

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕМИНАР ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МАРКИРОВКА ЗДАНИЙ И РАСЧЕТ УРОВНЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ЗАТРАТ

22 апреля 2025 – Астана, Казахстан

**Оптимальный уровень энергоэффективности: баланс затрат,
экономических и экологических выгод**

Агрис Камендерс
Эксперт по сертификации устойчивых зданий, SECCA

Основные типы кодексов по энергоэффективности (ЭЭ) зданий

Предписывающие кодексы энергоэффективности

Устанавливают конкретные критерии эффективности для отдельных компонентов и систем здания

Основные требования:

- **Тепловые характеристики:** коэффициенты теплопроводности для стен, окон, крыш и других ограждающих конструкций здания
- **Эффективность оборудования:** Минимальные стандарты эффективности для систем освещения, котлов, вентиляционных установок и систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
- **Ориентированность на соответствие:** соответствие требованиям на уровне компонентов на основе заранее определенных контрольных показателей

Кодексы энергоэффективности, основанные на производительности

Сосредоточены на общих энергетических характеристиках всего здания, а не отдельных компонентов. Допускают компромиссы между компонентами, например, снижение теплоизоляции компенсируется более высокой эффективностью окон

Основные требования:

- **Энергетические ограничения:** максимально допустимое энергопотребление или энергоемкость (например, кВт·ч/м² в год)
- **Конкретные показатели энергопотребления** – маркировки энергоэффективности, например, общее энергопотребление (кВт·ч/м²/год) или пиковая потребляемая мощность (Вт/м²)

Кодексы энергоэффективности, основанные на результатах

Требуют демонстрации и верификации фактических энергетических показателей после заселения в течение определенного периода (например, 12 месяцев)

Основные требования:

- **Измеренные показатели:** оценка реального энергопотребления на основе эксплуатационных данных
- **Эффективность систем здания,** таких как вентиляция (м³/Вт·ч - объем перемещенного воздуха в сравнении с энергопотреблением) и системы освещения (лм/Вт - люмены на ватт)
- **Процесс верификации:** постоянный мониторинг и/или лабораторные испытания для обеспечения соответствия требованиям



Установление стандартов энергоэффективности

Технические причины

Предотвращение образования структурно-физических дефектов в зданиях и их конструктивных элементах

- Предотвращение образования структурно-физических дефектов в зданиях и их конструктивных элементах
- Снижение риска потери теплопроводности и повреждения ограждающих конструкций от промерзания
- Предотвращение образования плесени и рисков накопления влаги
- Минимизация сквозняков и тепловых мостов
- Снижение риска аварий, связанных с повреждением конструкций или сбоями в работе систем

Причины, связанные со здоровьем и комфортом

Обеспечение в здании необходимых комфортных условий для пользователей (проживание, работа, обучение и т.д.)

- Обеспечение оптимального уровня комфорта
- Повышение производительности
- Снижение уровня загрязнения воздуха в помещении и связанных с этим рисков для здоровья
- Предотвращение респираторных заболеваний, вызываемых плесенью и сыростью



Funded by
the European Union

Установление стандартов энергоэффективности

Макроэкономические причины (национальные перспективы)

Общее развитие строительного сектора и национальной экономики

- Новые возможности для бизнеса. Позиционирование страны в качестве лидера в области энергоэффективных строительных технологий
- Создание рабочих мест в строительстве, модернизации и энергосервисной отрасли
- Фокус на энергоэффективности вместо энергетических субсидий, что позволит снизить налоговое бремя
- Рациональное использование ресурсов
- Адаптация к изменению климата – снеговые нагрузки, отвод дождевой воды и другие связанные с этим аспекты

Макроэкономические причины (перспективы частного сектора)

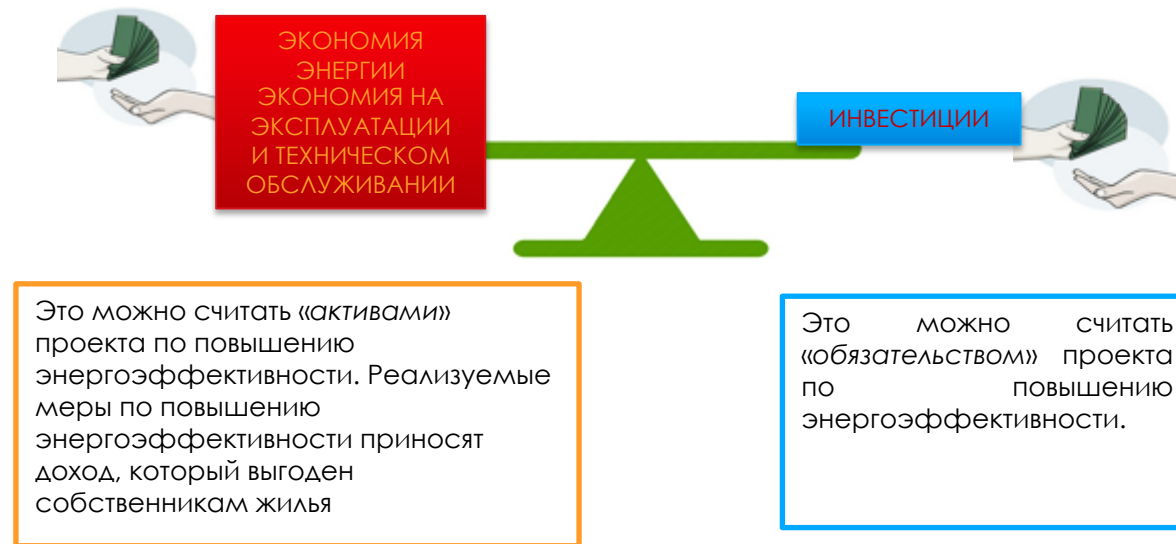
С точки зрения частных собственников зданий и инвесторов

- Более высокая стоимость недвижимости
- Снижение затрат на электроэнергию и техническое обслуживание
- Эстетика и архитектурная интеграция
- Снижение подверженности колебаниям цен на энергоносители
- Повышение ценности, престижа и репутации благодаря устойчивому развитию
- Повышение рыночной привлекательности для аренды или перепродажи



Почему важно понимать оптимальный, с точки зрения затрат, уровень энергоэффективности зданий

«При установлении требований к энергоэффективности важнейшим вопросом является понимание того, до какого момента дальнейшие инвестиции в повышение энергоэффективности остаются экономически эффективными, поскольку каждый дополнительный сэкономленный киловатт-час (кВт/ч) обычно обходится дороже».



ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ=расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание.

Должны ли мы стремиться к повышению энергоэффективности на основе подхода по сокращению спроса? — со стороны спроса (инвестиции в здания) — или, наоборот, мы должны сосредоточиться на повышении энергоэффективности преобразования энергии? — со стороны предложения (инвестиции в производство энергии)

Микроэкономический аспект в разрезе частного сектора

Товарищество собственников жилья / собственники жилья

- Цель – предоставить достаточную информацию для принятия обоснованного решения о проекте реконструкции здания
- Понимание того, чем чревато "бездействие"!

Финансовое учреждение

- Цель – предоставить достаточную информацию для понимания рисков и оценки денежных потоков для принятия решения о финансировании проекта



Ключевые факторы:

- ✓ **Рентабельность:** важно понять, будет ли проект приносить достаточную выручку (доход) для покрытия расходов по проекту
- ✓ **Платежеспособность:** важна, поскольку она определяет способность собственников жилья выполнять финансовые обязательства и текущие расходы на жилье (коммунальные платежи, ремонт дома, управление и т.д.)

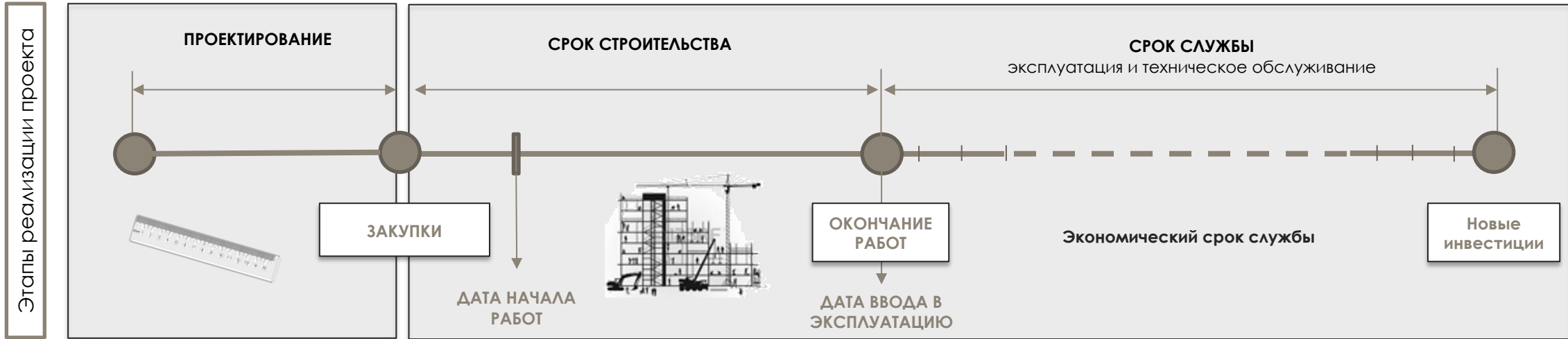
Макроэкономика с точки зрения страны

- Реконструкция многоквартирных домов создает **значительную экономическую ценность**, создавая **17 рабочих мест на каждый** инвестированный **1 миллион евро** в год — **10 в строительстве** и **7 в консалтинге и производстве**
- **Налоговые поступления покрывают 32-33%** от общих расходов на реконструкцию, что делает государственную поддержку программ реконструкции практически **нейтральной с финансовой точки зрения**
- По сравнению со стратегиями минимального ремонта, **комплексная энергоэффективная реконструкция** повышает качество жизни, стоимость активов и показатели национальной экономики, что подтверждает **высокую отдачу от таких инвестиций как для частных лиц, так и для государственного бюджета**



* Э. Пикас, Дж. Курницки, Р. Лиис, М. Талфельдт, Количественная оценка экономических выгод от реконструкции многоквартирных домов как основание для разработки оптимальных по затратам стратегий энергоэффективности до 2030 года, Энергетика и здания, том 86.

Инвестиционные затраты на реконструкцию здания



- ✓ Энергоаудит,
- ✓ Техническая инженерная оценка,
- ✓ Архитектурное проектирование,
- ✓ Техническое проектирование,
- ✓ Разрешения,
- ✓ Заявка на получение гранта
- ✓ Затраты на финансирование, такие как банковские сборы за оформление кредитов
- ✓ Налоги, такие как НДС

- ✓ Затраты на строительство и монтаж (организация строительной площадки, материалы, оборудование, работы и т.д.),
- ✓ Надзор,
- ✓ Документация,
- ✓ Введение в эксплуатацию,
- ✓ Обучение,
- ✓ Налоги, такие как НДС



Годовая чистая экономия

ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГИИ

В проектах по повышению энергоэффективности после реализации мер, обусловленных вложенными инвестициями, потребление энергии (МВт-ч/год) снижается по сравнению с базовым уровнем

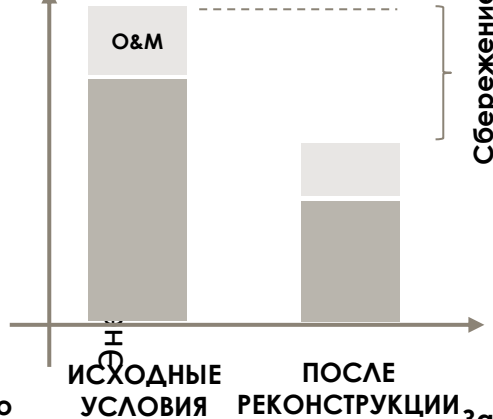
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В дополнение к сэкономленной энергии, если меры требуют дополнительного обслуживания (например, новая система вентиляции) или меньшего обслуживания (например, не понадобится аварийный ремонт труб отопления), это должно быть учтено

евро/год



ИСХОДНЫЕ УСЛОВИЯ
Затраты на энергию
Затраты на эксплуатацию и техобслуживание



ПОСЛЕ
Затраты на энергию
Затраты на эксплуатацию и техобслуживание

$$C = S \cdot E \pm \Delta O\&M$$

	$C = S \cdot E \pm \Delta O\&M$	
C	Годовая чистая экономия	евро/год
S	Энергосбережение	МВтч/год
E	Тарифы на электроэнергию	евро/МВтч
$\Delta O\&M$	Изменения в затратах на эксплуатацию и техобслуживание	евро/год

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ: расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание

Движение денежных средств и рентабельность

Эталонное среднестатистическое здание:

- Тип серии, серия здания
- Расчетный участок
 - 3000 м²
- Текущее потребление тепловой энергии:
 - 297 кВт*ч/м² в ГОД
 - 891 МВтч/ГОД



Расчет рентабельности – простой срок окупаемости

Простой срок окупаемости $PCO = \frac{\text{Инвестиции}}{\text{Годовая чистая экономия}} = \frac{C_0}{C}$, выраженный в годах

Пример

- Проект - Нормативный пакет
- Инвестиции – 269 000 евро
- Годовая чистая экономия – 41,2%
- Годовая чистая экономия – евро/год

▪ $PCO = \frac{\text{Инвестиции}}{\text{Годовая чистая экономия}} = \frac{269\,000 \text{ евро}}{3670,86 \text{ евро/year}} \sim 73 \text{ года}$

	До	После	Сбережение
Потребление энергии, МВтч/год	891	523,91	367,09
Тариф евро/МВтч	10	10	10
Потребление энергии, евро/год	8910	5239,14	3670,86

Тариф на центральное отопление

Центральное отопление (апрель 2025 года)

Центральное отопление	Жилищное
Астана	~5,76 евро/МВтч
Алматы	~12,93 евро/МВтч
Рига	~74,17 евро/МВтч

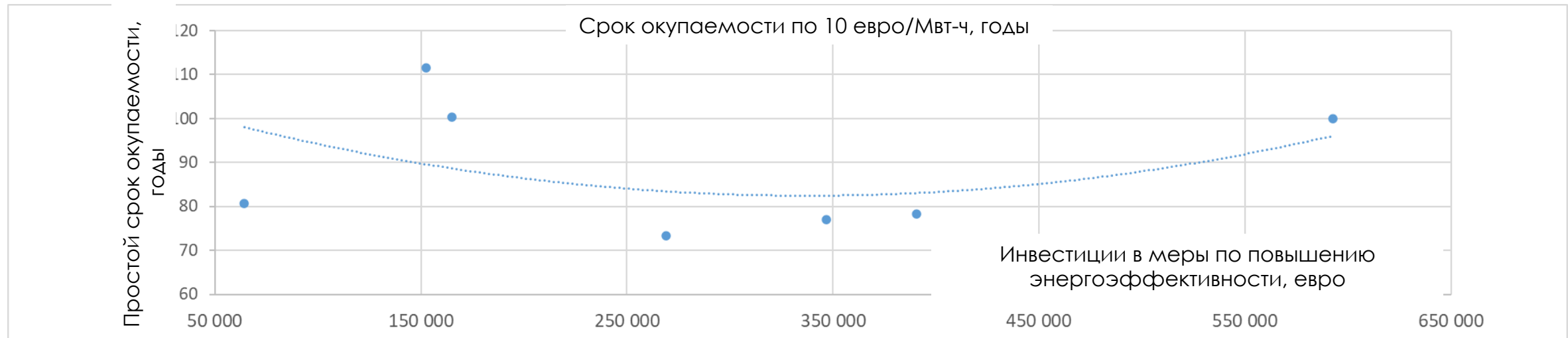
Электричество (апрель 2025 года)

Электричество	Жилищное
Астана	~33,8 евро/МВтч
Алматы	~45,2 евро/МВтч
Рига	~100 евро/МВтч

Анализ мер по повышению энергоэффективности

Меры по повышению энергоэффективности		Более простые пакеты мер			Базовый пакет	Мин. общий пакет	Улучшенный пакет	Пакет повышенной энергоэффективности
Замена окон	Единица теплопотерь (Вт/м²К)					1,54	1,10	1,10
Теплоизоляция наружных стен	Толщина (м)				0,12	0,15	0,20	0,20
Замена наружной двери	Единица теплопотерь (Вт/м²К)					2,0	1,3	1,2
Теплоизоляция технического чердака/крыши	Толщина (м)		0,19	0,19	0,19	0,19	0,2	0,25
Теплоизоляция перекрытия подвала	Толщина (м)			0,10	0,10	0,14	0,1	0,15
Новая тепловая подстанция с автоматической температурной компенсацией		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Реконструкция системы отопления помещений		Частичная	Полная	Полная	Полная	Полная	Полная	Полная
Механическая вентиляция с регенерацией тепла								✓
Предполагаемые инвестиционные затраты		64 300 евро 21 евро/м²	152 600 евро 51 евро/м²	164 900 евро 55 евро/м²	269 000 евро 90 евро/м²	346 700 евро 116 евро/м²	390 500 евро 130 евро/м²	592 700 евро 198 евро/м²
Расчетная экономия энергии		8,9%	15,3%	18,4%	41,2%	50,5%	55,9%	66,6%
Простой срок окупаемости * Тариф на отопление: 10 евро/МВтч, годы		80,74	111,58	100,41	73,27	77,02	78,37	99,90
Простой срок окупаемости *Тариф на отопление: 75 евро/МВтч, годы		10,76	14,88	13,39	9,77	10,27	10,45	13,32

Простой срок окупаемости



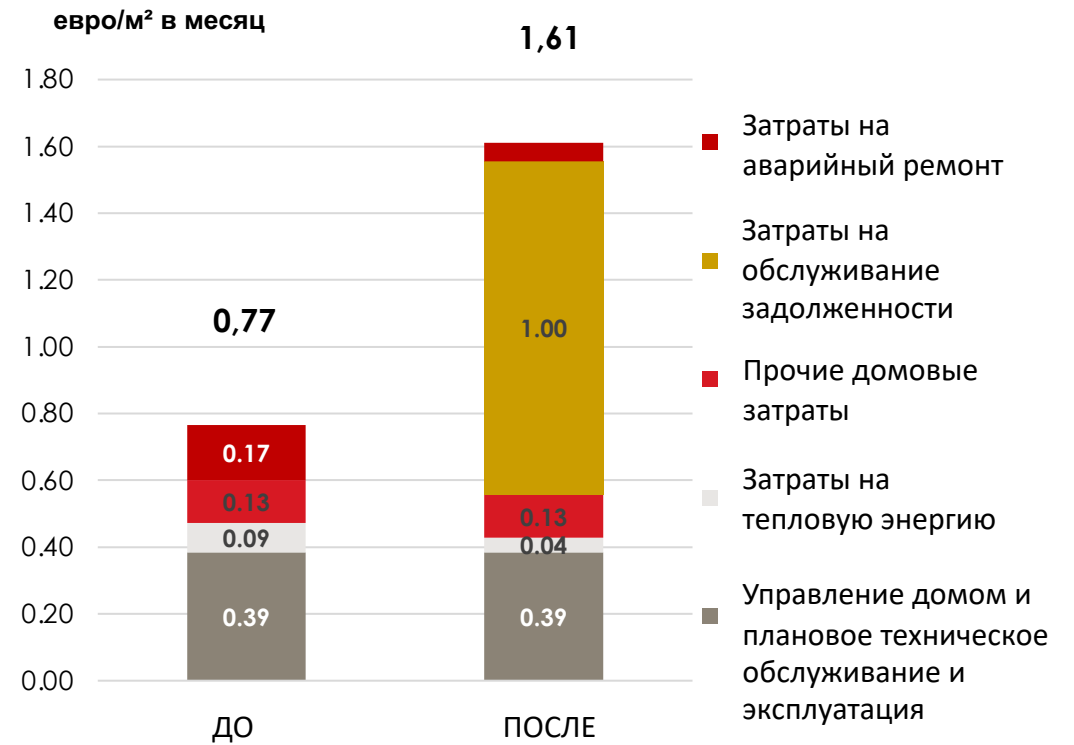
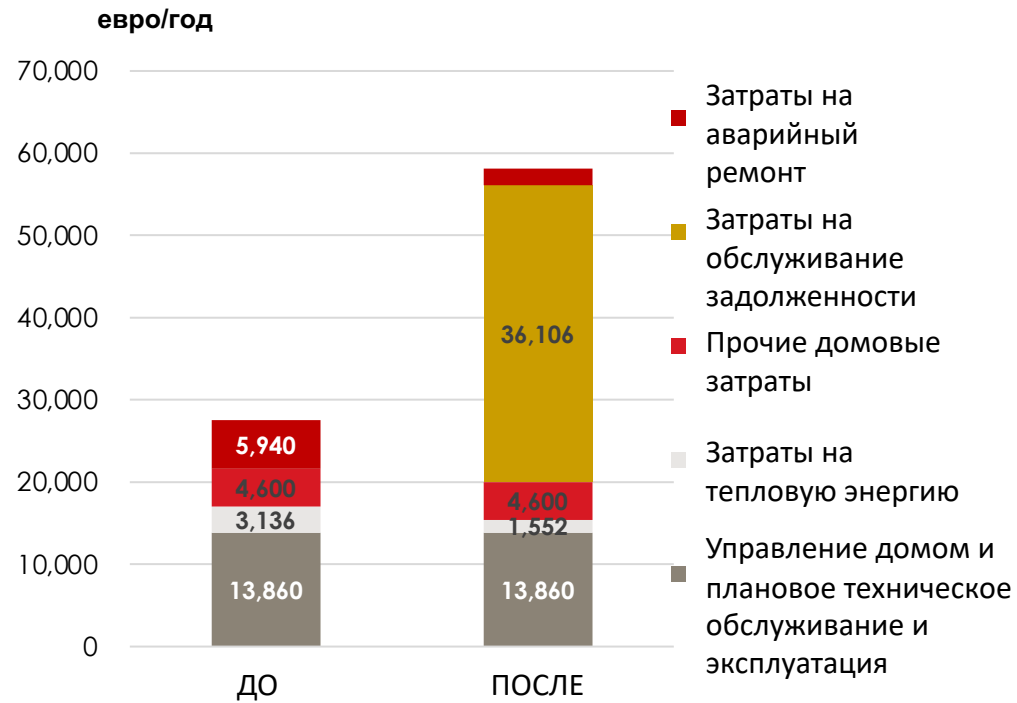
Движение денежных средств по конкретному сценарию реконструкции

- Инвестиции – 381 381 евро (включая НДС)
- Годовая чистая экономия – 3564 евро в год (включая НДС)
- Инфляция – 6,5% (индекс потребительских цен) и 3% (энергетика)
- Экономический срок службы – 20 лет
- Аннуитетный кредит – процентная ставка 10,5%, срок погашения 15 лет



Движение денежных средств по проекту	0	1	2	3	4	5	...	11	12	13	14	15	16	...	19	20
Инвестиции	-381 381															
Финансирование																
Кредит коммерческого банка	266 967															
Собственный капитал	114 414															
Субсидии/ гранты	-															
Расходы на обслуживание долга		-36 107	-36 107	-36 107	-36 107	-36 107	...	-36 107	-36 107	-36 107	-36 107	-36 107	-	-	-	-
Чистая годовая экономия		3 564	3 740	3 916	4 093	4 269	...	5 326	5 502	5 679	5 855	6 031	6 207	...	6 736	6 912
Чистый денежный поток	-114 414	-32 543	-32 366	-32 190	-32 014	-31 838	...	-30 781	-30 604	-30 428	-30 252	-30 076	6 207	...	6 736	6 912
Накопленный денежный поток		-146 957	-179 324	-211 514	-243 528	-275 366	...	-462 692	-493 296	-523 724	-553 976	-584 052	-577 845	...	-558 165	-551 253

Представление результатов

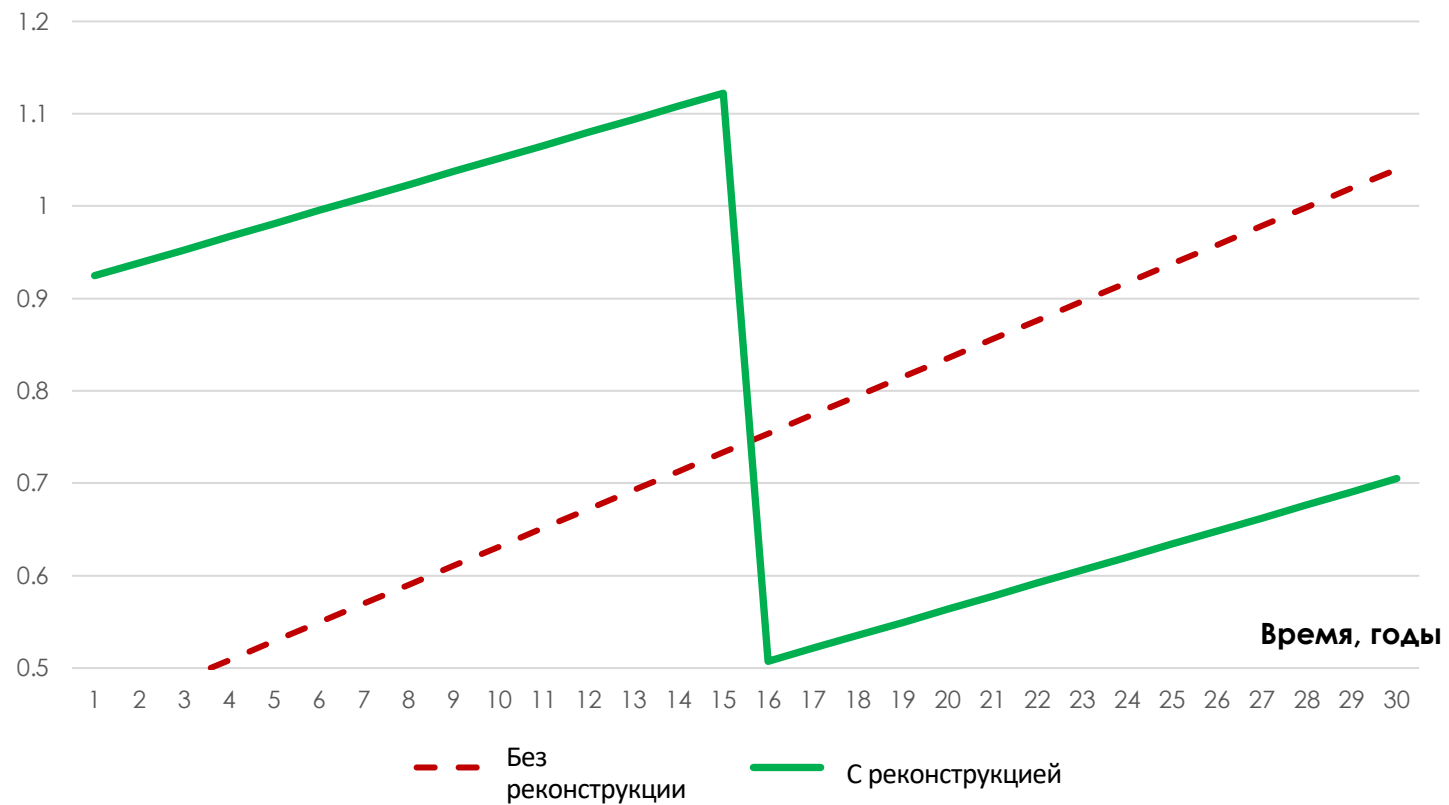


Экономия энергии → 3 136 евро- 1 552 евро = 1 584 евро

Затраты на электроэнергию → $\frac{1552 \text{ евро/год}}{3000 \text{ м}^2 \cdot 12 \text{ месяцев}} = 0,04$
евро/м² в месяц

Представление результатов

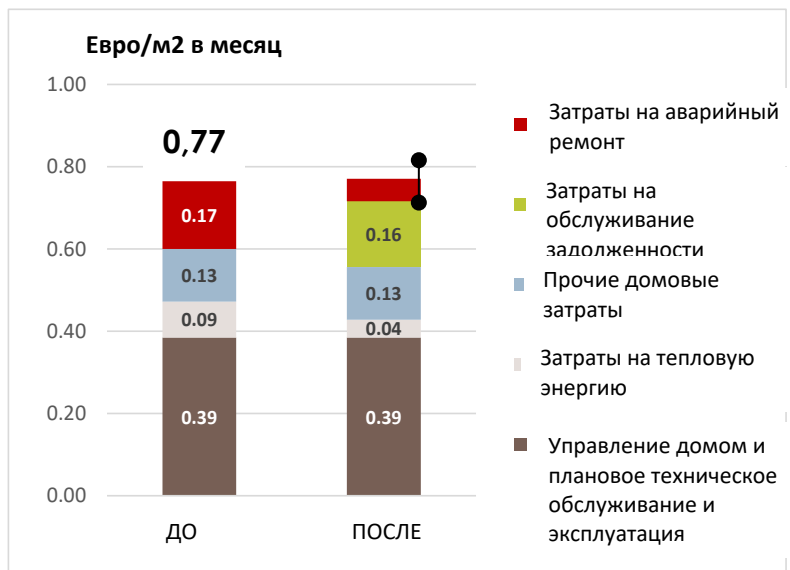
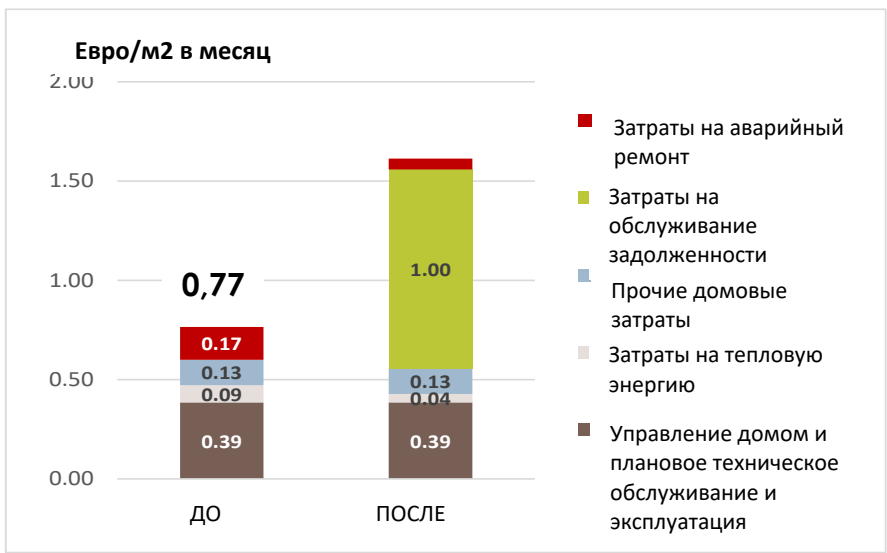
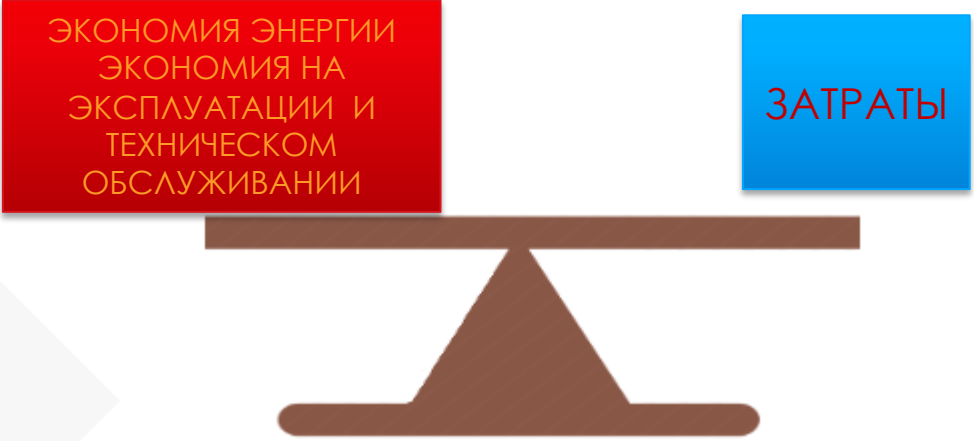
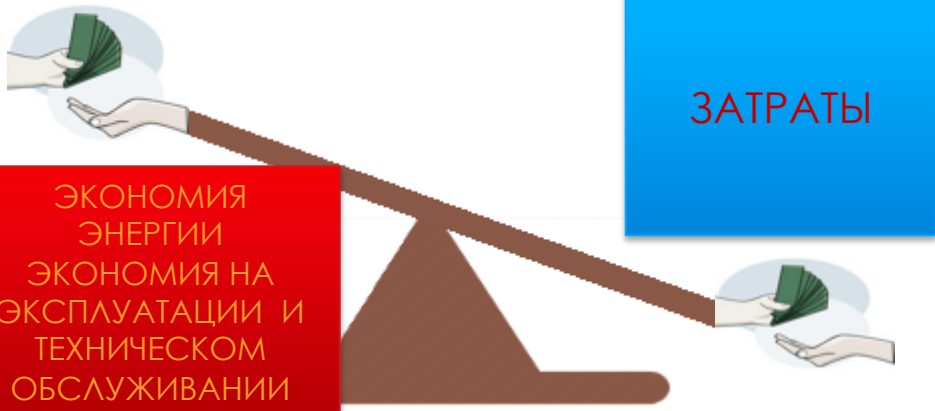
евро/м² в месяц



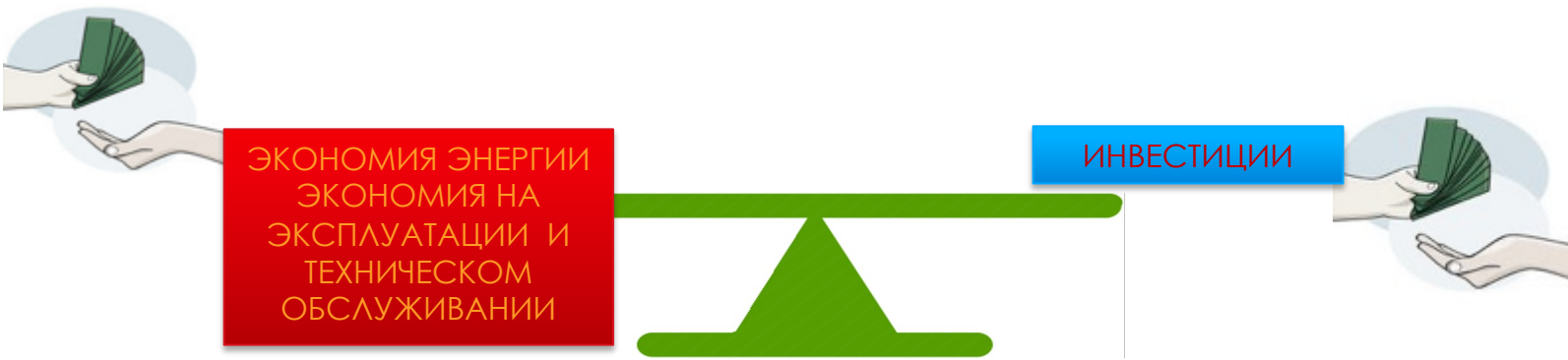
Другие выгоды от реконструкции здания, которые следует монетизировать

Наименование	Желание иметь	Стоимость (\$ - Евро) (высокая / средняя / низкая)	Кем оплачено	Готовность платить (высокая / средняя / низкая)
Больше комфорта	Высокое	Низкая (не готовы платить)	Собственники жилья	Низкая
Снижение будущих затрат на техобслуживание	Высокое	Низкая / средняя	Собственники жилья Юридическое обязательство муниципалитета (?)	Низкая
Увеличенный срок службы зданий более чем на 50 лет	Низкое	Высокая	Собственники жилья	Низкая (недостаточная осведомленность)
В городе можно дышать более чистым воздухом	Высокое	Высокая	Правительство	Обязательство по уплате
Сокращение выбросов парниковых газов	Низкое	Средняя (ссылка на продажи выбросов парниковых газов)	Торговля / через правительство	В зависимости от рынка парниковых газов
Экономия энергии (природных ресурсов)	Низкое	Средняя/высокая Сколько можно было бы вместо этого экспортировать	Правительство/ налогоплательщики	Низкая
Прочее.....				

Цель анализа экономической оптимальности



Оптимальность затрат



Это можно считать «активами» проекта по повышению энергоэффективности. Реализуемые меры по повышению энергоэффективности приносят доход, который выгоден собственникам жилья

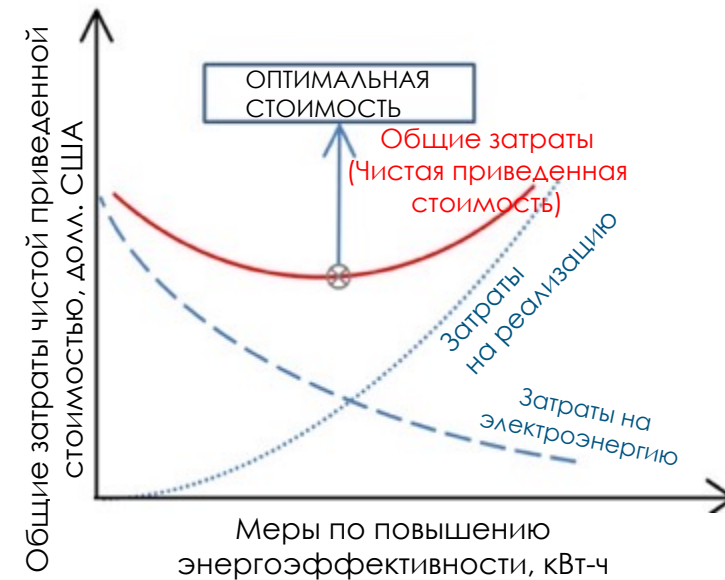
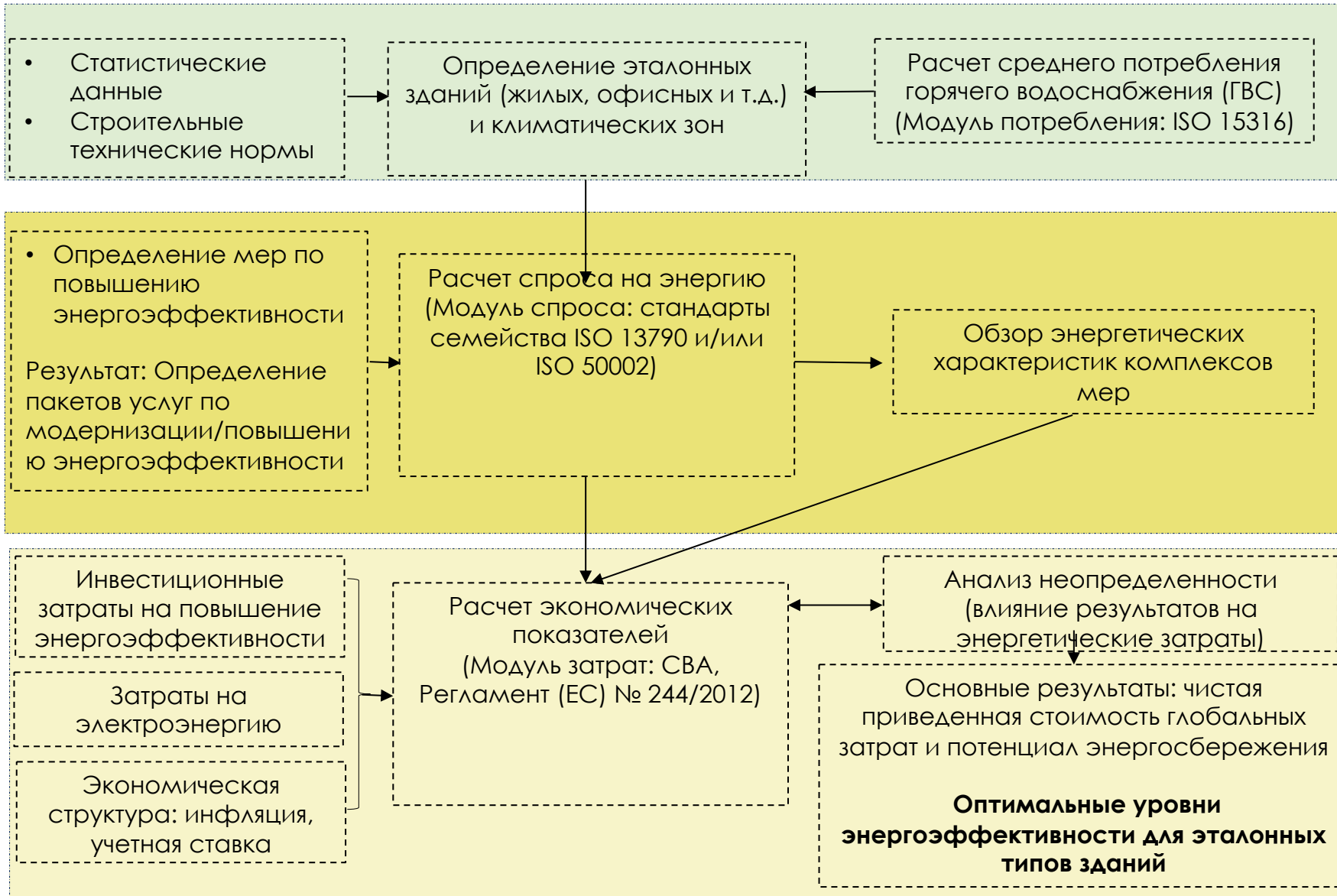


Это можно считать «обязательством» проекта по повышению энергоэффективности

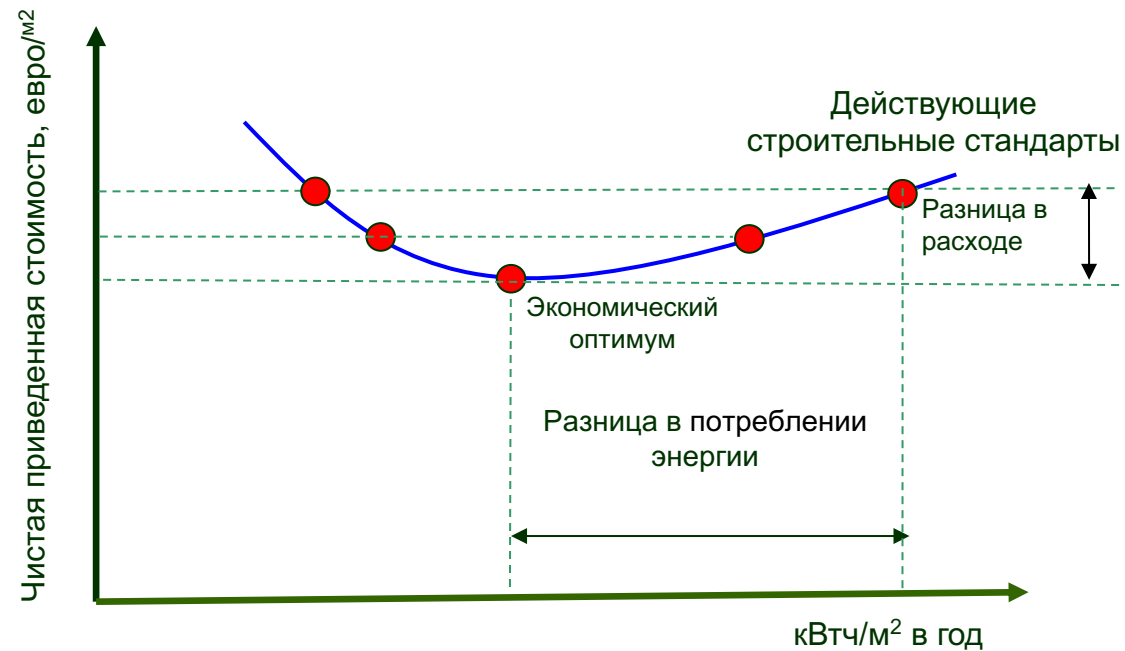


ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ=расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание.

Методология национального исследования



Расчет экономических показателей



Определение эталонных зданий

Методология выбора эталонного здания

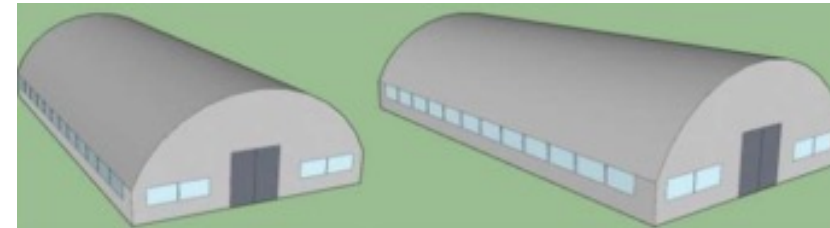
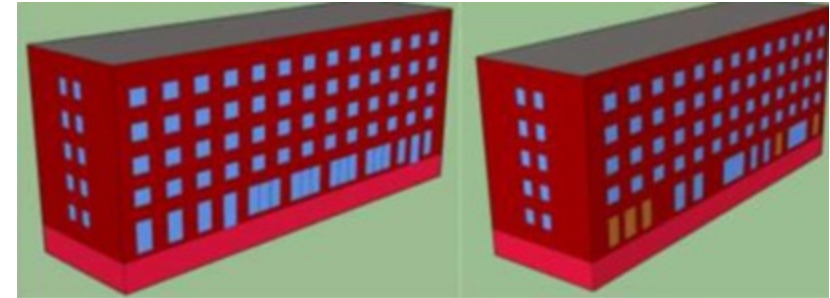
Определите не менее одного эталонного здания для **новых построек** и не менее двух для **существующих зданий** в следующих категориях:

- Жилые дома на одну семью
- Многоквартирные дома / многоквартирные жилые здания на несколько семей
- Офисные здания
- Другие нежилые здания

Эталонные здания должны иметь **простую, репрезентативную геометрию**, которая **технически осуществима и воспроизводима на практике**

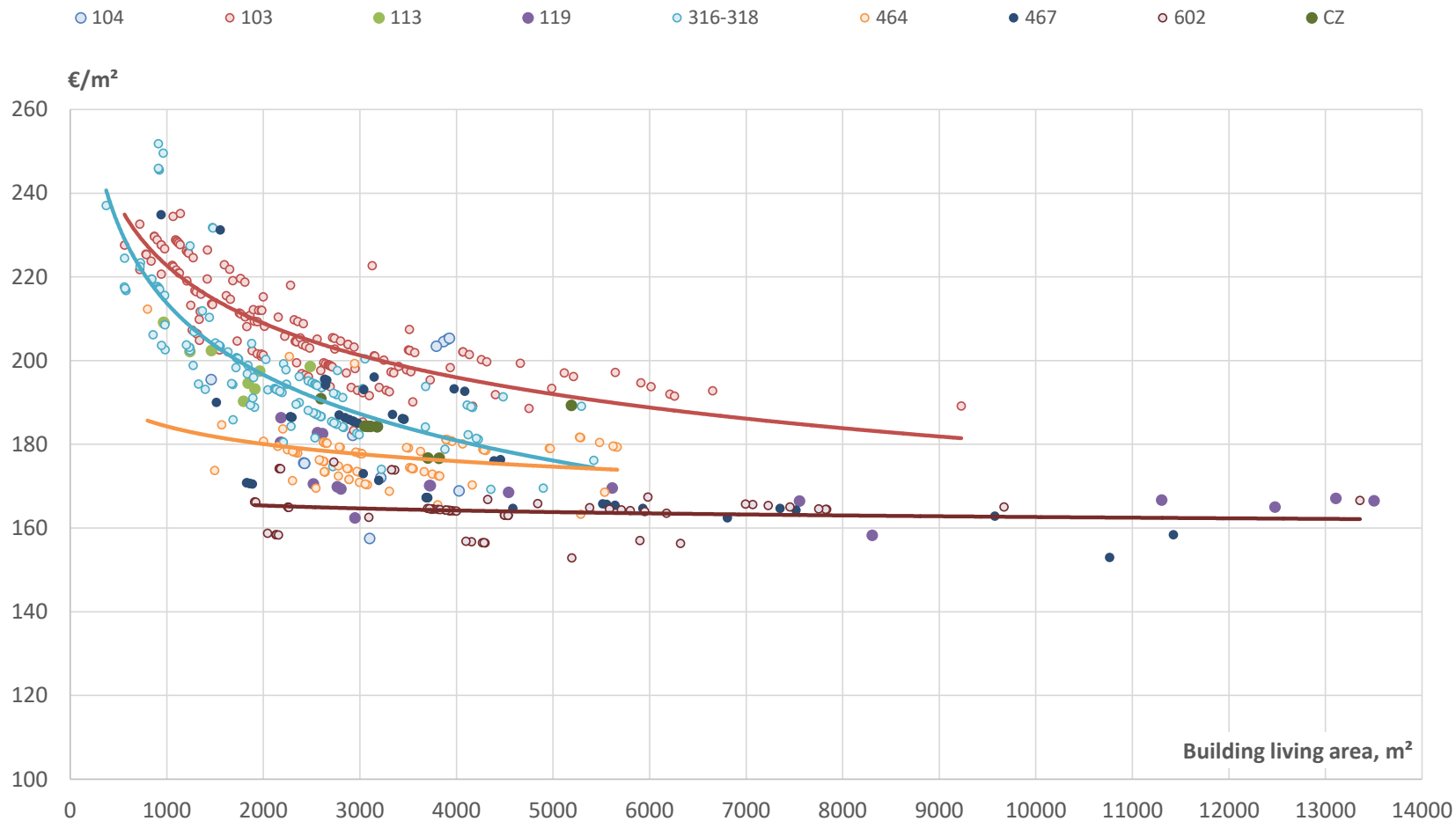
Необходимые исходные данные включают:

- Национальную статистику по строительному фонду
- Типичные типы конструкций и тепловые характеристики
- Стандартные погодные данные (сезоны отопления и охлаждения)
- Характеристики использования зданий и профили заполняемости



ПРИМЕР: ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ НА ПРОВЕДЕНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

Удельные инвестиционные затраты в сравнении с площадью здания



Пример эталонного здания

Площадь:

- 2000 м²

Инвестиционные затраты на реконструкцию:

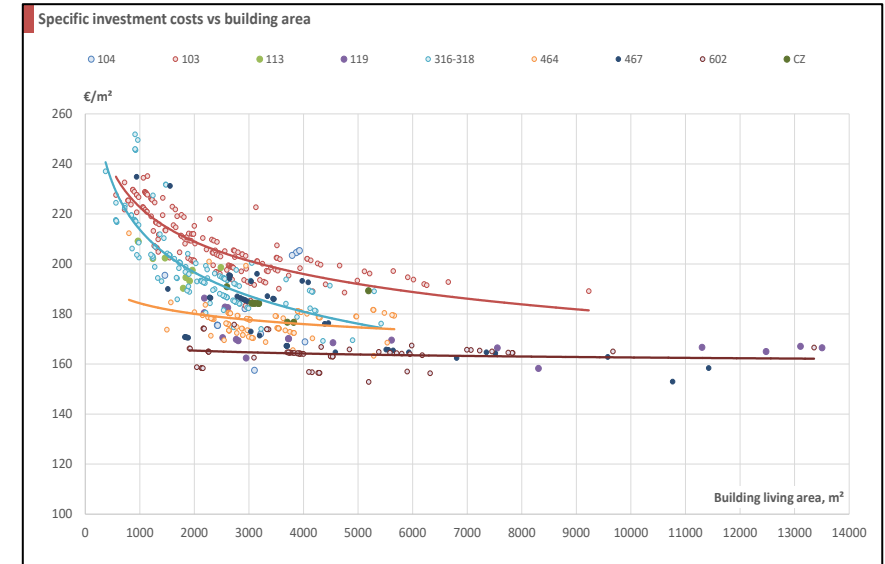
- 246 евро/м²

Потребление тепловой энергии до реконструкции

- Обогрев помещения 150 кВтч/м² в год

Общее потребление энергии после реконструкции

- Обогрев помещения 150 кВтч/м² в год



Расчет экономических показателей

Характеристики здания и затраты на строительство

			Без учета НДС		С учетом НДС	
A	Количество жилых помещений	30	-			
B	Расчетная площадь здания	2000	м ²			
C	Строительные затраты на меры по повышению энергоэффективности	200.0	€/м ²	400 000	€	440 000
D	Строительные затраты на эстетические и конструктивные меры	20.0	€/м ²	40 000	€	44 000
E	Затраты на разработку проекта (энергоаудит, технические исследования, проектирование)	7.0%	%			
		15.4	€/м ²	30 800	€	33 880
F	Управление и надзор за строительной площадкой	2.0%	%			
		4.4	€/м ²	8 800.0	€	9 680
G	Непредвиденные затраты на строительство и маржа риска	3.0%	%			
		6.6	€/м ²	13 200	€	14 520
	Общие затраты на строительство	246.4	€/м ²	492 800	€	542 080

Расчет экономических показателей

2 Энергетические факторы

A Тариф на тепловую энергию	87.0	€/МВтч	95.7	€/МВтч
B Использование энергии для отопления до реконструкции	150.0	кВтч/м ²		
	300	МВтч/год		
C Использование энергии для отопления после реконструкции	65.0	кВтч/м ²		
	130	МВтч/год		
D Коэффициент энергосбережения	56.7%	%		

3 Техническое обслуживание

A ДО реконструкции				
Плата за обслуживание дома - ДО реконструкции	0.350	€/м ² в месяц	0.3850	€/м ² в месяц
Резервный фонд для обслуживания дома / аварийный ремонт	0.150	€/м ² в месяц	0.1650	€/м ² в месяц
B ПОСЛЕ реконструкции				
Плата за обслуживание дома - ПОСЛЕ реконструкции	0.350	€/м ² в месяц	0.3850	€/м ² в месяц
Резервный фонд для обслуживания дома / аварийный ремонт	0.100	€/м ² в месяц	0.1100	€/м ² в месяц

Расчет экономических показателей

4 Финансы

A Субсидия

Инвестиционный грант в % от общих инвестиционных затрат - %

Сумма инвестиционного гранта 0 €

B Финансовый план

Соотношение задолженности к собственному капиталу 80.0% %

Задолженность 433 664 € (с НДС)

Капитал 108 416 € (с НДС)

Проценты по задолженности 3.0% %

Межбанковский курс 4.0% %

Срок 15 лет

5 Экономические и налоговые аспекты

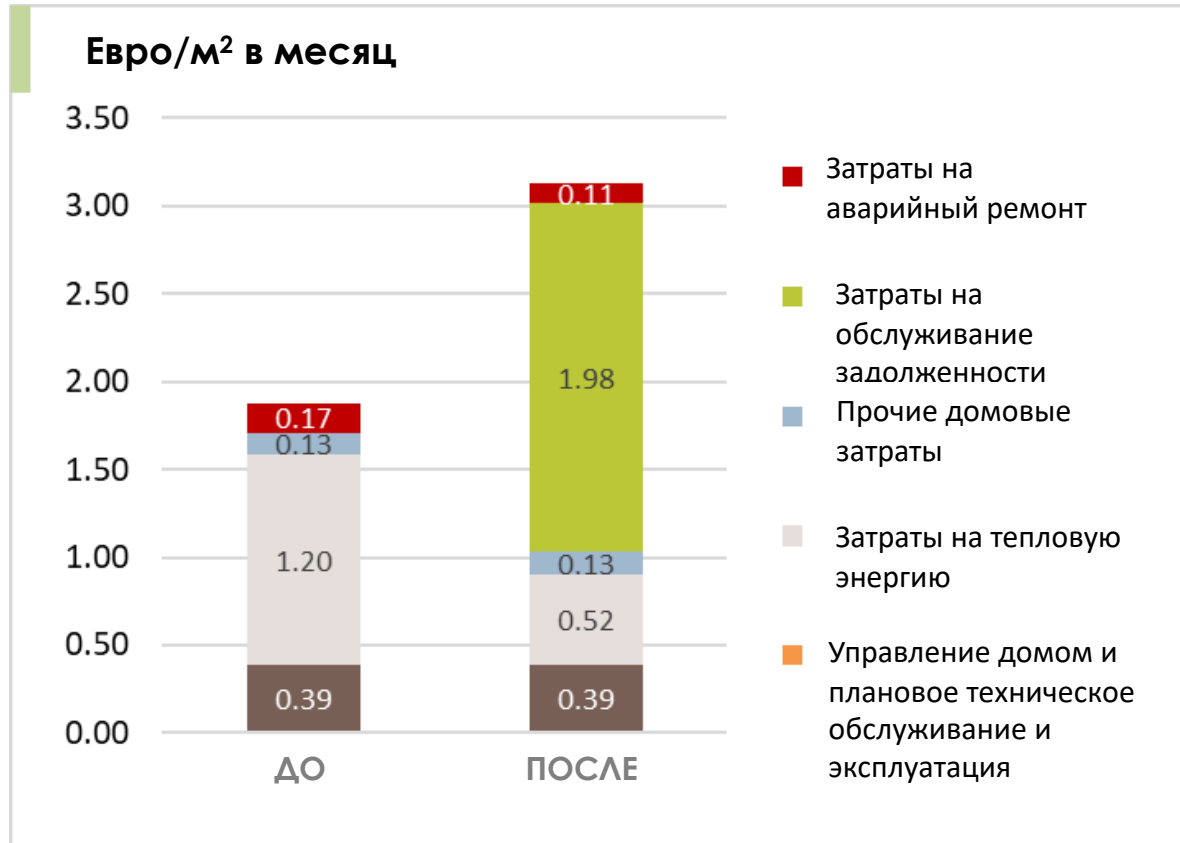
A Инфляция потребительских цен 6.5% %

B Инфляция цен на энергоносители 3.0% %

C НДС на энергоносители 10.0% %

D НДС на строительство / услуги / энергосбережение 10.0% %

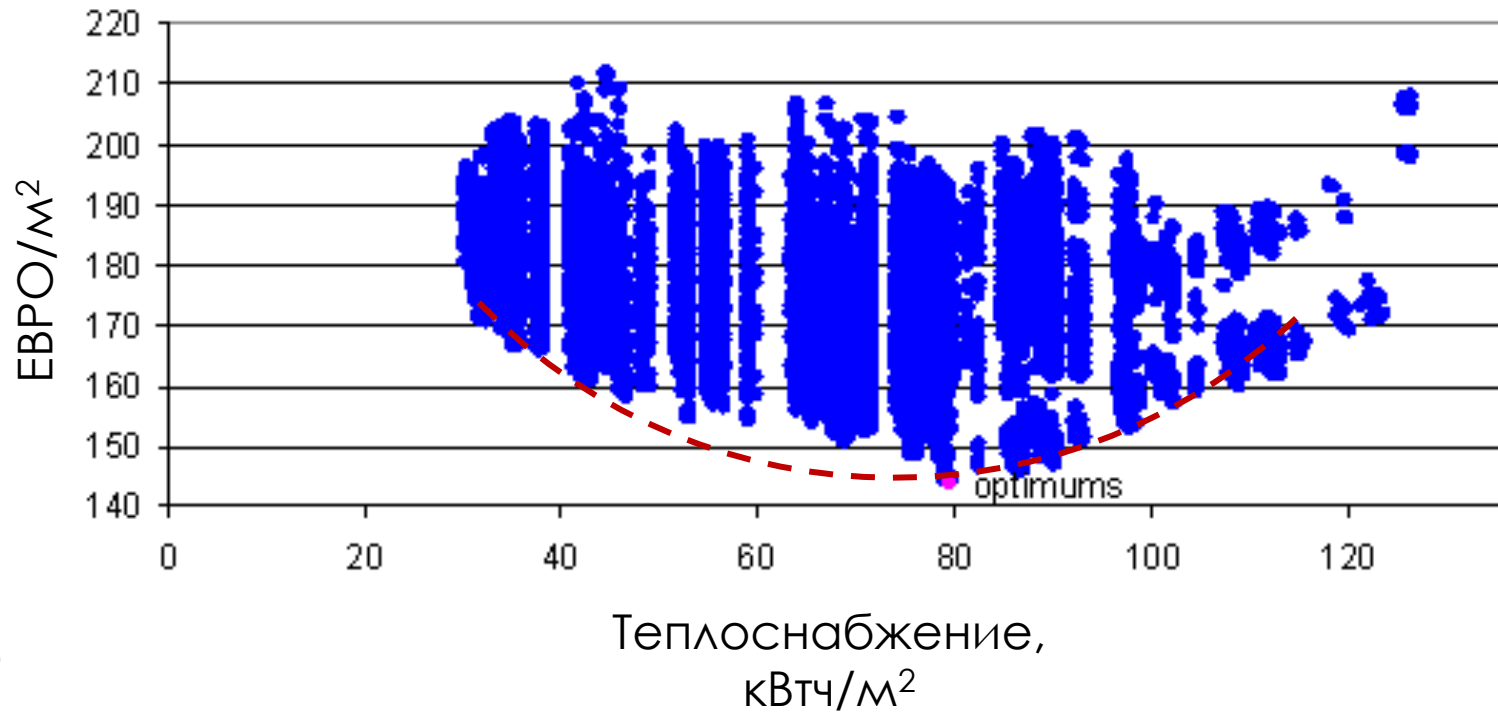
Расчет экономических показателей



- При затратах энергии 87 евро/МВт-ч
- С инвестиционными затратами на реконструкцию 240 + НДС Евро/м²
- Кредит под 3% + EURIBOR сроком на 15 лет
- Без субсидий

$$\text{Простой срок окупаемости} = \frac{542080 \text{ Евро}}{130 \text{ МВт-ч} * 87 \text{ Евро/МВт-ч}} = 47 \text{ лет}$$

Пример оптимизации



Результаты оптимизации для стандартного многоквартирного дома за 20-летний расчетный период. Оптимальная производительность составляет от 75 до 85 кВт*ч/м² в год

Основные выводы

- **Расчитанные кривые затрат оказались ценной основой для анализа эффективности затрат в сравнении с предложением** на национальном и региональном уровнях, а также для определения приоритетов политического вмешательства в различных областях жилищного фонда
- **Реконструкцию зданий сложно обосновать с точки зрения индивидуального бизнеса** в условиях низких цен на энергию. Но **основная причина заключается в том, что здания все еще требуют технической модернизации** (новая система отопления и подстанция, крыша, канализация). Как правило, к стимулам для реконструкции следует отнести улучшение общего качества здания, внутренней среды, а также имиджа и ценности здания, района города
- На национальном уровне экономия энергии способствует рациональному использованию ресурсов и позволяет экспортировать ресурсы, а также обеспечивает преимущества для окружающей среды и трудоустройства
- В рамках программ энергоэффективности приоритетными могут быть экономически эффективные меры, имеющие короткий срок окупаемости, такие как замена тепловых подстанций, утепление чердаков и изоляция труб отопления
- Однако для **решения проблемы плохого состояния жилого фонда** необходима капитальная реконструкция, **тесно связанная с более широкими целями жилищной политики, включая обеспечение доступным и безопасным жильем**