



**Ембергенов Ауезмурат Бекмуратович,**

Старший преподаватель, Ташкентский государственный  
транспортный университет, Узбекистан, г. Ташкент

**Махамаджонов Шухратжон Шавкат угли,**

Ассистент, Ташкентский государственный  
транспортный университет, Узбекистан, г. Ташкент

**Уралов Акмаль Шакар угли,**

Ассистент, Ташкентский государственный  
транспортный университет, Узбекистан, г. Ташкент

**Махмаисаев Азиз Ёдгор угли,**

Ассистент, Ташкентский государственный  
транспортный университет, Узбекистан, г. Ташкент

## **СТОИМОСТЬ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ**

**Анотация** В данной статье рассматривается модель Zoeteman, которая предлагает модель, предполагающую наличие одной рациональной заинтересованной стороны, управляющей железнодорожной системой, для количественной оценки общих затрат жизненного цикла.

**Ключевые слова:** инфраструктура, затраты, жизненный цикл, строительство, расходы.

Большинству менеджеров инфраструктуры не хватает системы управления активами для поддержки решений по техническому обслуживанию с точки зрения стоимости жизненного цикла, чтобы минимизировать общие долгосрочные затраты на владение. На самом деле, оценка косвенных затрат на



альтернативные режимы технического обслуживания, рисков и связанных с этим затрат может помочь в процессе принятия решений, в частности при принятии решения об использовании профилактического технического обслуживания для отсрочки продления и уменьшения перебоев в движении [3].

В данной статье будет рассмотрена модель Zoeteman LCC — система поддержки принятия решений под названием LifeCycleCostPlan, предполагающая рассмотрение моделей деградации инфраструктурных компонентов. Существуют и другие модели LCC, основанные на исторических данных о затратах и производительности, но в них отсутствует анализ RAMS.

Zoeteman предлагает модель для количественной оценки стоимости жизненного цикла железной дороги. Инфраструктура с точки зрения менеджера инфраструктуры включает затраты на строительство, расходы на техническое обслуживание, периодические затраты на техническое обслуживание и обновление, затраты на задержку и организационные расходы. Каждая отдельная стоимость рассчитана на конкретный год и дисконтированы к базовому году с учетом постоянной ставки дисконтирования, на протяжении всего жизненного цикла.

$$LCC = \sum_{y=0}^n \frac{TC(y)}{(1+r)^y} = \sum_{y=0}^n \frac{CC(y) + MC(y) + RC(y) + DC(y) + OC(y)}{(1+r)^y}$$

Затраты на строительство - это затраты, понесенные на начальном этапе, включающие все расходы на создание инфраструктуры (проектирование, материалы, рабочая сила, оборудование и т.д.). На стоимость строительства новой железнодорожной линии влияют несколько факторов. Во-первых, к этим факторам относятся все особенности проектирования и планировочных характеристик (количество и размер мостов и туннелей, инвестиции в качество субструктуры, затраты на экспроприацию, особенно в городских районах, количество стрелочных переводов, переездов и электрических подстанций и т.д. на километр). Более того, проектирование напрямую влияет на стоимость



жизненного цикла через затраты на строительство и косвенно через начальное и неотъемлемое качество конструкции, которое влияет на технические условия обслуживания. Именно поэтому дизайн и стратегия технического обслуживания являются управляющими переменными в концептуальной модели, анализируемой далее. Во-вторых, условия строительства, такие как стоимость рабочей силы и законодательство о безопасности, которые варьируются в зависимости от страны, доступность участка, метод строительства (сборный или на месте) и единичные расценки на материалы, машины и персонал влияют на стоимость строительства. Наконец, поскольку финансовые условия и бюджетные ограничения могут повлиять на варианты проектирования, они включены в качестве внешней переменной, сдерживающей объем строительных работ. Обратите внимание, что финансовые условия также ограничивают объем работ по техническому обслуживанию и могут серьезно подорвать доступность инфраструктуры [2].

В качестве примера, чтобы иметь представление о стоимости строительства, Profillidis собрал данные о стоимости путей для высокоскоростных поездов, построенных за последние годы, из данных МСЖД и строителей (табл. 1). Они могут дать первую приблизительную оценку стоимости строительства новой высокоскоростной железнодорожной линии. Более того, на рисунке 1 показано типичное распределение стоимости строительства новой железнодорожной линии между различными элементами железнодорожной системы.

**Таблица 1**

**Стоимость строительства высокоскоростных трасс,  
построенных за последние годы**

Страна	Линия	V <sub>max</sub> (км/ч)	% на баллсте	% на бетон- ной плите	% тунне- лей	% мосто в	Строи- тельство стоимость за км (млн €)
France	'TGV Méditerranée'	350	100%	-	6.5%	12.7%	16.95
Spain	Madrid – Barcelona	270 - 300	100%	-	26.8%	3.4%	6.1
Germany	Cologne – Frankfurt	300	-	100%	26.5%	4.3%	21.7
Italy	Rome – Naples	300	100%	-	17.8%	24.0%	19.6



Как видно из Таблицы 1 затраты на строительство одного километра высокоскоростных трасс имеют значительный разброс. Немецкая линия, соединяющая Кельн и Франкфурт, стоила около 21,7 млн евро за км, что в три с половиной раза превышает стоимость испанской линии Мадрид-Барселона (6,1 млн евро за км. Распределение стоимости строительства новой железнодорожной линии на различные компоненты, представленные ниже, показывает преобладание проектов гражданского строительства (включая земляное полотно, экспроприацию, туннели и мосты), что составляет около 55% от общей стоимости строительства, в то время как на сам путь приходится около 15%, даже меньше, чем электрификация, сигнализация и телекоммуникации, что составляет 18%.



Рисунок 1 – Распределение стоимости строительства новой железнодорожной линии между различными элементами железнодорожной системы

Расходы на точечное обслуживание отличаются от расходов на периодическое обслуживание и обновление. Точечное обслуживание не планируется и не планируется заранее на протяжении всего жизненного цикла



инфраструктуры, в то время как периодическое обслуживание должно планироваться заранее. Zoeteman подчеркивает, что затраты на текущее обслуживание, то есть затраты на выборочное обслуживание, обычно невелики по сравнению с затратами на периодическое обслуживание и обновление. Фактически, затраты на выборочное техническое обслуживание - это затраты на устранение локальных дефектов вручную или с помощью небольших машин (выборочное трамбование переносными трамбовочными машинами); в то время как периодическое техническое обслуживание обычно предполагает использование более сложного оборудования (Plasser and Theurer 09-CSM).

### **Заключение**

Согласно Profillidis, расходы на содержание инфраструктуры в целом включают в себя обслуживание и обновление пути (рельсы, шпалы, балласт) и земляного полотна; обслуживание средств электрификации, сигнализации и телекоммуникаций и подстанций; обслуживание туннелей и мостов; а также обслуживание платформ. Все различные элементы железнодорожной инфраструктуры, понимаемые здесь в более широком смысле, начнут разрушаться после начала этапа эксплуатации, медленнее или быстрее, в зависимости от конкретного компонента. Расходы на техническое обслуживание<sup>3</sup> в год составляют 44 300 евро/км пути во Франции и 56 500 евро/км в Нидерландах. Эти затраты распределяются по различным компонентам технического обслуживания: 65% на пути и платформы, 30% на электрификацию, сигнализацию, телекоммуникации и подстанции и оставшиеся 5% на мосты и тоннели.

### *Список литературы:*

1. Andersson, M. (2002). Strategic Planning of Track Maintenance – State of the Art, Division of Urban Studies, Department of Infrastructure, Royal Institute of Technology, (KTH), ISSN:1651-0216, pp.41-46.



2. Booker, J.M., Anderson, M.C. and Meyer, M.A. (2001). The role of expert knowledge in uncertainty quantification. (Are we adding more uncertainty or more understanding?). Available online at: <http://www.galaxy.gmu.edu/ACAS/ACAS00-02/ACAS01/BookerJane/BookerJane.paper.pdf>
3. Dahlberg, T. (2003). Railway track settlements – a literature review, Division of Solid Mechanics, IKP, Linköping University. Report for the EU project SUPERTRACK.
4. Espling, U. (2007). Maintenance Strategy for a Railway Infrastructure in a Regulated Environment, Division of Operation and Maintenance Engineering, Luleå University of Technology, ISSN: 1402-1544, pp. 19-24.