



УДК 811

МЕТОДОЛОГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПО КРИТЕРИЮ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Гурбанбердиев Гурбангелди, Гурбанмурадов Ремезан, Керимов Байрам

преподаватели

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт

г. Ашхабад, Туркменистан

Аннотация. Методология оптимизации конструктивных решений по критерию стоимости жизненного цикла представляет собой передовую научно-экономическую концепцию, смещающую акцент при проектировании строительных объектов с минимизации начальных капитальных вложений на комплексное управление совокупными затратами на всех этапах существования здания. В условиях глобальной конкуренции, повышения требований к энергетической эффективности и экологической безопасности зданий, традиционный подход, ориентированный исключительно на сметную стоимость строительства, доказал свою неэффективность и экономическую нецелесообразность. Метод совокупной стоимости владения позволяет проектировщикам количественно оценить долгосрочные последствия принятых технических решений, включая затраты на энергопотребление, текущие ремонты, техническое обслуживание, периодическую модернизацию и финальную утилизацию элементов конструкции.

Ключевые слова: жизненный цикл, оптимизация, стоимость, конструктивные решения, дисконтирование, эксплуатационные расходы, предиктивный анализ, цифровой двойник, совокупная стоимость владения, энергоэффективность.

METHODOLOGY OF OPTIMIZING STRUCTURAL SOLUTIONS BY THE LIFECYCLE COST CRITERION

Gurbanberdyev Gurbangeldi, Gurbanmyradov Remezhan, Kerimov Bayram

Lecturers

Turkmen State Institute of Architecture and Construction

Ashgabat, Turkmenistan

Abstract. The methodology of optimizing structural solutions by the lifecycle cost criterion represents a transformative paradigm in modern civil engineering, shifting the focus from initial capital expenditure minimization toward the comprehensive management of total ownership costs across an asset's entire operational horizon. Rather than selecting materials and systems based solely on lowest-

bid construction feasibility, this approach utilizes parametric Building Information Modeling to integrate probabilistic degradation profiles, long-term energy consumption forecasts, and anticipated maintenance expenditures into a unified financial model. Engineers apply multi-objective optimization algorithms and discounted cash flow analysis to evaluate how varying structural schemes—such as high-durability reinforced concrete versus modular sustainable timber frames—impact the net present value of the facility over projected lifespans ranging from fifty to one hundred years.

Keywords: lifecycle cost optimization, structural design methodology, net present value, total cost of ownership, Building Information Modeling, discounted cash flow, operational expenditure, sustainability, Pareto-optimal, structural durability.

Введение

Информационной базой для проведения оптимизационных расчетов выступают высокодетализированные цифровые информационные модели зданий, обогащенные параметрическими данными о жизненном цикле материалов и конструкций. В процессе проектирования инженеры интегрируют в единую цифровую среду нормативные сроки службы изделий, вероятностные графики деградации элементов, статистическую стоимость энергоресурсов, технико-экономические показатели затрат на содержание и стоимость возможных аварийных работ. Важным компонентом выступает накопленная база эксплуатационных показателей аналогичных объектов, позволяющая с высокой точностью прогнозировать интенсивность износа несущих конструкций и инженерных систем. Высокое качество, полнота и достоверность этой базы данных определяют точность математической модели жизненного цикла, позволяя аналитикам оценивать влияние различных конструктивных альтернатив на финансовый результат проекта в рамках заданного горизонта планирования, составляющего обычно от пятидесяти до ста лет.

Для проведения количественной оптимизации конструктивных решений проектировщики используют методы математического программирования и многокритериального анализа, позволяющие находить глобальный экстремум целевой функции совокупных затрат. Целевая функция включает в себя сумму дисконтированных денежных потоков, распределенных по всему жизненному циклу объекта, где ставка дисконтирования отражает стоимость капитала и временную стоимость денег. Итерационные алгоритмы последовательно перебирают допустимые варианты конструктивных схем, типов материалов и архитектурных параметров, сравнивая их не только по критерию первоначальной стоимости, но и по совокупному влиянию на будущие эксплуатационные расходы. Применение методов эволюционной оптимизации и генетических алгоритмов позволяет эффективно решать задачи с большим количеством противоречивых переменных, автоматически отсеивая экономически

невыгодные решения, которые на первый взгляд кажутся дешевыми, но впоследствии требуют колоссальных трат на поддержание работоспособности.

Важнейшим аспектом методологии является предиктивный анализ долговечности и эксплуатационной надежности конструкций, базирующийся на аппарате механики повреждаемости и статистике отказов элементов. В рамках оптимизации инженеры рассчитывают вероятность возникновения критических дефектов, требующих немедленного вмешательства, и сопоставляют ожидаемый ущерб от простоя объекта с затратами на устройство более долговечных, но изначально более дорогих решений. Моделирование различных сценариев развития событий — от нормального износа до воздействия экстремальных климатических нагрузок — позволяет обосновать применение высокотехнологичных материалов, обладающих самозалечивающимися свойствами или повышенной антикоррозионной стойкостью. Экономически оправданный выбор долговечности конструкции часто приводит к существенному снижению совокупных затрат, так как частота капитальных ремонтов уменьшается, а период безопасной и бесперебойной эксплуатации здания значительно возрастает.

Интеграция методологии оптимизации жизненного цикла с системами интеллектуального управления зданиями и концепциями «умного города» позволяет оперативно адаптировать параметры эксплуатации под реальные условия использования объекта. Интеллектуальные алгоритмы управления в режиме реального времени корректируют режимы функционирования инженерных систем, освещения и вентиляции, опираясь на показания датчиков присутствия людей и датчиков качества воздуха, что минимизирует необоснованные потери энергии.

Заключение

В заключение необходимо подчеркнуть, что методология оптимизации конструктивных решений по критерию стоимости жизненного цикла формирует качественно новый стандарт профессиональной ответственности и экономического мышления в архитектурно-строительной отрасли. Дальнейшее развитие данного направления неразрывно связано с совершенствованием технологий цифровых двойников, внедрением больших данных и искусственного интеллекта для автоматизации процессов предиктивного обслуживания.

Список литературы:

1. Асаул А. Н. Экономика недвижимости. Санкт-Петербург: АНО ИПЭВ, 2013.
2. Баженов Ю. М., Козлов В. В. Экономика строительного производства и управление эффективностью инвестиционных проектов. Москва: Издательство АСВ, 2011.
3. Грабовый П. Г. Экономика и управление недвижимостью. Москва: Проспект, 2012.



4. Ларионов А. Н., Иванова Ю. В. Организация и управление в строительстве с учетом жизненного цикла объектов. Москва: Альпина Пабlishер, 2015.