокамерные ПВХ-окна в квартире обеспечивают недостаточную теплоизоляцию и допускают заметную инфильтрацию воздуха через стыки рам, что приводит к значительным теплопотерям и снижению комфорта в помещении в отопительный период.

Общая оценка существующего состояния окон: удовлетворительное. Окна обеспечивают базовую светопрозрачность, однако герметичность недостаточная — при замерах анемометром зафиксировано поступление воздуха через щели по краям рам. Это приводит к дополнительным теплопотерям.

3.3. Двери

Внутри квартиры установлены деревянные двери в хорошем состоянии, закрываются и открываются плотно. Входная дверь в квартиру металлическая, также в хорошем состоянии. Вход в подъезд жилого дома выполнен из металла с остеклением, ориентирован на северо-восток.

3.4 Пол и потолок

Визуально состояние полов и потолков хорошее, видимых дефектов не выявлено. В жилых комнатах пол выполнен из деревянного паркета, в кухне, коридоре и санитарных узлах — мраморная плитка. Имеется теплый пол в санитарном узле и холе.

4. Система тепло- и холодоснабжения

В квартире функционирует индивидуальное отопление с помощью котлов через алюминиевые панельные радиаторы. Дополнительные источники тепла (электрические обогреватели и пр.) не используются.

Система ходоснабжения в жаркий период также отсутствует. Для охлаждения воздуха в тёплый период применяются кондиционеры и естественное проветривание.

Все установленные кондиционеры размещены над дверными проёмами, напротив окон, что обеспечивает циркуляцию воздуха по помещению.

Общая оценка существующего состояния теплоснабжения: хорошее.

5. Система вентиляции

Квартира полностью полагается на систему естественной вентиляции. В теплый период комнаты проветриваются путем открывания дверей и окон, что позволяет свежему воздуху свободно циркулировать и поддерживать комфортные условия в помещении. Этот метод эффективен в жаркую погоду, обеспечивая адекватное охлаждение и предотвращая скопление застоявшегося воздуха. Однако в холодное время года вентиляция становится проблемой. Владелец дома сообщил, что, несмотря на регулярное проветривание, движение воздуха в помещении остается ограниченным, и поддерживать свежий воздух без значительной потери тепла сложно. Открытие окон и дверей зимой приводит к значительным потерям энергии, что делает постоянную вентиляцию нецелесообразной.

Общая оценка существующего состояния вентиляции воздуха: приемлемая для текущего состояния.

6. Мероприятия по снижению потребления энергии

Стена балкона построена из кирпича и непосредственно подвергается воздействию наружного воздуха. Согласно КМК 2.01.04-2018, наружные стены должны соответствовать определенным требованиям по тепловому сопротивлению, чтобы обеспечить условия в помещении, подходящие для здоровья и комфорта человека. В спальне средняя температура в помещении поддерживается на уровне примерно +20 °C в соответствии с ShNK 2.08.01-24.

Требуемое тепловое сопротивление (коэффициент R) стен должно соответствовать стандартам, изложенным в КМК 2.01.04-2018, чтобы предотвратить чрезмерную потерю тепла и сохранить энергоэффективность. Несоблюдение требуемого коэффициента R может привести к увеличению потребности в отоплении в холодный период, снижению комфорта в помещении и потенциальным проблемам с конденсацией на поверхностях стен.

$$R_0^{\text{треб}} = \frac{n(T_{\text{вн}} - T_{\text{внеш}})}{\Delta t * \alpha} = \frac{1 * (20 - (-16))}{8.7 * 4.0} = 1.035 \frac{\text{м}^2 * ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Главная сторона балкона построена из кирпичной стены. Тепловое сопротивление (коэффициент R) кирпичной стены составляет:

$$R_0^{\text{факт}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,48}{0,81} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 0,76 \frac{\text{м}^2 * \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Согласно расчетам, кирпичная стена не соответствует требуемым стандартам для здоровья человека, в то время как другая бетонная стена соответствует требованиям. Однако обе стены должны быть проверены на соответствие требуемому значению R (для температуры наружного воздуха более 10 °C для жилых зданий в соответствии с КМК 2.01.04-18).

$$\text{HDD} = (\text{tвн} - \text{tвнеш}) * \text{Продолжительность нагрева} = (20 - 3.35) * 147.5 = 2456$$

Дни отопления и температура наружного воздуха (tвнеш) основаны на Приложении 2 к КМК 2.01.04-18. HDD составляет 2456, в соответствии со строительными нормами существует 3 уровня тепловой защиты здания первый уровень $R_{\text{0треб.}} = 1,8 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)}/\text{Вт}$, второй уровень - $R_{\text{0 треб.}} = 2,2 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)}/\text{Вт}$ и третий уровень составляет $R_{\text{0треб.}} = 2,6 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)}/\text{Вт}$. В данном случае стены не соответствуют требованиям строительных норм для жилых зданий. Утепление стен необходимо для соответствия минимальным стандартам для жилых зданий. В качестве утеплителя рассматривается базальтовая вата, поскольку она широко доступна на рынке и обеспечивает хорошую теплостойкость, пожарную безопасность и долговечность.

Требуемая толщина изоляционного материала рассчитывается (в градусах):

$$\text{Толщина (1 – уровень)} = \left(1.8 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,48}{0,81} - \frac{0,01}{0,81} - \frac{1}{23} \right) * 0.053 * 1000 = 54 \text{ мм}$$

$$\text{Толщина (2 – уровень)} = \left(2.2 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,48}{0,81} - \frac{0,01}{0,81} - \frac{1}{23} \right) * 0.053 * 1000 = 76 \text{ мм}$$

$$\text{Толщина (3 – уровень)} = \left(2.6 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,48}{0,81} - \frac{0,01}{0,81} - \frac{1}{23} \right) * 0.053 * 1000 = 97 \text{ мм}$$

Текущее состояние наружных стен:

$$Q_{\text{стена}} = (T_{\text{вн}} - T_{\text{внеш}}) \left(\frac{1.1 * A}{R_w} \right) = 1.2 \text{ кВт * ч}$$

$$Q_{\text{стена}}^{\text{год}} = Q_{\text{ст}} * 10^{-3} * 24 * \left(\frac{z(T_{\text{вн}} - T_{\text{внеш}})}{(T_{\text{вн}} - T_{\text{внеш}})} \right) = 1895.8 \text{ кВт * ч/год}$$

после ремонта:

1-уровень тепловой защиты (экономия энергии 56% по сравнению с существующей ситуацией):

$$Q_{\text{стена}} = (T_{\text{вн}} - T_{\text{внеш}}) \left(\frac{1.1 * A}{R_{\text{ст}}} \right) = 0.5 \text{ кВт} * \text{ч}$$

$$Q_{\text{стена}}^{\text{год}} = Q_{\text{ст}} * 10^{-3} * 24 * \left(\frac{z(T_{\text{вн}} - T_{\text{внеш}})}{(T_{\text{вн}} - T_{\text{внеш}})} \right) = 835 \text{ кВт} * \text{ч/год}$$

2- уровень теплозащиты (экономия энергии 64% по сравнению с существующей ситуацией):

$$Q_{\text{стена}} = (T_{\text{вн}} - T_{\text{внеш}}) \left(\frac{1.1 * A}{R_{\text{ст}}} \right) = 0.4 \text{ кВт} * \text{ч}$$

$$Q_{\text{стена}}^{\text{год}} = Q_{\text{ст}} * 10^{-3} * 24 * \left(\frac{z(T_{\text{вн}} - T_{\text{внеш}})}{(T_{\text{вн}} - T_{\text{внеш}})} \right) = 689.7 \text{ кВт} * \text{ч/год}$$

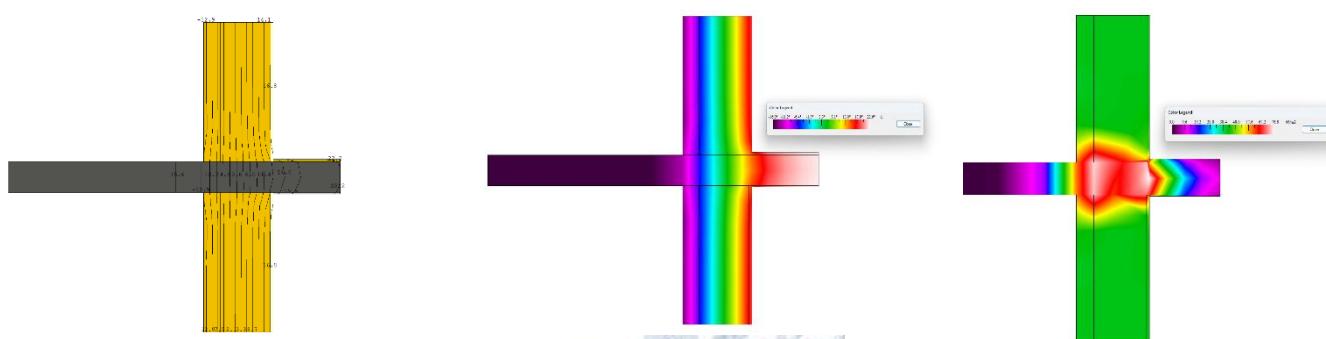
3-уровень тепловой защиты (экономия энергии 69% по сравнению с существующей ситуацией):

$$Q_{\text{стена}} = (T_{\text{вн}} - T_{\text{внеш}}) \left(\frac{1.1 * A}{R_{\text{ст}}} \right) = 0.358 \text{ кВт} * \text{ч}$$

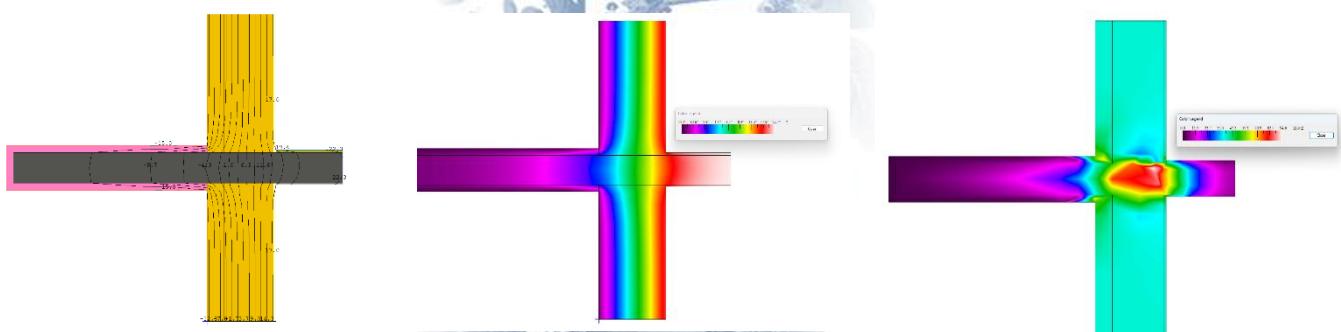
$$Q_{\text{стена}}^{\text{год}} = Q_{\text{ст}} * 10^{-3} * 24 * \left(\frac{z(T_{\text{вн}} - T_{\text{внеш}})}{(T_{\text{вн}} - T_{\text{внеш}})} \right) = 588.7 \text{ кВт} * \text{ч/год}$$

Утепление балкона

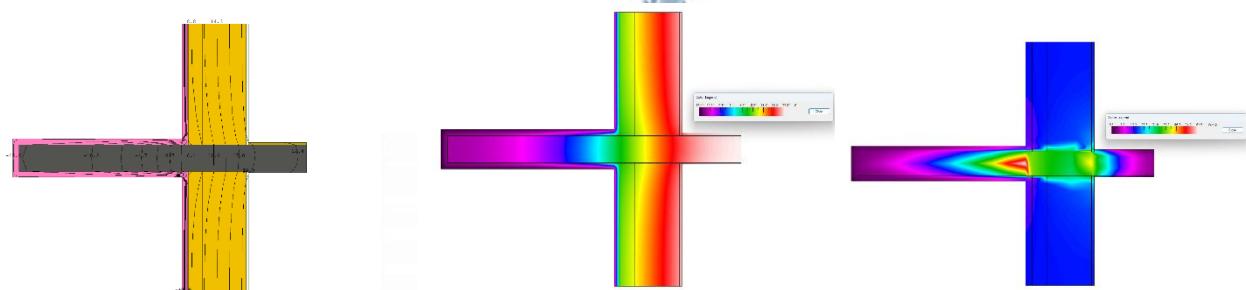
Одним из основных источников теплопотерь в квартире является балкон. Для оценки возможных решений были проанализированы и сравнены три варианта утепления с помощью тепловизионной съемки. В первом варианте балкон и фасад не утеплены. Тепловизионные снимки наглядно показывают, что наибольшие теплопотери возникают в месте соединения капитальной стены и пола балкона, где образуется мощный тепловой мост. Это приводит к значительным потерям энергии и низкой температуре поверхностей в зоне соединения.



Во втором варианте утепляется только балкон. Теплоизоляционный материал наносится на стены балкона, плиту перекрытия и боковые перегородки. В этом случае теплопотери заметно снижаются, однако наружное соединение балкона с капитальной стеной по-прежнему имеет повышенную теплопередачу. Этот способ более быстрый и экономичный, но не позволяет полностью исключить мостики холода и утечки воздуха в стыках.



В третьем варианте весь фасад, включая капитальную стену и балкон, покрывается сплошным слоем утеплителя. Это комплексное решение обеспечивает наилучшие тепловые характеристики. Теплопотери минимальны по всей поверхности, температура внутренних поверхностей стабилизируется, а общая энергоэффективность значительно повышается.



Сравнительные тепловизионные изображения для каждого сценария (три группы фотографий, каждая из которых содержит три изображения) наглядно подтверждают эти результаты: первая группа представляет собой неизолированное состояние, вторая показывает частичную изоляцию балкона, а третья демонстрирует подход с полной изоляцией фасада, который обеспечивает наиболее эффективное снижение потерь энергии.

Замена окон

Рекомендуется заменить существующие окна на новые энергоэффективные двухкамерные стеклопакеты с коэффициентом теплопередачи U не более $1,5 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$, в соответствии с действующими стандартами энергоэффективности зданий. Новые окна должны быть оснащены высококачественными рамами с несколькими уплотнительными прокладками для обеспечения герметичности и минимизации тепловых мостиков. При замене окон особое внимание следует уделить правильной установке, так как некачественная установка может значительно снизить тепловые характеристики даже высококачественных окон. Все стыки оконной рамы со стеной должны быть тщательно герметизированы полиуретановой пеной, пароизоляционными лентами и защитными уголками для предотвращения инфильтрации воздуха и теплопотерь. Правильно установленные двухкамерные стеклопакеты значительно улучшат теплоизоляцию здания, уменьшат сквозняки и повысят общий комфорт в помещении, одновременно снижая потребление энергии на отопление.

Установка вентиляции с рекуперацией тепла:

Для улучшения качества воздуха в помещении и снижения теплопотерь, связанных с вентиляцией, рекомендуется установить настенную систему вентиляции с рекуперацией тепла для отдельных помещений. Эта компактная децентрализованная система устанавливается через наружную стену и обеспечивает непрерывный воздухообмен без необходимости открывания окон, что способствует поддержанию стабильной температуры в помещении в отопительный сезон. Система удаляет теплый отработанный воздух из помещения и передает его тепло приточному свежему воздуху через встроенный теплообменник, достигая эффективности рекуперации тепла до 80–90%. Внедрение такой системы позволит повысить тепловой комфорт, снизить теплопотери, вызванные ручным проветриванием через

окна, и внести вклад в общую экономию энергии при поддержании надлежащего качества воздуха в помещении.

Заключение

В заключение следует отметить, что стена балкона, непосредственно контактирующая с наружным воздухом, демонстрирует относительно низкий уровень теплоизоляции по сравнению со стандартами, предъявляемыми к наружным стенам. Отсутствие достаточной теплоизоляции приводит к заметным потерям тепла через поверхность стены, особенно в холодное время года, когда разница температур внутри и снаружи помещения максимальна. Эти потери тепла не только увеличивают общее энергопотребление квартиры, но и приводят к неравномерному распределению температуры, что снижает комфорт, особенно в прилегающих к балкону помещениях. Для обеспечения соответствия требованиям по теплоизоляции и улучшения условий проживания рекомендуется усилить теплоизоляцию стены балкона, используя соответствующие материалы, соответствующие национальным стандартам энергоэффективности. Такие меры позволяют поддерживать стабильную температуру в помещении, снизить расходы на отопление и уменьшить нагрузку на имеющееся отопительное оборудование.

Литературы

1. Закон Республики Узбекистан «Об использовании энергии рационально» № ЗРУ-412.
2. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 67 «О мерах по повышению энергоэффективности экономики и социальной сферы».
3. КМК 2.01.04-97 «Строительная теплотехника» (с изменениями).
4. КМК 2.04.05-97 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
5. Методические указания по проведению энергетических обследований зданий и сооружений. — Министерство энергетики Республики Узбекистан.
6. Ахмедов Б.Р., Юлдашев А.А. Энергоэффективность зданий и сооружений. — Ташкент, 2019.
7. КМК 2.08.01-05 «Жилые здания».
8. Юсупов Ш.Р. Энергосбережение в системах теплоснабжения зданий. — Ташкент, 2020.