

Чеботарев Евгений Алексеевич, д-р техн. наук, профессор
Северо-Кавказский федеральный университет

Колотилина Надежда Викторовна, магистрант
Северо-Кавказский федеральный университет

Ибрагимов Яхья Сулайбанович, магистрант
Северо-Кавказский федеральный университет

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ЗАТРАТ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Аннотация. Предложена методика сравнения вариантов проектных решений зданий на основе показателя эффективности проекта, в котором важная роль отводится величине эксплуатационных затрат.

Проанализирована структура и предложены пути снижения эксплуатационных затрат для повышения конкурентоспособности проектов.

Ключевые слова: Показатель эффективности проекта, эксплуатационные затраты, элементы эксплуатационных затрат, рекомендации по снижению затрат, конкурентоспособность проектов.

При сопоставлении различных вариантов проектных решений зданий в качестве такого единого показателя эффективности проекта может быть принята сумма издержек и прибылей отнесенная к единице времени и учитывающая равномерность затрат [1].

$$П = \frac{C}{T} + C_э - \frac{C_{год}}{\left(1 + \frac{1}{T}\right)^t} \Delta t,$$

где C – стоимость строительства объекта, руб.;

$C_э$ – годовые эксплуатационные затраты (руб./год);

$C_{год}$ – годовая прибыль от предприятия (руб./год);

T – срок окупаемости капитальных вложений (год);

Δt – сокращение срока строительства (год);

t_c – срок строительства (год).

Стадия разработки проекта обычно делится на две стадии. На стадии технического проекта выявляются основные объемно-планировочные и конструктивные решения. Именно на этой стадии целесообразно провести оценку варианта по эксплуатационным затратам.

Поэтому согласно предложенной схеме сравнения проектов и для обеспечения конкурентоспособности и привлекательности проекта здания необходимо снижать эксплуатационные расходы.

Общая величина эксплуатационных затрат для промышленных и гражданских зданий с учетом приведения к началу инвестирования проекта определится выражением

$$\mathcal{E}_э = \mathcal{E}_{тр} + \mathcal{E}_А + \mathcal{E}_{от} + \mathcal{E}_{вен} + \mathcal{E}_{ГВ} + \mathcal{E}_{ВК} + \mathcal{E}_{ос} + \mathcal{E}_{уп} + \mathcal{E}_{пос},$$

где $\mathcal{E}_{тр}$ – величина затрат на текущие ремонты;

$\mathcal{E}_А$ – величина амортизационных отчислений;

$\mathcal{E}_{от}$ – затраты на отопление;

$\mathcal{E}_{вен}$ – затраты на вентиляцию;

$\mathcal{E}_{ГВ}$ – затраты на горячее водоснабжение;

$\mathcal{E}_{ос}$ – удельные годовые расходы на электроосвещение;

$\mathcal{E}_{ВК}$ – удельные годовые расходы на водоснабжение и водоотведение;

$\mathcal{E}_{уп}$ – удельные расходы на уборку 1 м² пола;

$\mathcal{E}_{пос}$ – удельные расходы на 1 м² оконного остекления.



Соотношение между статьями эксплуатационных расходов зависит от типа здания, его характеристик, например, площади помещений, этажности и т.д. региона расположения здания и др.

Но в целом соотношение между статьями эксплуатационных расходов приблизительно одинаковое и это соотношение иллюстрирует диаграмма (рисунок), полученная нами расчетным путем для конкретного примера одноэтажного здания, предположительно построенного в климатическом районе г. Ставрополя.

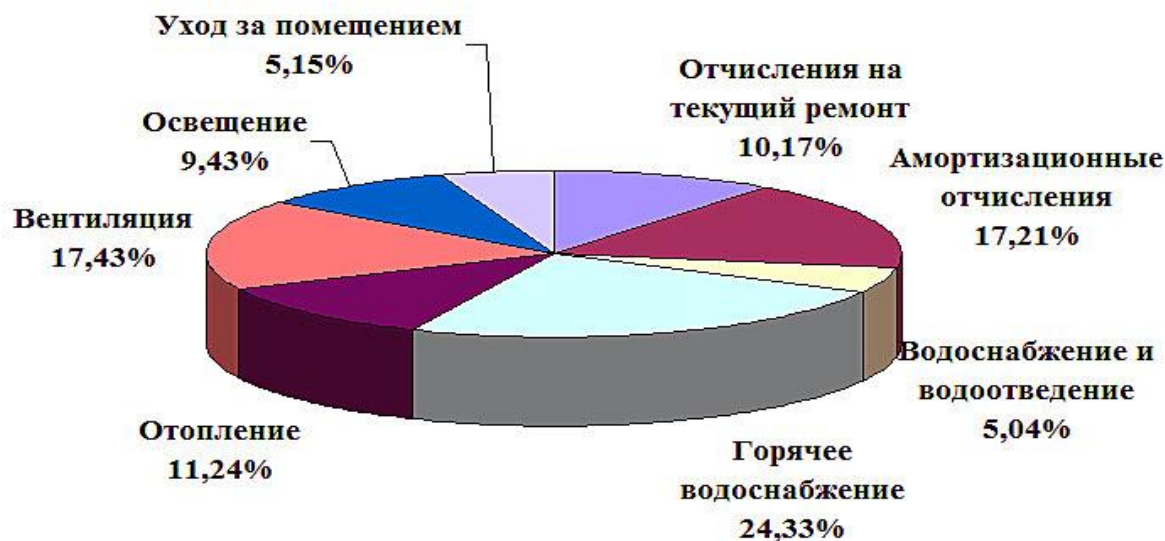


Рисунок. Диаграмма элементов эксплуатационных затрат.

На основе этой диаграммы можно сделать вывод о том, что наибольшие затраты, определяющими величину всех эксплуатационных расходов являются отчисления на текущий ремонт, амортизационные расходы, затраты на горячее водоснабжение, вентиляцию и отопление.

Если считать величину затрат на текущие ремонты, величину амортизационных отчислений, а также удельные расходы на уборку пола и оконного остекления постоянными для разных вариантов проектов, то необходимо обратить внимание на затраты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, электроосвещение, водоснабжение и водоотведение, снижение которых приведет к снижению общего количества эксплуатационных затрат.

На современном уровне развития строительства существует значительное количество рекомендаций по снижению перечисленных затрат. Рассмотрим их.

Снижение затрат на отопление. Главными направлениями снижения затрат на отопление на стадии проектирования здания являются мероприятия по устранению теплопотерь. Поскольку большая часть тепла уходит через ограждающие конструкции и негерметичные места, то необходимо предусмотреть:

- **утепление конструкций** (стен, крыши, пол, особенно если под полом холодный подвал, особенно актуально для квартир на первом этаже или угловых помещений);
- **установку энергоэффективных стеклопакетов**, например, двух- или трёхкамерных с низкоэмиссионным покрытием, а для дверей подойдут двойные или тамбурные варианты;
- **теплоизоляцию труб**, которые проходят в холодных зонах (подвал, чердак).
- **вентиляцию с рекуперацией**, путем установки рекуператора – устройства, которое возвращает тепло вытяжного воздуха, не давая ему уходить на улицу.

Кроме того затраты на отопление напрямую зависят от теплопроводности материалов ограждающих конструкций. Так коэффициент теплопроводности кирпича составляет 0,59 Вт/(м²·К), бетона – около 1,5 Вт/(м²·К). Тогда как газобетон имеет этот показатель на уровне 0,1 ... 0,3 Вт/(м²·К), а такие материалы как пенополиуретан (0,020 ... 0,025 Вт/(м²·К)) и экструдированный пенополистирол (0,030 ... 0,033 Вт/(м²·К)) все шире используются для теплоизоляционных слоев ограждающих конструкций в силу малой теплопроводности [2].

При проектировании зданий выбор материалов с низкой теплопроводностью позволяет минимизировать теплопотери через стены, крышу и окна.

Однако важно учитывать не только свойства отдельных слоёв, но и общую теплотехническую однородность конструкции. Теплопроводные включения (например, металлические элементы каркаса в кирпичной кладке) могут существенно снижать общий эффект теплоизоляции.

Таким образом, при проектировании и расчёте ограждающих конструкций нужно учитывать не только табличные значения коэффициента теплопроводности, но и реальные условия эксплуатации, чтобы обеспечить требуемый уровень теплозащиты здания [3].

Снижение затрат на вентиляцию может обеспечить:

- **разделение здание на зоны** с разными режимами (например, офис днём и пустой кабинет ночью);
- **внедрение управления по датчикам** (датчик CO₂ реагирует на рост концентрации газа – система увеличивает приток, а при снижении – снижает (также полезны датчики влажности (гигрорегулирование) или присутствия).
- **использование VAV-системы (Variable Air Volume)** – они меняют расход воздуха в каждой зоне в зависимости от реальной нагрузки.

Снижение затрат на горячее водоснабжение на стадии проектирования здания может быть обеспечено, если:

- предусмотреть использование современной арматуры, например, с аэраторами;
- предусмотреть установку счетчиков;
- предусмотреть установку эффективного (например, рекуперативного) и полностью автоматизированного бойлера, позволяющего оптимизировать работу системы нагрева.

Повысить эффективность освещения (снижение затрат) можно за счёт комплексного подхода, который включает:

- использование энергосберегающего оборудования (в частности пускорегулирующей аппаратуры);
- оптимизацию схем размещения светильников, использование систем автоматического управления освещения (грамотная автоматизация может обеспечить экономию от 30% до 80%) и др.;
- максимально возможное использование естественного освещения, например, наличие зенитных фонарей.

Следует, правда отметить, что для использования естественного освещения необходимо обеспечить соответствующее обслуживание светопропускающих элементов.

Главная цель – обеспечить требуемый уровень освещённости при минимальном расходе электроэнергии.

Снижение затрат на водоснабжение и водоотведение, в т.ч. и на стадии проектирования здания, требует комплексного подхода, который затрагивает как операционные процессы, так и технологическую модернизацию. Основные резервы экономии связаны с сокращением потерь ресурсов, оптимизацией энергопотребления и повышением эффективности управления.

Таким образом, заложенные в проекте здания мероприятия по снижению эксплуатационных затрат сделает его более конкурентоспособным и привлекательным для инвестиционной деятельности [4].

Список литературы:

1. Михсин, Б.К. Методика определения эксплуатационных качеств зданий на стадии их проектирования: специальность 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Михсин Басиль Керимович; Московский институт коммунального хозяйства и строительства. – М., 2000. – 21 с.



2. Бодров, В.И. Строительная теплофизика: учеб. пособие / В.И. Бодров, М.В. Бодров, В.Ф. Бодрова, В.Ю. Кузин; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2015 – 156 с. ISBN 978-5-528-00064-0.

3. СП 50.13330.2024 «Тепловая защита зданий». – М.: ФГБУ «Институт стандартизации», 2024. – 74 с.

4. Инвестиции и инвестиционная деятельность: учебник / Л.И. Юзвович, М.С. Марамыгин, Е. Г. Князева и др.; под общ. ред. Л.И. Юзвович. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2021. – 498 с. ISBN 978-5-7996-3082-9

