



ARCEE – Кампания по повышению осведомленности в области энергоэффективности среди участников жилищного строительства в России, Беларуси и Украине

**Рекомендации
для реконструкции
типового здания 137 серии
Тверская ул., 45, Колпино,
Санкт-Петербург**



1. Введение

На территории бывшего Советского Союза до сих пор остается много строительных комплексов, состоящих из старых многоквартирных зданий, которые совершенно не эффективно используют энергию для отопления. Жители таких домов жалуются на плохие условия жизни из-за недостаточного отопления помещений, невозможности самостоятельно регулировать отопление и роста цен на энергию.

Отдельные меры по улучшению жилищных условий предпринимаются жильцами, которые в большинстве случаев являются владельцами своих квартир. Типичными мерами являются замена окон, частичное утепление наружных стен или замена одиночных труб. Эти меры в основном осуществляются без проведения глубокого анализа всего здания, без учета его потенциалов к экономии и без использования синергии для отдельных мер.

Главной задачей проекта «Кампания по повышению осведомленности в области энергоэффективности жилых зданий среди заинтересованных сторон, связанных со строительством в России, Белоруссии и Украине» (ARCEE) является обучение соответствующих заинтересованных сторон процессу планирования и выполнению сложного процесса реконструкции. Данный проект предусматривает разработку рекомендаций по комплексной реконструкциидвух жилых зданий на страну и улучшение энергетической эффективности выбранных объектов.

Заинтересованными сторонами могут быть предложены консультации, но не денежные средства для инвестиций. Ответственность за финансирование, планирование и проведение ремонтных работ остается в руках владельцев уполномоченной организации.

2 . Выбор Тверской, 45, как пилотного проекта, связанного с предыдущим проектом реконструкции

Здание на Тверской, 45, было выбрано в качестве пилотного проекта партнерской организацией АНО «ЦТС-СПб» (Центр трансграничного сотрудничества в Санкт-Петербурге). Товарищество собственников жилья, управляющее данным зданием, пыталось улучшить жилищные условия в течение последних лет. Есть планы по использованию модели энергосервисных контрактов для финансирования мер по повышению эффективности использования энергии. Дом на Тверской, 45, был также одобрен и выбран по критерию привлечения финансовых стратегий для улучшения условий проживания. Подробная концепция реконструкции была разработана для здания 137-ой серии, расположенного на Индустриальном проспекте. Разработку концепции осуществлял IWO в сотрудничестве с техническим офисом IPB.V и его управляющим директором Ральфом Хиленбергом несколько лет назад. Целью данного проекта на Тверской, 45, было выяснить, можно ли полностью или частично использовать уже имеющийся проект реконструкции здания 137 серии. Было установлено, что оба здания имеют сходную общую картину и подобное расположение структурных плит, стен и крыш, но различное распределение квартир и пространств. Таким образом, есть два различных здания с различными потребностями и различными энергетическими балансами. Всё

пространство имеет значительно меньший объём, а финансовые концепции предыдущего проекта устарели, и поэтому должно, было быть произведено новое исследование с перерасчетом цен на энергоносители.

Так, началось плодотворное сотрудничество с техническим офисом IPB.B для создания концепции ремонта здания на Тверской, 45. За основу были взяты итоги исследования прошлого проекта.

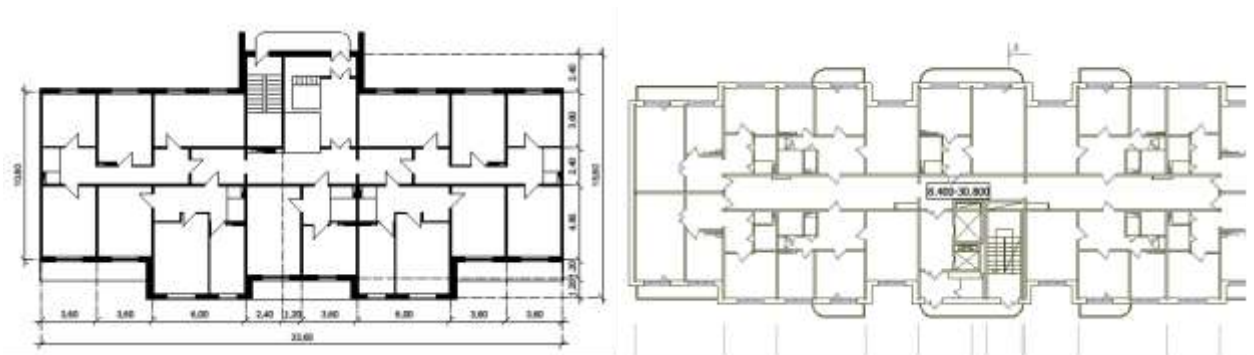


Рисунок 1 Общий план этажа на Тверской, 45 в сравнении с планом этажа здания на Индустриальном проспекте.

3. Команда пилотного проекта и разделение задач

После посещения объекта заинтересованными сторонами, эксперты проекта ARCEE приняли решение преобразовать предыдущие подходы IPBB для работы с объектом на Тверской, 45. Таким образом, расчет потребности в энергии существующего здания и рассмотрение различных вариантов ремонта были сделаны в сотрудничестве между IBVP и Augarlap. Для оценки стоимости ремонтных работ была использована экспертиза IPBB.

Результаты были представлены аудитории специалистов в Колпино с заключительным обсуждением 17.11.2013. Также с домоуправлением были обсуждены следующие шаги реконструкции.

4. Базовое исследование: анализ сберегающего потенциала здания и детальный баланс энергии

Разработка проекта реконструкции здания с целью повышения его энергоэффективности всегда начинается с анализа текущего состояния здания. Как правило, максимальный потенциал улучшения энергетической эффективности здания заключается в улучшении ограждающих конструкций.

С большим трудом можно точно оценить строительные материалы, их теплофизические свойства и потребление энергии на территории. С другой стороны, можно моделировать возможные меры для снижения энергопотребления путем расчета. Возможно "имитировать" счетчики, используя расчеты и факторы, полученные в ходе оценки здания, а также набор соответствующих климатических данных.

4.1 Описание дома

12-ти этажное здание на Тверской, 45 было построено в 1990 году.
 4 парадные; 59 квартир - в одной парадной; 236 квартир - в общей сложности.
 В здании существует 3 различных типа квартир, которые имеют от 1-ой до 3-х комнат.
 Некоторые с балконом и без:
 11 x 1-комнатная квартира 33 м²
 24 x 2-х комнатная квартира 51 м²
 24 x 3-х комнатная квартира 76 м²

На рисунках 2 и 3 изображены вид с улицы и общий план этажа (соответственно).

В существующих отопительных устройствах нет возможности регулировать температуру в квартирах. Отсутствуют счетчики тепловой энергии как в отдельных квартирах, так и во всем здании. Тем не менее, потребление тепловой энергии оценивается в 174 Гкал во всем здании.

Уровень потребления энергии для ГВС оценивается на основе договора с поставщиком тепловой энергии в 111,53 Гкал (данные на январь 2013 года).



Рисунок 2 Вид с улицы



Рисунок 3 Общий план этажа

Решения о возмещении ущерба, проведении ремонтных работ, изменении в конструкции могут быть приняты только на общем собрании кооператива. Ежемесячные затраты на услуги, в том числе общие счета за техническое обслуживание и коммунальные услуги составляют 302.931 руб. в месяц на весь дом (это примерно 7500 евро).

4.2 Преимущества и недостатки

Во время посещения объекта были упомянуты некоторые преимущества здания. Например, жителям нравятся их квартиры, потому что в них сравнительно большие по площади кухни. Кроме этого, крыша была недавно отремонтирована и находится в хорошем состоянии.

Несмотря на то, что здание было построено в 1990 году (24 года назад), первые повреждения на сборных стеновых элементах уже появились. Плитки падают, стеновые элементы остаются непокрытыми, и подвержены коррозии. Швы стен также повреждены. Торцевые стены очень холодные, так как они не имеют обогревателей на внутренней стороне. Поскольку эти наружные стены также не имеют окон, можно сказать, что

толщина стены и её качество не пригодны. Кроме того, контролировать температуру в помещении, чтобы предотвратить его перегрев, можно только с помощью открытого окна за неимением других средств.

Некоторые отопительные приборы можно отделить от основной тепловой сети при помощи байпасов. Таким образом, появится возможность регулировать температуру в помещении, не влияя на работу основной тепловой сети. Довольно часто эти меры не реализованы профессионально, поэтому в большинстве случаев регулирование температуры по-прежнему осуществляется через открытие окон.



Рисунок 4 Байпас и открытое окно для регулирования температуры

4.3 Методика расчета в соответствии с «пакетом проектирования пассивного дома 2007»

«Пакет проектирования пассивного дома 2007» - программа моделирования на основе Excel, которая доступна на английском и немецком языках. Она была выбрана, чтобы обеспечить сопоставимость данных и проектов с другими исследованиями, сделанными в разных странах. Программа позволяет объединять различные климатические данные. Данная программа обычно используется для проектирования и сертификации пассивных домов, чтобы убедиться в том, что выполнены типовые требования. Исходные данные должны быть изменены в зависимости от типа здания следующим образом:

Основные модули для расчета вентиляции и потерь при передаче электроэнергии, притока солнечного тепла, внутренних притоков и коэффициента использования применяются для расчета ежемесячной потребности в тепловой энергии. Специфика оборудования, первичная энергия и выбросы CO₂ не учитываются. Среди параметров, включенных в единицу притока солнечного тепла, солнечное излучение дано для 4-х вертикальных и горизонтальных ориентаций здания в течение 12-ти месяцев. Оно может быть рассчитано для каждого угла и ориентации. Дополнительное затенение в расчет не включено. Тепловые потери через ограждающие конструкции определяются по рассчитываемым коэффициентам теплопроводности материалов и потерям через мостики холода. Процесс передачи тепла прилегающему грунту не рассматривается. Вентиляционные потери рассчитываются так же подробно, как для механических систем вентиляции, распространенных в пассивных домах. Показатели воздухообмена и инфильтрационные потери зависят от жителей дома и отапливаемого объема здания. Результаты, полученные при расчете потребления тепла, используются для сравнения различных вариантов ремонта. Используемый ежемесячный метод относится к EN 13790.

4.4 Общие предположения о воспроизведении энергии

Независимо от особенностей каркаса здания основные базовые условия должны быть определены до моделирования. Было решено, что внутренняя температура 19°C –



реалистичное предположение для всех комнат, которые имеют большое влияние на расчет спроса на энергию. При использовании этого среднего значения температуры результат не зависит от поведения пользователей. Это также означает, что возможные проблемы в использовании систем отопления игнорируются, например, тот факт, что тепловая энергия распределяется с верхнего этажа, где внутренняя температура выше, на первый этаж, где она может быть намного ниже.

Другой вопрос, требующий ответа - сколько жильцов в здании и чему равен приток тепла, производимого ими. По предположениям, в здании живут 600 человек. Приток тепла от людей, находящихся в спокойном состоянии и не занимающихся спортом, а также от любого типа отопительных приборов (ламп, плит для приготовления пищи) составляет примерно до 3,1 Вт / м² в среднем по всему зданию.

В качестве ориентира набора климатических данных был выбран Таллин в Эстонии, так как он находится в той же климатической зоне, не слишком далеко от Санкт-Петербурга и уже интегрирован в «пакете проектирования пассивного дома 2007» в виде полного набора данных, куда включены температура и солнечная радиация.

Важно также определить используемую площадь. Это важно, так как общий спрос на энергию в месяц (кВтч/ год) делится на квадратные метры используемой площади в конце расчета (кВтч / м² год). Таким образом, используемая площадь: общая площадь

- минус пространство конструкций стен
- минус лестничные клетки

Используемая площадь была определена на основе анализа фотографий существующих планов.

4.5 Ориентация и зонирование здания

Оценка ограждающих конструкций здания всегда начинается с определения каркаса здания. Должно быть ясно, где находится граница между отапливаемыми и неотапливаемыми частями. Хотя наружные стены, крыша, плиты на земле и т.д. обычно образуют разделительную линию, помещения непосредственно под крышей или в подвале и лестницы часто не отапливаются. Кроме этого, требуется принять решение о том, как классифицировать балконы (в качестве отапливаемых помещений или нет): они частично остеклены, закрыты и могут использоваться как дополнительные комнаты.

Итак, разделяющая линия между отапливаемой и неотапливаемой областью была определена следующим образом:

Области подвалов и любых расширений, являющихся балконами или дополнительными комнатами на первом этаже, были исключены из отапливаемой области. Хотя другие варианты также возможны (рисунок 5). Технический этаж на верхней части здания - исключен. Лестницы будут рассматриваться как отапливаемые, так как это повышает компактность здания.

Отапливаемые площади:

- Жилые помещения
- Лестницы

Неотапливаемые:

- Технические этажи
- Подвалы
- Балконы

- Другие помещения

Первое требование - оценить планы, чтобы узнать обрабатываемую площадь этажа и возвышения для оценки фасадных поверхностей. Только фотографии планов были доступны, они были проверены по сравнению с аналогичным зданием на Индустриальном проспекте. И ни один из участков поверхности не соответствовал участкам на объекте.

Настоятельно рекомендуется проверить, соответствуют ли планы габаритам здания на объекте, если дело доходит до реализации. Особое внимание должно быть уделено подвалу, где трубы системы отопления случайно отапливают подвальное помещение.

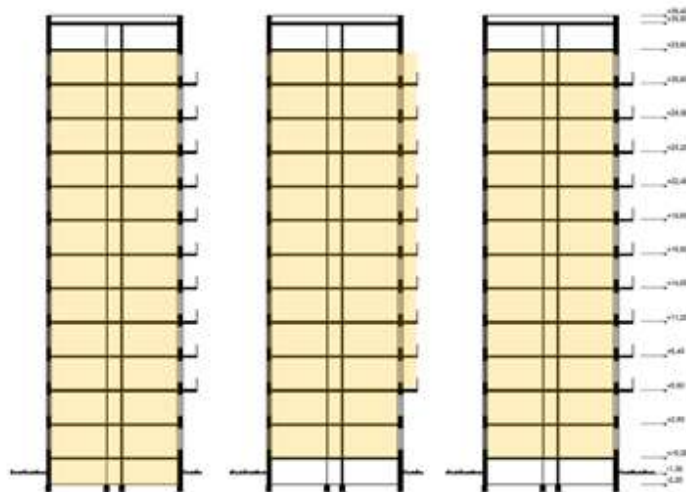


Рисунок 5 Альтернативные варианты, отапливаемый объём, стрелка указывает на выбранный вариант.

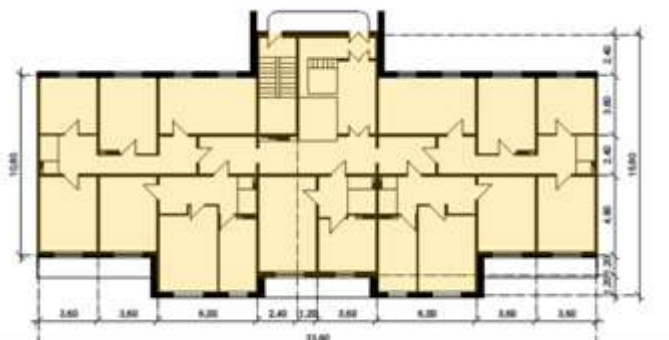


Рисунок 6 План этажа, отапливаемый объём

Для правильного расчета притока солнечного тепла важно обладать информацией об ориентации здания. В связи с тем, что строительные планы не были доступны, ориентация здания была определена на основе анализа аэроснимков.

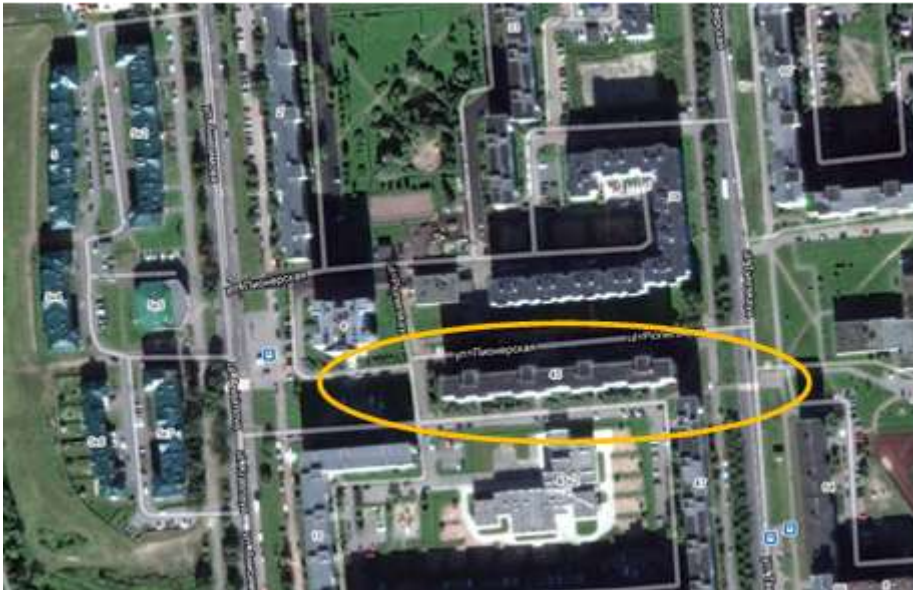


Рисунок 7 Аэроснимок

4.6 Допущения об элементах здания

В таблице 1 приведены окончательные предположения относительно строительных элементов. Тепловые характеристики (R-value) приведены здесь в соответствии с российской практикой и основаны на оценках, полученных из фотографий планов дома и литературы.

	Площадь		Теплосоппротивление теплоизоляционного материала (R-value)	
Используемая площадь этажа	18095	м ²		
Окна и двери	2440	м ²	0,35	м ² К/Вт
Фасад минус отверстия	8928	м ²	0,84	м ² К/Вт
Крыша	1744	м ²	1,20	м ² К/Вт
Фундаментная плита	1744	м ²	0,53	м ² К/Вт

Таблица 1

4.7 Вентиляция

Вентиляция- ещё одна составляющая топливно-энергетического баланса здания. В здании существует воздухообмен (между внутренним воздухом и свежим воздухом с улицы). Средняя скорость воздухообмена должна обеспечивать минимальный комфорт (4500 м³/ч для этого здания). Это может происходить более эффективно, если используются механические системы вентиляции, но, как правило, воздухообмен реализуется через открытые окна со скоростью 0,6 1/ч. Помимо необходимого воздухообмена должна также учитываться инфильтрация воздуха, определенная как

утечки. Было предположено, что большие утечки в здании происходят через старые окна или элементы здания и места стыков.

4.8 Подробные результаты расчетов энергобаланса пилотного здания

Годовые значения (энергетический баланс на квадратный метр) следующие:

Потери теплопередачи 170 кВт / м²

Тепловые потери вентиляции 76 кВт / м²

Пассивная солнечная энергия 34 кВт / м²

Внутреннее тепловыделение 24 кВт / м²

Чтобы компенсировать остающиеся тепловые потери, активное отопление составляет 187 кВт/м²г.

До этой стадии оценка проводилась только на ограждающей конструкции здания с целью определить наиболее высокий потенциал энергосбережения. Тепловые потери или, в данном случае, нежелательное увеличение тепла в отопительной системе, не были учтены в расчете.

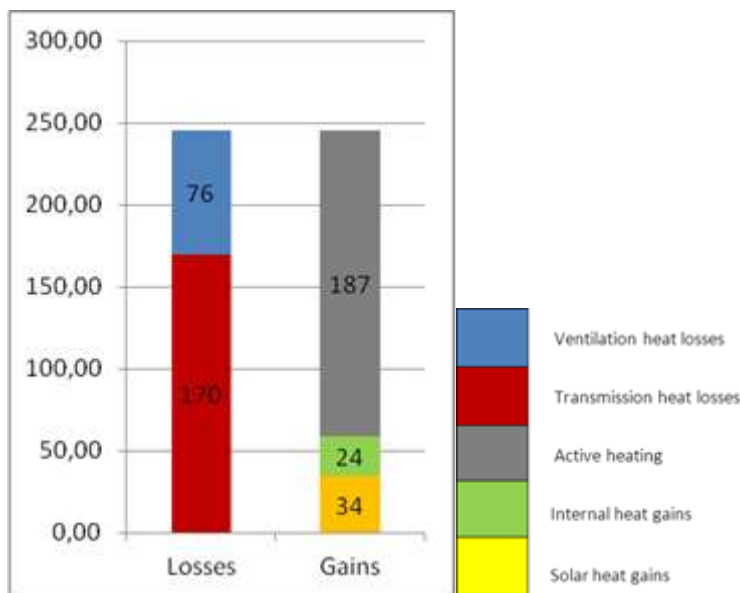


Рисунок 8 Тепловые потери и выгоды тепла в Квт/м²год

При детальном рассмотрении (см. рис. 9) потерь в результате теплопередачи можно заметить следующее: на долю наружных стен, а затем крыш, окон и перекрытий приходится наибольшая доля потерь при передаче тепла (без учета вентиляционных потерь).

Этот расчет был взят за основу для тестирования нескольких вариантов улучшения ограждающих конструкций здания.

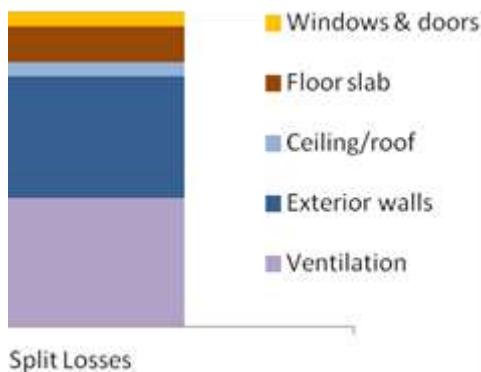


Рисунок 9 Доля передачи тепловых потерь

5. Рекомендации и варианты улучшения энергетической эффективности здания в процессе реконструкции

После оценки энергетического баланса и, следовательно, потребности в тепле существующего здания на Тверской, 45, были протестированы несколько вариантов улучшения тепловых характеристик оболочки здания. В общей сложности были смоделированы шесть различных вариантов для экономии энергии, как показано на рисунке 10. Слева направо показаны существующее здание и все варианты реконструкции. Светло-голубые столбцы представляют соответствующие расчеты с немецким институтом по стандартизации (DIN) в нормальных условиях. Желтая стрелка указывает на первый вариант, который можно охарактеризовать как "полная" и комплексная реконструкция, в том числе всех строительных частей.

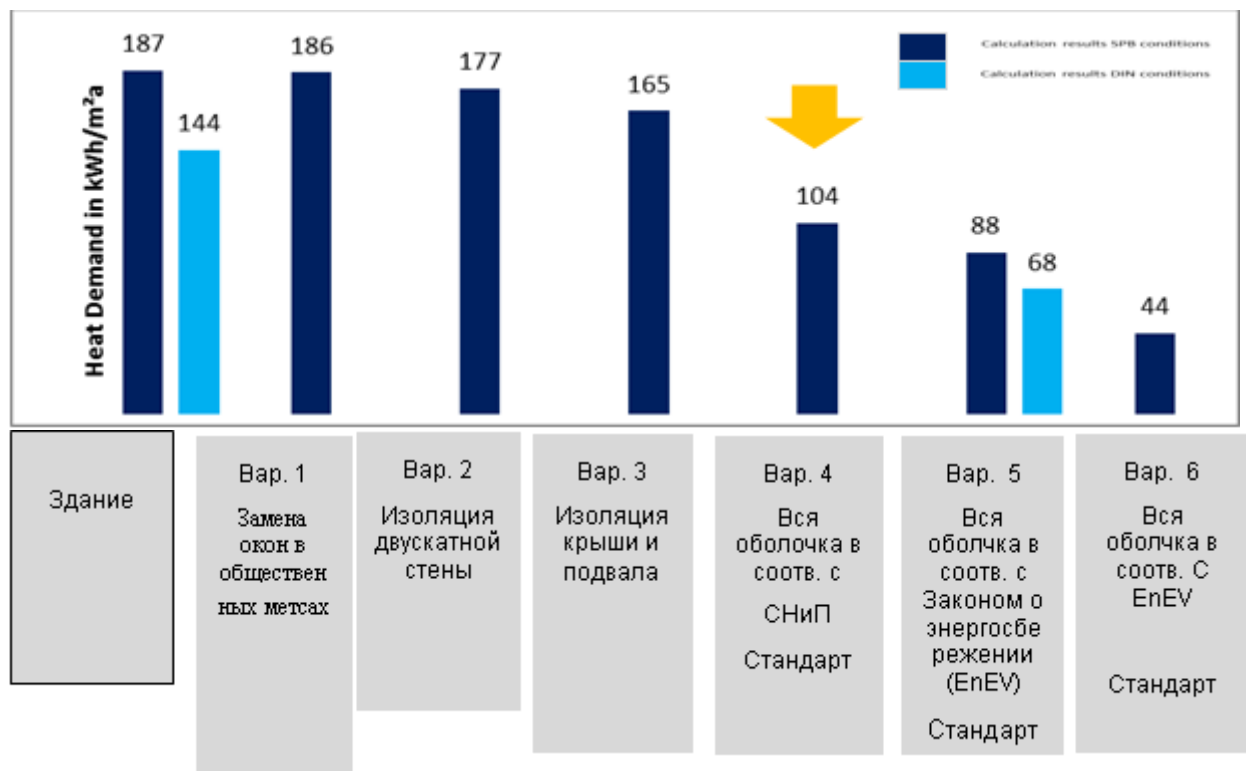


Рисунок 10 Результаты расчета вариантов ремонта

Первые три варианта представляют собой частичную реконструкцию, они не охватывают все здание. Они должны служить только в качестве “скорой помощи” перед комплексным ремонтом. Они относительно просты в реализации, но имеют большой потенциал энергосбережения. Будучи правильно выполненными, эти меры не помешают в будущем осуществить шаги по дальнейшему усовершенствованию. Например, слои теплоизоляции не следует прикреплять к фасадам, где в ближайшем будущем планируется замена окон.

Осуществление реконструкции по варианту 5 позволит достичь ремонтного стандарта, который необходим в настоящее время в Германии. В этом случае весь каркас здания утеплен снаружи, но не внутри здания. Вариант 6 показывает, как здание будет себя вести при механической вентиляции с 80-ти% рекуперацией тепла. Здесь экономия намного увеличивается.

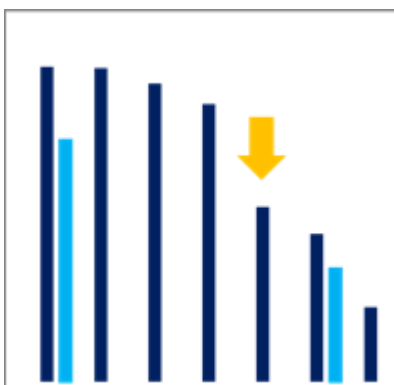
В целом можно сказать, что более “сложные” концепции ремонта также имеют высокий потенциал для экономии благодаря эффекту синергии. Это намного больше, чем просто утепление фасадов, потому что должна быть детально спланирована изоляция всех точек соединения, например, стены/крыша, стены/окна. Помимо того, что сохраняется энергия, требуется больше усилий и изначально нужны более высокие инвестиционные затраты.

Ремонт всего каркаса здания не рекомендуется делать без реконструкции/модернизации, инженерного оборудования для отопления и горячего водоснабжения. По крайней мере, нагревательные приборы в изолированном здании должны иметь устройства контроля температуры/термостаты. Часто инфильтрацию удается остановить после изоляции всей оболочки здания, включая замену окон. Поэтому вентиляция должна обеспечивать необходимый воздухообмен, чтобы сохранить и улучшить комфорт внутри помещений.

Все варианты используют одинаковый стандартный теплоизоляционный материал различной толщины с сопротивлением теплопередаче в 0,035 Вт/(МК). Общие коэффициенты теплопередачи (U-value) для всех элементов, которые используются для вариантов реконструкции, перечислены ниже:

Двери	Крыша	Пол	Стены	Окна	
SNIP 23-02-2003					
R-Values (m ² .K/W)	Door	Roof	Suspended floor	Walls	windows
Climate zone I	0.3	2.8	3.2	2.1	0.3
Climate zone II	0.45	3.7	4.2	2.8	0.45
U values W/(m ² .K)	2,2	0,27	0,23	0,35	2,2
Climate zone III	0.6	4.6	5.2	3.5	0.6
Climate zone IV	0.7	5.5	6.2	4.2	0.7
Climate zone V	0.75	6.4	7.2	4.9	0.75
Climate zone VI	0.8	7.3	8.2	5.6	0.8

Таблица 2 значения в соответствии с законодательство РФ



5.1 Расчет результатов по капитальному ремонту вариант 4



Этот вариант включает в себя слой в 15-ти см изоляции для крыши, 8-10-ти см слой изоляции для наружных стен и 10-ти



см слой изоляции для перекрытия. Кроме того, нужно заменить все окна, чтобы все значения соответствовали требованиям национального законодательства для новых зданий или превышали их.

Это первый вариант, при котором охватывается вся оболочка здания. Здесь подразумевается комплексная реконструкция. Также рекомендуется налаженная система отопления и радиаторы с терморегуляторами .

В таблице ниже показаны дополнительные детали этого варианта.

	Площадь		сопротивление теплопередаче теплоизоляционного материала (R-value)	
Используемая площадь этажа	18095	м ²		
Окна и двери после ремонта	2440	м ²	0,48	м ² К/Вт
Наружные стены после ремонта	8928	м ²	2,8	м ² К/Вт
Крыша после ремонта	1744	м ²	3,7	м ² К/Вт
Фундаментная плита после ремонта	1744	м ²	3,7	м ² К/Вт
Меры для полного ремонта				
Детальное планирование каркаса здания				
Регулируемые отопительные приборы				
Вентиляция				

Таблица 3 вариант 4

Сравнение доли теплопотерь существующего здания и варианта 4 показывает, что потери тепла в результате проникновения через элементы здания уменьшились. Среди элементов здания окна на данный момент имеют наибольший потенциал сохранения энергии. Потери в результате утечки тепла теоретически снизились после замены всех окон. Это отразилось на снижении потерь тепла через вентиляцию. Оставшиеся потери тепла через вентиляцию сейчас составляют наибольшую долю теплопотерь.

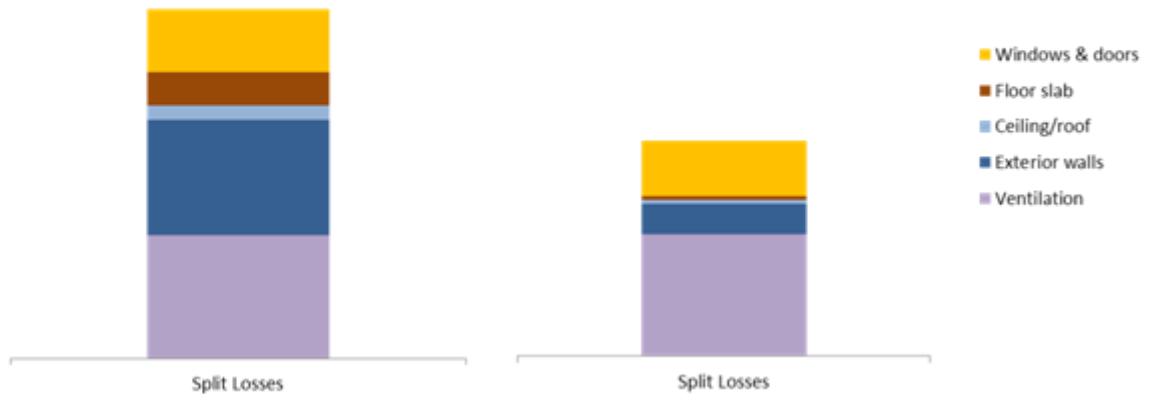


Рисунок 11 Сравнение доли потерь существующего здания (слева) и варианта 4 (справа)

5.2 Расчет результатов по капитальному ремонту вариант 5

Изоляция крыши 20-ти см утеплителем, наружных стен 20-ти см утеплителем, плит перекрытия 15-ти см утеплителем и замена всех старых окон на окна, соответствующие требованиям законодательства Германии для вновь возводимых зданий.

Данный комплекс мер по реконструкции схож с вариантом 4 и также должен быть сопровождается дополнительными мерами:

Концепция вентиляции, регулируемая система отопления и другие меры (см. брошюру).

В этом варианте оболочка здания улучшена довольно хорошо.

	Площадь		Теплосоппротивление теплоизоляционного материала (R-value)	
Используемая площадь этажа	18095	м ²		
Окна и двери после ремонта	2440	м ²	0,55	м ² К/Вт
Наружные стены после ремонта	8928	м ²	3,57	м ² К/Вт

Крыша после ремонта	1744	м ²	5	м ² К/Вт
Фундаментная плита после ремонта	1744	м ²	5	м ² К/Вт
Меры для комплексного ремонта				
Детальное планирование каркаса здания				
Регулируемые отопительные приборы				
Вентиляция				

Таблица 4 Бюллетень варианта 5

5.3 Расчет результатов по капитальному ремонту вариант 6

В варианте 6 для всей оболочки здания используются те же изоляционные слои, как и в варианте 5. Кроме того, в этом варианте значительная доля воздухообмена осуществляется центральной системой вентиляции с рекуперацией около 80 % тепла. Эта технология требует герметизации всего здания, и ее использование может привести даже к достижению стандарта очень низкого энергопотребления.

Варианты ремонта 4, 5 и 6 сравниваются на рисунке 12. Становится ясно, что потери энергии через вентиляцию по-прежнему составляют значительную долю потерь энергии в варианте 5, в то время как потери при передаче тепла меньше по сравнению с вариантом 4. Это приводит теоретически к варианту 6, где механическая вентиляция, герметичность и рекуперация тепла могут компенсировать потери.

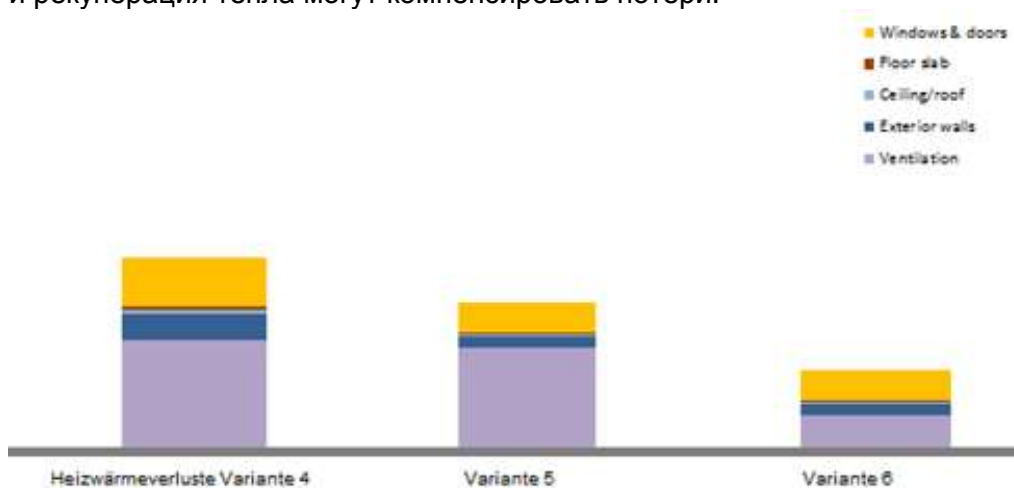


Рисунок 12 Сравнения доли потерь варианта 4, 5 и 6.

5.4 Рассмотрение варианта 4 подробнее

Диапазон этих концепций предоставляет разные возможности в проекте реконструкции. В данных экономических условиях вариант 4 - наиболее приемлемый для улучшения

энергетической эффективности здания. Последующая часть рассматривает конкретные меры по улучшению оболочки здания и инженерного оборудования.

5.4.1 Меры: Замена окон

- Подготовка:
- Замена окон
 - Детальное планирование
 - Демонтаж старых окон
 - Вставка новых окон

Сопrotивление теплопередаче теплоизоляционного материала (R-value) до ремонта:
0,35 м²К/Вт

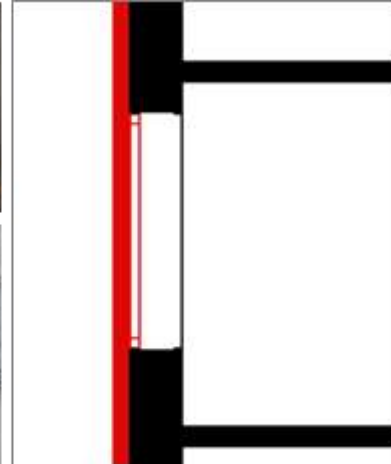
Сопrotивление теплопередаче теплоизоляционного материала (R-value) окон (рама и стекло) после ремонта:

0,48 м²К/Вт

Потенциал экономии:
6 кВт/м² или 7 %

К рассмотрению:

Детальное планирование на стыке стена/окно должно быть сделано правильно, без нежелательной утечки воздуха. Необходим строгий контроль качества монтажа, чтобы гарантировать правильную установку новых окон и достижение именно того коэффициента теплопередачи, который эти окна должны иметь.



5.4.2 Меры: Изоляция (утепление) фасада

- Изоляция наружных стен и основания

Предполагаемая характеристика изоляционного слоя:

8 – 10-ти см слой изоляции с $\lambda = 0,035 \text{ Вт / м}^2 \text{ К}$

Подготовка:

- Устранение повреждений
- Детальное планирование
- Дренаж

Среднее сопротивление теплопередаче теплоизоляционного материала (R-value):
0,84 м² К / Вт



Сопrotивление теплопередаче теплоизоляционного материала (R-value) после ремонта: 2,80 м² К / Вт

Потенциал экономии: 56 кВт / м² или 67%

К рассмотрению:

Выбор системы изоляции должен осуществляться в соответствии с требованиями противопожарной защиты (материал, система фиксации и отделки). Кроме того, все точки соединения стена/окно, стена/крыша/стена в подвале требуют тщательного детального планирования.

5.4.3 Меры: Изоляция крыши

- Изоляция крыши внутри

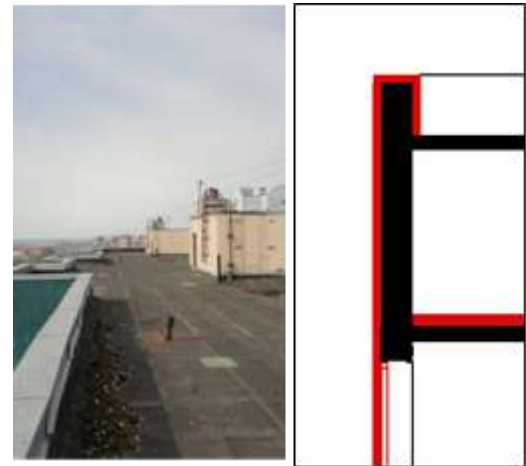
Сопrotивление теплопередаче теплоизоляционного материала (R-value) до ремонта: 1, 20м²К/Вт

Сопrotивление теплопередаче теплоизоляционного материала (R-value) после ремонта: 3, 70м²К/Вт

Потенциал экономии: 7кВт/м² или 8 %

К рассмотрению:

Поскольку нет необходимости ремонтировать верхний слой крыши, изоляционный слой может находиться внутри. Этот слой рулонного изоляционного материала будет размещен на полу технического этажа.



5.4.4 Меры: Изоляция подвала

- Изоляция подвала с 10-ти см слоем изоляции с $\lambda = 0,035$ Вт/м²К

Сопrotивление теплопередаче теплоизоляционного материала (R-value) до ремонта:

0, 53м²К/Вт

Сопrotивление теплопередаче теплоизоляционного материала (R-value) после ремонта:

3, 70м²К/Вт

Потенциал экономии: 15кВт/м² или 18 %

К рассмотрению:

Выбор изоляционного материала и фиксация

5.4.5 Меры: Улучшение или замены системы отопления

Минимальным требованием для функционирования системы отопления является возможность регулирования температуры в каждой комнате, не открывая окна.

Это может быть достигнуто двумя способами:

1. Улучшением однотрубной системы за счет установки байпасов и термостатических вентилей.



Рисунок 13 Байпасы

2. Полной заменой старых труб и установкой новой двойной системы труб и термостатических вентилей.

Применение устройств с регулируемым отоплением приводит к средней экономии около 20%. Это значение основано на опыте работы со зданиями блочного типа в Восточной Германии.

Дальнейшие меры, которые могут быть применены:

- Установка новых тепловых пунктов;
- Изоляция распределительных труб (правило большого пальца: толщина изоляции = внутренний диаметр трубы);
- Гидравлический баланс (экономит около 7% больше энергии).

5.4.6 Меры: Замена системы распределения горячей воды

Потребность энергии на горячее водоснабжения требуется 50 кВтч/м²г. В Германии средний спрос на тепловую энергию для горячего водоснабжения оценивается в 20 кВтч/м²г. Эта разница основывается на опыте. В этом случае разница обусловлена тем, что в Германии, как правило, устанавливаются циркуляционные трубопроводы, что приводит к немедленной подаче горячей воды. В России же вода должна быть накачена из подвала до верхних этажей. Потребности в дополнительной электроэнергии, таким образом, необходимы для насоса. Поэтому рекомендуется установить циркуляционный трубопровод.

Потенциал энергосбережения после установки циркуляционного трубопровода: около 20%

Это значительно уменьшит потребление энергии для горячего водоснабжения, что было доказано на примере модернизации в Казахстане.

К рассмотрению:

Вопрос: сколько жителей зависят от централизованного горячего водоснабжения и сколько не зависят, потому что важно наличие электрических устройств для получения горячей воды в их квартирах.

5.4.7 Меры: Вентиляция

Эта мера важна не только для экономии энергии, но и для обеспечения хорошего качества воздуха в помещениях после замены старых окон.

Примером возможной системы является оконная вентиляция. В этой системе свежий воздух входит через очень небольшие искусственные отверстия между рамой и окном. Эти отверстия оптимизированы таким образом, чтобы воздух мог циркулировать, не становясь при этом слишком холодным. «Отработанный» воздух будет выходить через существующие шахты вентиляции в ванных комнатах. Это решение очень легко осуществить без высокотехнологичных усилий.



Рисунок 14 Искусственные отверстия между рамой и окном

6. Финансирование

6. 1 Грубая оценка стоимости мер реконструкции при выборе варианта 4

Следующая грубая оценка стоимости (табл. 5-7) основывается на немецком опыте, а не на реальных предложениях местных компаний.

Расходы перечислены в трех блоках: затраты на строительство, расходы на инженерное оборудование, строительно-технические мероприятия. Позиции подразделяются на типичные основные позиции: стоимость кровли, изоляция кровли, утепление фасада, ремонт балконов, замена окон и утепление перекрытий. Эти положения должны включать в себя все необходимые задачи, например, правильная фиксация и обработка материала и тщательное исполнение всех точек соединения (стена/окно).

Для технического оснащения существует две опции, разработанные в рамках варианта 4: первая - *улучшение* существующей системы и вторая - *полная замена* инженерного оборудования, а также проведение дополнительных мер, таких, как модернизация или замена лифтов. Стоимость ремонта и совершенствования системы отопления и горячего водоснабжения изложена в расчетном блоке 2. Есть основные позиции: замена теплового пункта, оборудования для гидравлической балансировки системы отопления, установка термостата, клапанов и циркуляционной трубы для холодного и горячего водоснабжения.

Полный обзор замены инженерного оборудования можно найти в расчете блока 3.

Дополнительно к прямым расходам на принятие мер добавляется 15% от суммы на планирование, сборы и другие косвенные расходы во всех 3-х секциях. Значение



ARCEE – Кампания по повышению осведомленности в области энергоэффективности среди участников жилищного строительства в России, Беларуси и Украине

площади были взяты из расчета энергопотребления. Здесь рассматривается только «чистая» жилая площадь. Это позволяет непосредственно рассчитать затраты на квартиру, и эти затраты зависят от размера квартиры.

Все расходы представлены в евро за единицу (колонка «цена за единицу»). В этом случае цены были определены во время реконструкции сопоставимого жилого панельного здания в Восточной Германии. Здание имеет 11 этажей, 14 619 м² используемой площади и, таким образом, может быть сравнимо с рассматриваемым объектом. По предположениям IPBV российские цены, как правило, составляют 70% от цен на такие же работы и материалы в Германии. В случае расчета использования оборудования, которое должно быть импортировано из Германии, затраты оцениваются в 120% от немецкой цены в связи с перевозками, сборами и так далее. Результаты расчетов (немецкая цена с "местным" фактором) представлены ниже.

1 Меры реконструкции	Площадь		Цена за единицу, немецкая цена Евро/м ²	Сумма в евро	Соотношение с русскими ценами за единицу Евро/м ²	Сумма соотношения Евро/м ²
Ремонт крыши	1744	м ²	00	00	70%	00
12-ти см изоляция крыши	1570	м ²	40,00	62.800,00	70%	43.960,00
Изоляция наружных стен	8818	м ²	100,00	881.800,00	70%	617.260,00
Ремонт балконов	720	м ²	250,00	180.000,00	70%	126.000,00
Замена окон R= 0,48	2440	м ²	240,00	585.600,00	70%	409.920,00
Изоляция перекрытий	1480	м ²	35,00	51.800,00	70%	36.260,00
Сумма строительных работ				1.831.760,00		1.282.232,00
Планирование, сборы (пошлина) и т.п.	15%			274.764,00		192.334,80
Общая сумма				2.106.524,00		1.474.566,80
Цена за м ²	13644	м ²		154,39		93,98

Таблица 5 Оценка стоимости строительства: Изоляционные строительные элементы, источник данных: IPB.B



ARCEE – Кампания по повышению осведомленности в области энергоэффективности среди участников жилищного строительства в России, Беларуси и Украине

2 Меры/инженерное оборудование/ремонт и улучшение существующего оборудования	Площадь	Единица	Цена за единицу, немецкая цена Евро/м ²	Сумма в Евро	Соотношение с русскими ценами за единицу Евро/м ²	Сумма в Евро/м ²
Установка новой системы отопления	1		60.000,00	60.000,00	120%	72.000,00
Меры для гидравлической балансировки системы отопления и водоснабжения	13.644	м ²	5,00	68.220,00	70%	47.754,00
Установка термостатов и байпасов (140 евро/1)	13.644	м ²	10,00	136.440,00	70%	95.508,00
Установка циркуляционных труб для горячей воды	13.644	м ²	15,00	204.660,00	70%	143.262,00
Сумма строительных работ с инженерным оборудованием				469.320,00		358.524,00
Планирование, сборы и т.д.	15%			70.398,00		53.778,60
Общая сумма				539.718,00		412.302,60
Цена за м ²	13644	м ²		39,56		30,22

Таблица 6 Оценка стоимости инженерного оборудования: улучшение существующего оборудования, источник данных: IPB.B

3 Меры/инженерное оборудование: Замена инженерного оборудования	Площадь	Единица	Цена за единицу, немецкая цена Евро/м ²	Сумма в Евро	Соотношение с русскими ценами за единицу Евро/м ²	Сумма в Евро/м ²
Установка новой системы отопления	1		60.000,00	60.000,00	120%	72.000,00
Замена отопительных труб	13.644	м ²	50,00	682.200,00	70%	477.540,00



ARCEE – Кампания по повышению осведомленности в области энергоэффективности среди участников жилищного строительства в России, Беларуси и Украине

Установка	13.644	м ²	35,00	477.540,00	70%	334.278,00
Установка новых ванных комнат	236	р	1.500,00	354.000,00	70%	247.800,00
Установка счетчиков	236	м ²	300,00	70.800,00	70%	49.560,00
Замена электроустановки	13.644	м ²	45,00	613.980,00	70%	429.786,00
Ремонт лифтов	4	р	30.000,00	120.000,00	70%	84.000,00
Сумма строительных работ				2.378.520,0 0		1.694.964,0 0
Планирование, сборы и т.д.	15%			356.778,00		254.244,60
Общая сумма				2.735.298,0 0		1.949.208,6 0
Цена за м ²	13644	м ²		200,48		142,86

Таблица 7 Оценка стоимости инженерного оборудования: замена существующего оборудования и ремонт лифтов, источник данных: IPB.B

Суммированные затраты на улучшение ограждающих конструкций здания и улучшение системы отопления составляют около 134 евро за м² в зависимости от варианта 1. Улучшение ограждающих конструкций здания и полная замена системы отопления, а также дополнительные меры приведут к цене в 236,84 евро за м² в качестве варианта 2.

6. 2 Затраты на комплексную реконструкцию одной квартиры

Далее представлен расчет затрат на квартиру и разработку схем финансирования, направленной на улучшение ограждающих конструкций здания и отопительной системы в соответствии с опцией улучшения существующего оборудования. В таблице 8 показаны затраты на одну квартиру.

			Реконструкция каркаса здания		Балконы		Улучшение инженерного оборудования		Планирование , сборы и т.д.		Сумма	
Стоимость			1.156.221,00	Евр о	126.000,00	Евр о	358.524,00	Евро	246.112, 00	Евр о	1.886.857,00	Евр о
Площадь			13644	м ²	720	м ²	13644	м ²	13644	м ²		м ²
Тип квартиры												
	м ²	м ²										
Однокомнатная кв.	39		3.305	Евр о			1.025	Евро	703	Евр о	5.033	Евр о



ARCEE – Кампания по повышению осведомленности в области энергоэффективности среди участников жилищного строительства в России, Беларуси и Украине

Однокомнатная кв. с балконом	39	6	3.305	Евр о	1.050	Евр о	1.025	Евро	703	Евр о	6.083	Евр о
Двухкомнатная кв.	55		4.661	Евр о			1.445	Евро	992	Евр о	7.098	Евр о
Двухкомнатная кв. с балконом	55	3	4.661	Евр о	525	Евр о	1.445	Евро	992	Евр о	7.623	Евр о
Трехкомнатная кв.	80		6.779	Евр о			2.102	Евро	1.443	Евр о	10.325	Евр о
Трехкомнатная кв. с балконом	80	3	6.779	Евр о	525	Евр о	2.102	Евро	1.443	Евр о	10.850	Евр о

Таблица 8 Стоимость ремонта одной квартиры

6.3 Схемы финансирования

Необходимо искать механизмы финансирования комплексного ремонта. Для жителей существуют модели расчета, которые могут быть использованы только для Тверской, 45 в Колпино, при двух специфических допущениях, не реалистичных в России в настоящий момент. В идеале, для всех жителей должна существовать возможность получения банковского кредита на приемлемых условиях, позволяющих выплатить кредит в течение, например, 10-ти лет.

Сейчас получение банковского кредита частными потребителями кажется невозможным. Тем не менее, обычные потребительские кредиты для приобретения техники и других товаров являются достаточно распространенными, и потребители выплачивают ежемесячные суммы. К сожалению, отсутствует государственная программа поддержки специальных кредитных линий со сниженными процентными ставками для реализации мер повышения энергоэффективности.

Тем не менее, таблица 9 показывает, как большие инвестиции могут быть разбиты на меньшие суммы с помощью кредитов.

Общая цена за реконструкцию здания	Процентная ставка	Итоговая цена с периодом выплаты в 10 лет	Общая сумма, меры, итоговая цена в Евро	Ежемесячные выплаты одной квартиры (55 м ² и балкон) в Евро	Предполагаемые сбережения после ремонта на одну кв. (55 м ² и балкон) в Евро	Ежемесячные выплаты минус сбережения на одну кв. (55 м ² и балкон) в Евро
1.886.857,00	0%	0.0	1.886.857,0	59,15	4,00	54,15
	5%	245.291,41	2.132.148,41	71,77	4,00	67,77
	10%	301.897,12	2.188.754,12	73,67	4,00	69,67
	15%	358.502,83	2.245.359,83	75,57	4,00	71,57

Таблица 9

Таблица 9 показывает инвестиции для реконструкции в соответствии с вариантом 4 и доли расходов на одну квартиру средних размеров. Расходы на строительство были рассчитаны с коэффициентом аннуитета, приведенным в таблице 12. Полученные финансовые затраты для процентных ставок 0%-15% приведены в колонках "итоговая цена, процентная ставка ..."

года	5%	10%	15%
1	1,050	1,100	1,150
2	0,538	0,576	0,615
3	0,367	0,402	0,438
5	0,231	0,264	0,298
10	0,130	0,163	0,199
15	0,096	0,131	0,171
20	0,080	0,117	0,160

Таблица 12 аннуитет

В колонке "ежемесячные выплаты" представлены ежемесячные затраты на одну квартиру, которые в идеале должны быть возвращены в течение 10 лет. Эти выплаты снижаются при экономии ежемесячных расходов на отопление и горячую воду. Полученные расходы в месяц в течение этих 10 лет перечислены в столбце "ежемесячные выплаты минус сбережения".

Обсуждения с экспертами привели к заключению, что капитальные ресурсы домовладельцев недостаточны для финансирования проекта реконструкции без национальных систем поддержки. Даже если это было бы возможно для некоторых жителей, всё равно останутся жители, которые не могут или не хотят финансировать ремонт.

Модель энергосервисных контрактов (ЭСКО) является более реалистичным вариантом финансирования, где энергосервисная компания инвестирует в реконструкцию, в то время как экономия затрат энергии по предположениям окупится в течение 7 лет.

7. Заключение

23-летнее здание на Тверской, 45 в Колпино обладает замечательным потенциалом энергосбережения. Это энергосбережение может быть достигнуто только при осуществлении комплексного ремонтного проекта. Отдельные меры могут дать лишь ограниченные улучшения. В целом, при осуществлении энергоэффективной реконструкции и капитального ремонта здания следует рассматривать улучшение оболочки здания и его инженерного оборудования.

Расчет потребности в тепле и рассмотрение различных вариантов ремонта показывают, какие именно усилия обладают максимальным потенциалом энергосбережения. Даже грубые оценки затрат помогают определить, какие альтернативы наиболее разумны при данных экономических условиях. Экономия энергии рассчитывается по некоторым



положениям, касающихся тепловых характеристик, климата и поведения пользователей. В случае реализации реконструкции качество изоляционных материалов и выполнение работ на объекте необходимо контролировать, чтобы обеспечить максимально возможную экономию.

В то же время, расчеты и оценки затрат на выполнение необходимых работ показали, что комплексная реконструкция не является возможной с экономической точки зрения. При существующих в настоящий момент тарифах на энергию расходы на инвестиции выше, чем экономия средств. Общая сумма инвестиций слишком высока для российских условий, не удивительно, что ТСЖ и отдельные домашние хозяйства не могут позволить себе такой комплексный подход к реконструкции. Самофинансирование жителями в настоящее время не представляется возможным. Необходим инвестор с более высоким экономическим потенциалом, чтобы покрыть первоначальные затраты на ремонт. Инвестором не может выступать традиционный банк из-за отсутствия специальных кредитных линий.

Модель ЭСКО может быть более подходящим вариантом для осуществления реконструкции. До сих пор в России нет компании, которая предоставляет весь пакет для комплексной реконструкции. Компании в основном предлагают услуги по совершенствованию системы отопления, такие как установка новых тепловых станций и тепловых счетчиков, или внутридомового освещения. Также не определено, как ЭСКО будет гарантировать качество выполняемых работ и результаты.

В то же время, ТСЖ заинтересован в реализации модели ЭСКО. В рамках проекта ARCEE возможно провести переговоры с ЭСКО и осуществить предложенные варианты ремонта экспертной группой ARCEE в сотрудничестве с местными экспертами.