



СПЕЦИАЛЬНО  
ДЛЯ ЖУРНАЛА  
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

## РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ ОПЫТ ЛИТВЫ

В. Станкявичус, Ю. Карбаускайте, А. Бурлингис, Й. Шадаускене, Институт архитектуры и строительства, Каунасский университет технологии  
Р. Морквенас, кафедра строительства и архитектуры, Каунасский университет технологии

Энергосбережение стало одним из высших приоритетов в Европейском союзе (ЕС), особенно для достижения высоких показателей устойчивого строительства. Однако в эксплуатации находится много старых многоквартирных зданий, характеризующихся низкой энергетической эффективностью. Реконструкция (реновация) таких зданий тормозится не только юридическими и техническими факторами, но и финансовыми, и социальными аспектами. На примере литовского опыта проанализируем различные критерии реконструкции таких зданий и рассмотрим новую модель ее финансирования<sup>1</sup>.

Зависимость от поставок энергоносителей из стран, не являющихся членами ЕС, и увеличение выброса парниковых газов подвигают все страны ЕС принять единую энергетическую политику. Один из наиболее важных секторов данной политики – строительство и эксплуатация зданий, так как он обладает высоким потенциалом экономии первичной энергии. В соответствии с требованиями Директивы 2010/31/ЕС<sup>2</sup> энергопотребление новых зданий должно быть существенно уменьшено, а также приняты меры, направленные на переход к зданиям с нулевым энергетическим балансом к 2020 году. Однако энергопотребление зданий, построенных до 1995 года, все еще очень высоко, и его снижение представляется сложной задачей.

<sup>1</sup> Список используемой литературы приводится в полной версии статьи на [www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=6240](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6240)

<sup>2</sup> Директива ЕС по энергетическим характеристикам зданий (Directive of the Energy Performance of Building – EPBD).

## Строительный сектор Литвы

Литва – одна из стран ЕС, значительную долю жилого фонда которой составляют здания, построенные в советский период, когда требования к теплоизоляции ограждающих конструкций были довольно низкими из-за невысокой стоимости энергоресурсов и в строительстве использовались большие объемы блочных конструкций. Однако средний срок эксплуатации такого многоквартирного здания достигает ста лет, поэтому здания советской эпохи могут использоваться еще достаточно долго.

В Литве эффективность энергоснабжения на нужды жилого сектора в 1,8 раза ниже, чем у других стран ЕС, из-за плохой теплоизоляции ограждающих конструкций зданий и изношенной инфраструктуры теплоснабжения, поэтому выполнить требования Директивы 2010/31/ЕС возможно благодаря реконструкции зданий, особенно многоквартирных домов.

### Планы по реконструкции зданий

Литва включила реконструкцию многоквартирных домов в стратегические планы устойчивого развития. Общие цели программы реконструкции жилых домов, подготовленной и запущенной правительством Литовской республики (2004 год), заключаются в следующем:

- модернизировать 70 % многоквартирных домов (24 000 зданий), построенных до 1993 года, за счет средств домовладельцев, муниципалитетов, государства и структурных фондов ЕС;
- уменьшить энергопотребление на отопление 1 м<sup>2</sup> площади модернизированных многоквартирных зданий как минимум на 30 % по сравнению с энергопотреблением до реконструкции.

За 2005–2012 годы реконструировано только 481 здание. На данный момент правительство Литвы совершенствует юридические инструменты проведения реконструкции с целью ускорения процесса снижения энергопотребления и роста использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в жилом секторе. Несмотря на это, в подготовленном наборе проектов по реконструкции многоквартирных домов имеются значительные неточности из-за существенных различий между расчетными и фактическими значениями энергопотребления на отопление, надежности определения экономической эффективности мер энергосбережения, увеличения рисков в мероприятиях для конечного пользователя.

### Барьеры, мешающие реконструкции зданий

Проведению реконструкции зданий препятствуют не только правовые и технические моменты, но и финансовые возможности жителей и социальные аспекты их поведения. В отличие от общепринятой европейской практики, все квартиры в Литве приватизированы, и каждый владелец квартиры является совладельцем всего здания. Множество совладельцев со своим собственным мнением, мотивациями и финансовыми возможностями усложняет принятие единого решения по модернизации здания, которой требует действующее законодательство.

Зачастую доход жильцов многоквартирных домов старой постройки почти равен затратам на отопление, а в некоторых случаях и меньше. Для социально незащищенных групп государство покрывает стоимость отопления из собственного бюджета. Другая большая группа жильцов, проживающих в таких зданиях, – семьи со средним уровнем дохода, не получающие государственной

## СПРАВКА

Директива 2012/2/ЕС обязывает все страны ЕС до 2020 года уменьшить потребление энергии в зданиях в общем на 20 %.

Строительно-технический регламент STR 2.05.01:2012 «Проектирование энергоэффективных зданий» предусматривает, что здания, строительство которых началось после 1 января 2014 года, должны иметь класс энергоэффективности не ниже C, а значения коэффициента теплопередачи наружных ограждений зданий не должны превышать:

- для крыш 0,16 Вт/(м<sup>2</sup>·°C); толщина теплоизоляционного материала 15–20 см, коэффициент теплопроводности 0,035 Вт/(м·°C);
- для граничащих с грунтом обновленных наружных конструкций 0,25 Вт/(м<sup>2</sup>·°C);
- для стен 0,20 Вт/(м<sup>2</sup>·°C);
- для окон и дверей 1,6 Вт/(м<sup>2</sup>·°C).

Нормативное значение воздухообмена при разности давления в 50 Па – 1,5 ч<sup>-1</sup>.

Показатели энергоэффективности класса C–C1 ≤ 1,0; C<sub>2</sub> < 0,99.

поддержки. Обычно на отопление тратится 30–40% семейного дохода во время отопительного периода.

Казалось бы, высокая стоимость отопления должна стать серьезной мотивацией для реконструкции зданий. Однако жителей отпугивает необходимость срочного получения займа, внесения обеспечения и выплаты процентов, а также необходимость разработки проекта реконструкции, его согласования и т. д., поэтому мероприятия по энергосбережению в старом жилом фонде внедряются не столь успешно, как планировалось. Для изменения ситуации требуется внешняя финансовая поддержка.

### Возможности снижения теплопотребления зданий

Многоквартирные жилые дома в Литве отапливаются централизованно. Для того чтобы снизить стоимость отопления, следует, во-первых, снизить цены на тепловую энергию, во-вторых, значительно уменьшить теплопотребление зданий (см. справку).

При реконструкции многоквартирных домов очень важно модернизировать системы отопления и горячего водоснабжения. Здесь инвестиции относительно невелики по сравнению со строительными работами, а достигаемая экономия тепловой энергии существенна. Балансировка однотрубной системы отопления экономит около 10%, а переход на двухтрубную систему с квартир-

ными счетчиками тепла – еще 10%. Вентиляция должна соответствовать гигиеническим стандартам. Обновлять только наружные ограждения здания, получаем частичный эффект, и после некоторого времени системы отопления неизбежно будут требовать обновления.

Важно обеспечить индивидуальный учет потребления тепла. Владелец квартиры должен иметь возможность регулировать потребление тепла. Нормы ЕС также рекомендуют такие меры.

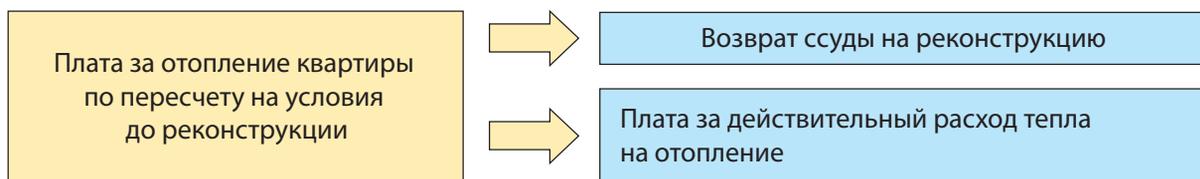
### Вопросы финансирования

Процесс реконструкции многоквартирных жилых домов, как уже упоминалось, проходит медленно. Отсутствие в Литве инвестиций и нежелание жильцов брать на себя обязательства перед банками являются наиболее серьезным препятствием. Любые рекламные и информационные мероприятия оказываются недостаточно эффективными.

Новая модель финансирования построена на привлечении инвестиций специального муниципального или независимого предприятия (например, департамента городского муниципалитета, агентства, строительного предприятия и т. д.), которое вкладывает средства в реконструкцию. Затем все заинтересованные стороны участвуют в процессе реконструкции, имея каждая свои обязательства и выгоды (табл. 1).

**Таблица 1** Осуществление и финансирование реконструкции многоквартирных жилых домов

Заинтересованные стороны	Объем инвестиций, %	Ответственность	Выгода от реконструкции многоквартирного дома
Владельцы квартир	0	– Плата за отопление	– Уменьшение платы за коммунальные услуги – Улучшение микроклимата помещений – Увеличение долговечности зданий
Инвесторы	85	– Базовое финансирование – Гарантии качества выполнения проекта – Соблюдение сроков и контроль	Для муниципалитета: – Снижение спроса на энергоресурсы – Снижение затрат на благоустройство – Снижение затрат на пособия неимущим – Высвобожденные деньги можно использовать для других нужд города
Правительство	15	– Назначение или выбор координатора – Правовая база – Контроль – Подготовка типовых проектов для различных групп зданий с альтернативными решениями и мерами	– Создание новых мест работы – Снижение безработицы в строительном секторе – Более активная экономика – Снижение спроса на энергоресурсы – Увеличение энергетической независимости – Улучшение социального климата и престижа государства в глазах жителей



**Рис. 1.** Принципиальная схема возврата инвестиций после реконструкции многоквартирного дома

Чтобы мотивировать жильцов одобрить проведение реконструкции, необходимо уменьшить плату за энергию за счет сэкономленной энергии сразу после реализации проекта реновации. Чтобы такая модель оплаты стала эффективной, платежи жильцов за потребленную энергию должны быть изменены так, чтобы денежные потоки между жильцами и инвестором соответствовали сэкономленному количеству энергии (рис. 1).

Данная схема оплаты действует следующим образом: инвестор рассчитывается с поставщиком энергии в соответствии с показаниями индивидуальных измерительных приборов, а жильцы платят за отопление инвестору в соответствии с расчетным потреблением тепла по пересчету на условия до реконструкции. У жильцов также есть и другая возможность: оплатить два счета – один поставщику энергии за поставленное тепло после реконструкции, а второй инвестору за разницу между расходами на отопление до и после реконструкции.

### Учет климатических данных

Строительные объемы реконструкции в значительной степени зависят от срока окупаемости банковских кредитов. На данный момент срок окупаемости определяется по нормативным значениям градусо-суток отопительного периода (РСН 156–94, табл. 2.6) и предполагаемым ценам на тепловую энергию. По данным проведенных исследований значение градусо-суток отопительного периода (ГСОП) может отличаться от нормативного на 20 % (рис. 2). К тому же не представляется возможным надежно предсказать изменение стоимости тепловой энергии. Реальный срок окупаемости мер реконструкции может до 30 % отличаться от продолжительности банковского кредита.

Плата за отопление квартир различна в каждый отопительный период. Настоящий срок окупаемости всегда будет отличаться от размера кредита, и тогда возможны варианты:

- у владельца квартиры будет недостаточно средств, чтобы покрыть банковский кредит, и придется доплатить;



**Рис. 2.** Градусо-сутки для Каунаса

■ часть банковских кредитов не будет использована, и владелец квартиры сможет расторгнуть договор с банком и уменьшить размер кредита.

Сотрудники Института архитектуры и строительства под руководством профессора В. Станкявичуса подготовили методологию финансирования реконструкции зданий с определением окупаемости за каждый год, в соответствии с реальной ценой тепловой энергии и учетом реального количества ГСОП.

## Инвестиционная модель реконструкции многоквартирных зданий

Если владельцы квартир согласились на проведение реконструкции и ведутся переговоры с потенциальными инвесторами, необходимо определить расчетное значение энергопотребления на отопление здания (средняя удельная энергетическая нагрузка на отопление здания) как среднее значение энергопотребления, определенного по показаниям приборов учета на протяжении не менее трех последних отопительных периодов на  $1 \text{ м}^2$  отапливаемой площади. Это значение следует сравнить с результатами сертификата EPB.

Энергопотребление здания после реконструкции рассчитывается как учтенное энергопотребление здания на отопление с учетом рассматриваемого числа ГСОП на  $1 \text{ м}^2$  отапливаемой площади. Соотношение полученных значений представляет собой коэффициент для пересчета величины энергопотребления на отопление здания. Владелец квартиры должен оплатить пересчитанное количество энергии в соответствии с условиями до реконструкции. Это значение определяется умножением количества учтенной энергии на коэффициент пересчета. Такой порядок оплаты сохраняется, пока инвестиции не будут полностью покрыты. Схема реализации предложенного метода приведена на рис. 3.

Порядок определения расчетных значений энергопотребления на отопление здания до и после реконструкции подробно описан в полной версии статьи<sup>3</sup>.

### Пример реконструкции жилого здания

Реконструируем 55-квартирный жилой дом с квартирами площадью  $60 \text{ м}^2$ . Заменены 30% окон и тепловой пункт. Средние инвестиции составляют  $85 \text{ евро/м}^2$  отопитель-



Дома, построенные до 1995 года, вид сегодня

ной площади; всего инвестиций на квартиру 5 200 евро. Климатические данные отопительного периода за 1997–2012 годы взяты из баз данных теплоснабжающих организаций<sup>4</sup>. Изменение цен на тепловую энергию оценено по рекомендациям ЕС.

В здании были реализованы следующие энергосберегающие мероприятия:

- дополнительная теплоизоляция наружных стен и крыши;
- замена магистральных трубопроводов горячего и холодного водоснабжения, канализации и водостоков;

<sup>3</sup> См. сайт [www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=6240](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6240)

<sup>4</sup> Авторы выражают благодарность Литовской ассоциации централизованного теплоснабжения (Lithuanian District Heating Association) за предоставленные данные по энергоснабжению многоквартирных домов и климатические данные.



**Рис. 3.** Схема модели инвестиций в реконструкцию многоквартирных домов

- замена радиаторов и трубопроводов системы отопления с установкой балансировочных клапанов;
- замена окон и наружных дверей;
- замена теплообменника в тепловом пункте;
- остекление балконов;
- изоляция стен подвала и устройство дождевого уклона в подвале.

Теплотехнические параметры ограждающих конструкций здания до и после реконструкции сравниваются в табл. 2.

Стандартное значение 3789 градусо-суток для отопительного периода предусмотрено руководством по климатологии зданий Литвы (RSN 156–94).

Предложен вариант схемы платежей в результате реконструкции данного здания в соответствии с предложенным методом для квартир со средней площадью 60 м<sup>2</sup> (табл. 3). Окупаемость инвестиций должна составить 3588 евро по 3%-ной пониженной ставке. Такой

платеж представляет собой очень тяжелую нагрузку для большинства жильцов с низким и средним доходом. Исследования, посвященные анализу строительной отрасли Литвы и других постсоветских стран, показывают заинтересованность жильцов в небольших инвестициях с малым сроком окупаемости. Таким образом, предложенная программа проведения реконструкции зданий не привлекает владельцев квартир.

Платеж будет полностью возвращен лишь в 14-й год, при этом предполагаемый уровень энергосбережения 40%. В данном расчете градусо-сутки реального отопительного периода используются в качестве примера. Для расчета платежа за энергопотребление принят множитель 0,9.

### Анализ энергопотребления здания

Оценка энергопотребления здания с применением градусо-суток важна для всех стран Европы. Энергопотребление зданий в разных странах существенно различается, так как зависит от климата и уровня теплозащиты зданий. В зимний период в северных странах на отопление приходится большая часть энергозатрат, а в южных энергия расходуется преимущественно на охлаждение воздуха. Планируя реконструкцию здания, при оценке результатов необходимо учесть вентиляцию и охлаждение воздуха.

Результаты анализа энергопотребления на отопление рассматриваемого 55-квартирного здания до и после его реконструкции представлены в табл. 3. До реконструкции наблюдалось значительно завышенное энергопотребление весной. Таким образом, регулировка системы отопления была недостаточно эффективна. После реконструкции в 2009 году энергопотребление на отопление уменьшилось, а колебания соответствуют изменениям температуры наружного воздуха.

**Таблица 2** Теплотехнические характеристики наружных ограждений до и после реконструкции

Наружное ограждение	Коэффициент теплопередачи $U$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	
	До реконструкции	После реконструкции
Наружные стены	1,00	≤ 0,20
Совмещенная крыша	1,25	≤ 0,16
Перекрытие подвала	0,75	0,75
Окна	2,60	≤ 1,60
Наружные двери	2,50	≤ 1,60

**Таблица 3** Финансовые расходы за период окупаемости в реконструируемом 55-квартирном доме (для квартиры 60 м<sup>2</sup>)

Год окупаемости	Градусо-сутки	Средняя температура отопительного сезона, °С	Цена тепловой энергии, евро/кВт·ч	Затраты на отопление квартиры, евро в год		Получаемая экономия на отопление квартиры, евро в год
				До реконструкции	После реконструкции	
1	3 618	0,9	0,087	808,04	414,45	393,59
2	3 829	0,6	0,090	775,02	453,83	364,05
3	3 462	1,1	0,093	798,77	423,42	375,35
4	3 430	1,8	0,096	816,15	432,69	383,46
5	3 401	0,8	0,098	833,82	441,96	391,86
6	4 212	-1,8	0,101	1 063,20	563,60	499,59
7	3 733	0,1	0,104	969,07	513,79	455,28
8	3 605	0,4	0,107	961,83	510,02	452,10
9	4 078	-1,1	0,110	1 117,64	592,56	525,08
10	3 298	2,0	0,113	927,65	491,77	435,88
11	3 407	2,5	0,116	98,18	521,03	461,94
12	3 475	0,6	0,119	1 027,28	544,78	482,80
13	3 558	-1,3	0,122	1 168,62	619,50	549,12
14	3 956	-1,4	0,125	1 226,83	650,49	576,34
15	3 652	-0,1	0,127	1 158,77	614,28	544,49
Сумма				13 750,87	7 788,12	6 890,93
Среднее	3 668	0,3	0,110	916,72	519,21	459,40
Инвестиции			5 220			

При пересчете энергопотребления следует учитывать внутренние теплопоступления. На них до реконструкции обычно приходится до 10 % энергетического баланса многоквартирного здания. Если ограждающие конструкции здания после реконструкции соответствуют действующим требованиям строительных норм (STR 2.05.01:2013), внутренние теплопоступления окажут большее влияние на расчет градусо-суток и эффективности энергопотребления.

После окупаемости инвестиций жильцы будут платить только поставщику за потребленную тепловую энергию. Важно, чтобы платежи инвестору делались с учетом изменений в ценах на тепловую энергию и изменения климатических условий.

### Перспективы

Реализация предложенной инвестиционной модели расширит возможности реконструкции многоквартир-

ных зданий и ускорит данный процесс. В результате теплопотребление многоквартирного здания снизится на 40–50 %. Помимо уменьшения счетов за отопление, почти на месяц сократится отопительный период: около 5 месяцев вместо 6.

Чтобы процесс снижения теплопотребления старыми зданиями не замедлялся, государство должно координировать действия от лица жильцов через решение финансовых вопросов, связанных с реализацией программы реконструкции. Если цена на тепловую энергию начнет расти и ее потребление не уменьшится, жильцы с низким уровнем дохода столкнутся с серьезными трудностями при оплате счетов, что приведет к росту задолженности перед поставщиками тепловой энергии и создаст негативные социальные последствия.

Необходимо создать специальные учреждения в муниципалитетах для участия в реализации проектов по реконструкции зданий, поскольку наибольшую выгоду от этого получают местные органы власти. ■