



Критерий эффективности при продлении срока эксплуатации ТПС



Александр КРАШЕНИНИН

Alexander S. KRASHENININ

Efficiency Criterion in Life Extension of Traction Rolling Stock

(текст статьи на англ. яз. –
English text of the article – p. 134)

Опыт эксплуатации тягового подвижного состава (ТПС) показывает, что в силу экономических и финансовых проблем возникает необходимость научного обоснования эффективности его использования в период времени, превышающий нормативный. Автором проведено исследование по определению критерия эффективности ТПС при ремонте, модернизации или замене. Приведенный на основании теории размерности критерий позволяет найти максимальную для реальных экономических условий эффективность эксплуатации тяговых средств.

Ключевые слова: железная дорога, экономика, финансы, окупаемость затрат, критерий эффективности, тяговый подвижной состав.

Крашенинин Александр Семенович – доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация и ремонт подвижного состава» Украинского государственного университета железнодорожного транспорта, Харьков, Украина.

В условиях дефицита экономических и промышленных ресурсов актуальной для железных дорог становится необходимость модернизации тягового подвижного состава (ТПС). Ее проведение с учетом ряда факторов, позволяющих продлить срок использования ТПС, обеспечивает экономию значительных средств при проведении ТО и ТР [5].

Понятно, что это пока лишь напоминание о значимости экономической эффективности мероприятий по модернизации, ведь возможны случаи, когда подобные усилия не окупаются или, наоборот, стопорится модернизация, хотя она явно сулит эффект.

На практике при решении вопроса об эффективности модернизации старого ТПС, что продляет срок эксплуатации, должны сопоставляться показатели по трем вариантам: продолжение за счет ремонта и эксплуатации старого ТПС, его модернизация или замена новым.

Иногда обоснование экономической эффективности модернизации сводится к двум вариантам, то есть организации дальнейшего ремонта и эксплуатации ТПС или его модернизации. Это мотивируется отсутствием или нехваткой финансовых

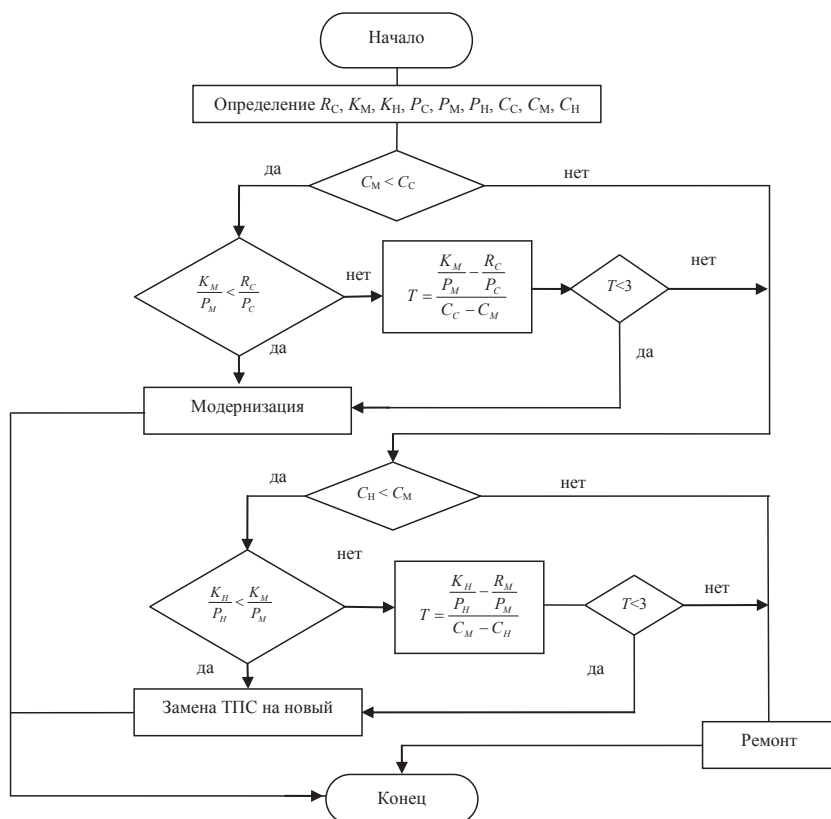


Рис. 1. Структурная схема вариантов продления, модернизации, замены ТПС.

средств на замену отработавшего образца [1, 9-11].

Вместе с тем независимо от этих аргументов сопоставление вариантов модернизации и замены является обязательным условием. В некотором смысле это дает возможность определиться, какие подпорки планировать и что нужно, чтобы провести замену старого оборудования, когда в том есть резон. Аналогично нельзя ограничиваться сопоставлением только расходов на ремонт и замену старого ТПС на новый. Информативными показателями, позволяющими выполнить объективное сравнение вариантов, служит наличие капитальных вложений в соответствующие меры [2, 3].

Во многих случаях имеют место следующие соотношения таких показателей по вариантам:

$$\begin{aligned} R_C < K_M < K_H; C_H < C_M < C_C; \\ P_C < P_M < P_H, \end{aligned} \quad (1)$$

где P_X , K_M , K_H – расходы на ремонт при продлении срока эксплуатации, модернизации, замене старого ТПС на новый;

C_H , C_M , C_C – себестоимость перевозок после проведения текущего ремонта, модернизации, замены старого ТПС на новый, в расчете на год;

P_C , P_M , P_H – производительность ТПС после текущего ремонта, модернизации, замены на новый.

Как видно, для третьей группы показателей необходимо повышение производительности ТПС, и поэтому поиск лучшего варианта следует выполнять не в абсолютных, а в удельных измерениях затрат.

На рис. 1 представлена структурная схема процедуры поиска лучшего варианта при различных соотношениях названных показателей.

Вместе с тем в такой постановке невозможно определить время, когда надо выполнять соответствующие мероприятия по модернизации или замене ТПС [4, 6, 8].

Как следует из рис. 2, динамика изменения характеристик $P(t)$, $C(t)$ достаточно сложная, что требует проведения мониторинга как производительности ТПС, так



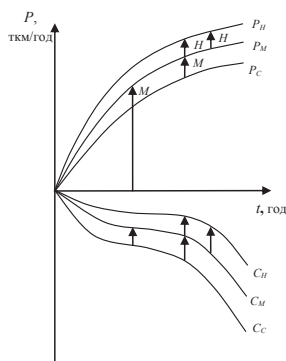


Рис. 2. Динамика изменения продуктивности ТПС и себестоимости перевозок

и себестоимости выполняемой работы за определенное время. Обеспечить это в ходе эксплуатации довольно трудно.

Можно отметить, что требуемая связь между P_M и P_C должна отвечать соотношению $P_M \geq \frac{K_M}{R_N} \cdot P_C$ (рис. 3).

Чтобы избежать неопределенности при поиске оптимальных соотношений между показателями цены, производительности или стоимости, воспользуемся методом размерностей.

Поиск критерия оценки проведения модернизации или замены старого ТПС на новый осуществим с помощью метода размерности в виде

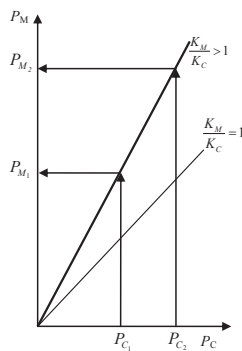
$$K = f(P, R(K_M, K_C), C) \rightarrow \max \quad (2)$$


Рис. 3. Зависимость $P_M = f(P_C)$.

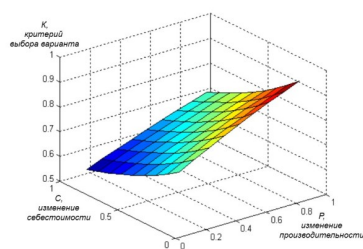
Представим размерность этого критерия с учетом смысла обеспечения эффективности перевозок как отношение производительности к показателям цены и себестоимости:

$$[K] = \left[\frac{ткм}{грн. \cdot \frac{грн}{ткм}} \right] = \left[\frac{(ткм)^2}{(грн)^2} \right]. \quad (3)$$

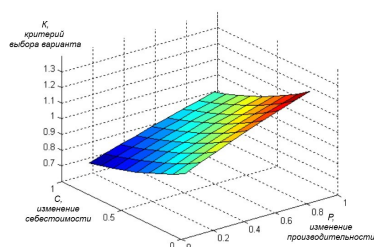
Отсюда получаем общий вид критерия как корня квадратного из квадрата размерности в окончательном виде:

$$K = \sqrt{\frac{P}{R \cdot C}}. \quad (4)$$

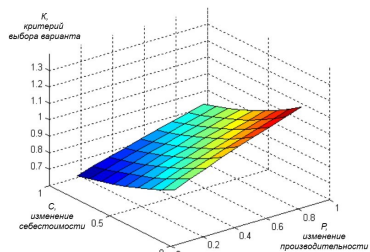
При определении усилий на проведение модернизации или замены старого ТПС на новый представим этот критерий в виде, удобном для моделирования:



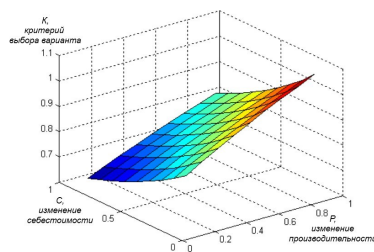
а) $\Delta K = 0,1$



б) $\Delta K = 0,3$



в) $\Delta K = 0,5$



г) $\Delta K = 0,9$

Рис. 4. Определение критерия K в зависимости от динамики ΔP и ΔC : а) $\Delta K = 0,1$; б) $\Delta K = 0,3$; в) $\Delta K = 0,5$; г) $\Delta K = 0,9$.

$$K_M = \sqrt{\frac{(P_C + \Delta P_M)}{(R_C + \Delta K_M)(C_C - \Delta C_M)}}; \quad (5)$$

$$K_H = \sqrt{\frac{(P_C + \Delta P_H)}{(R_C + \Delta K_H)(C_C - \Delta C_H)}}. \quad (6)$$

Для упрощения моделирования обозначим начальные значения производительности, затрат на ремонт и себестоимости перевозок как $P_C=1$, $R_C=1$, $C_C=1$, а соответствующие параметры их изменения определим в диапазоне $\Delta P=0, 1-0,9$; $\Delta K=0, 1-0,9$; $\Delta C=0, 1-0,9$. С помощью программы MathLab для каждого значения ΔK получены графические зависимости, которые частично представлены на рис. 4.

На основе приведенных графических зависимостей можно констатировать, что проведение ремонта ($\Delta K=0,1$), модернизации ($\Delta K=0,3$) или замены ($\Delta K=0,5$) позволит практически во всем диапазоне повысить эффективность использования локомотивов. При $\Delta K=0,5$ наблюдается незначительное снижение эффективности относительно варианта $\Delta K=0,3$. Вместе с тем понятно, что модернизация по сравнению с заменой локомотивов способна достичь заметного повышения производительности с одновременным уничтожением удельных расходов. Справедливо считать, что вариант $\Delta K=0,9$ воспроизводит ситуацию замены локомотива, при котором цена нового примерно в 1,9 раз больше, чем суммарные мероприятия на проведение углубленного ремонта или модернизации локомотива. В зависимости от ожидаемых параметров динамики и по приведенным зависимостям можно принять решение о мерах по содержанию локомотивов [5, 7, 10].

ВЫВОДЫ

1. Сложность формирования базы данных по изменению параметров эффективности использования ТПС требует поиска альтернативных путей для решения задачи продления срока эксплуатации ТПС, его модернизации или замены на новый.

2. Предварительные расчеты с учетом срока окупаемости мероприятий по модернизации или замене ТПС следует выполнять с помощью алгоритма, учитывающего соотношение параметров, реализующих эффективность использования ТПС.

3. Формализованный процесс поиска срока проведения мероприятий по модернизации или замене ТПС определяется достижением максимума K при соответствующих вложениях ΔK в ремонт, модернизацию или замену тягового подвижного состава в диапазоне изменения производительности ΔP и себестоимости перевозок ΔC .

Задаваясь относительной величиной ΔK , по данным статистики можно определить для различных соотношений ΔP , ΔC зону достижения максимальной эффективности эксплуатации ТПС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галкин В. Г., Парамзин В. П., Четверов В. А. Надежность тягового подвижного состава: Учеб. пособие. — М.: Транспорт, 1981. — 184 с.
2. Коллегаев Р. Н. Определение оптимальной долговечности технических систем. — М.: Советское радио, 1967. — 113 с.
3. Консон А. С. Экономика ремонта машин. — М. — Л.: Машгиз, 1960. — 235 с.
4. Козлов Б. А., Ушаков И. А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. — М.: «Советское радио», 1975. — 472 с.
5. Крашенінін О. С., Харламов П. О. Оцінка ефективності системи подовження терміну служби ТПС більш нормативного і оновлення експлуатаційного парку // Вісник Східноукраїнського університету ім. Володимира Даля. — 2012. — № 3(174). — С. 109-113.
6. Михлин В. М. Прогнозирование технического состояния машин. — М.: Колос, 1976. — С. 287.
7. Северцев Н. А. Надежность сложных систем в эксплуатации и отработке: Учеб. пособие. — М.: Высшая школа, 1989. — 432 с.
8. Сухарев Э. А. Теория эксплуатационной надежности машин: Лекционный курс. — Рівне: Видавництво УДАВГ, 1997. — 162 с.
9. Тартаковский Э. Д., Грищенко С. Г., Калабухин Ю. Е., Фалендыш А. П. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог: Монография. — Луганск: Ноулидж, 2011. — 174 с.
10. Янушкевич І. П., Крашенінін О. С. Методика визначення потенційних відмов в елементах несучих конструкцій локомотивів // 36. наук. праць УкрДАЗТ. — 2012. — Вип. 128. — С. 233-237.
11. Cantos, P. Efficiency Measures and Output Specification: The Case of European Railways / Pedro Cantos, Jos M. Pastor, Lorenzo Serrano // J. of Transport and Statistics. — 2000. — Vol. 3, № 3. — pp. 61-68. ●

Координаты автора: Крашенінін А. С. — info@kart.edu.ua.

Статья поступила в редакцию 11.12.2014, принята к публикации 02.03.2015.

