

УДК 656.2.003 + 06

*Е. В. Валенцева, А. С. Шапшал, С. А. Шапшал***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ГОТОВНОСТИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА¹**

Аннотация. Статья посвящена анализу коэффициента готовности и его влиянию на величину стоимости жизненного цикла тягового подвижного состава в части технического обслуживания и технического ремонта при обосновании выбора локомотива, а также при планировании бюджета расходов на техническое обслуживание и технический ремонт в сервисных депо, с целью сокращения простоя тягового подвижного состава и сокращения его парка.

Анализ показал, что необходимо корректировать стоимость жизненного цикла в части технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава, а также бюджет расходов на техническое обслуживание и ремонт тягового подвижного состава на величину $\pm 5\%$ от нормативного значения расходов.

Ключевые слова: коэффициент готовности, среднеквадратическое отклонение, стоимость жизненного цикла, расходы на техническое обслуживание, технический ремонт, бюджет расходов.

Для цитирования: Валенцева, Е. В. Использование коэффициента готовности в определении стоимости жизненного цикла тягового подвижного / Е. В. Валенцева, А. С. Шапшал, С. А. Шапшал // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 1. – С. 10–14.

Одним из важных показателей надежности тягового подвижного состава является коэффициент готовности (K_r), который характеризует долю нахождения локомотива в работоспособном состоянии с учетом потерь времени на плановые и неплановые ремонты за отчетный период [1].

На коэффициент готовности локомотива влияет его простой в плановых и внеплановых видах технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР), а на величину самого простоя влияет такой параметр как наличие запасных частей или величина спланированных расходов на ТО и ТР, которая закладывается в стоимость жизненного цикла локомотива, согласно концепции контракта стоимости жизненного цикла локомотива.

Величина запланированных расходов на ТО и ТР не учитывает статистические подходы, а чаще всего рассчитывается по средней или нормативной величине. При этом, чем точнее будут запланированы расходы на ТО и ТР, склады будут своевременно обеспечены запасными частями, меньше будет величина времени простоя в ТО и ТР и как следствие, эксплуатационным предприятиям потребуется меньше самого дорогого ресурса ОАО «РЖД» – парка локомотивов.

Коэффициент готовности (K_r), для одного из структурных подразделений Дирекции тяги по СКЖД для тепловоза 2ТЭ25КМ за 2019-2020 гг. отражен в таблице 1. Возникает необходимость проанализировать использование коэффициента готовности тягового подвижного состава в определении стоимости его жизненного цикла в разрезе ТО, ТР, величина которого используется в обосновании выбора тягового подвижного состава, а также при планировании расходов на ТО и ТР в сервисных локомотивных депо.

¹Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам 15-й юбилейной Международной научно-практической конференции «Перспективы развития локомотиво-, вагоностроения и технологии обслуживания подвижного состава».

Таблица 1

Исходные данные для анализа использования коэффициента готовности тягового подвижного состава за 2019-2020 гг. для расчета стоимости его жизненного цикла

2019 г./месяц	Коэффициент внутренней готовности, K_{Γ}	2020 г./месяц	Коэффициент внутренней готовности, K_{Γ}
1	0,948	1	0,894
2	0,924	2	0,813
3	0,882	3	0,837
4	0,866	4	0,833
5	0,843	5	0,837
6	0,842	6	0,79
7	0,894	7	0,915
8	0,915	8	0,928
9	0,938	9	0,886
10	0,875	10	0,913
11	0,868	11	0,834
12	0,852	12	0,797

Среднеквадратическое отклонение коэффициента готовности по годам определяется по формуле

$$S = \sqrt{\frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} (K_{\Gamma i} - K_{\Gamma H})^2},$$

где 24 – количество наблюдений;
 $K_{\Gamma i}$ – фактическая величина коэффициента готовности за i -ый месяц рассматриваемого года;
 $K_{\Gamma H}$ – нормативная величина коэффициента готовности, согласно ТУ, (0,95).

Для удобства, расчет среднеквадратического отклонения представим в таблице 2.

Таблица 2

Определение среднеквадратического отклонения коэффициента готовности

2019 г./месяц	$(K_{\Gamma i} - K_{\Gamma H})^2$	2020 г./месяц	$(K_{\Gamma i} - K_{\Gamma H})^2$
1	0,000004	1	0,003136
2	0,000676	2	0,018769
3	0,004624	3	0,012769
4	0,007056	4	0,013689
5	0,011449	5	0,012769
6	0,011664	6	0,0256
7	0,003136	7	0,001225
8	0,001225	8	0,000484
9	0,000144	9	0,004096
10	0,005625	10	0,001369
11	0,006724	11	0,013456
12	0,009604	12	0,023409

Среднеквадратическое отклонение составит

$$S = \sqrt{\frac{1}{24}} \cdot 0,192702 = 0,0896.$$

Таким образом, коэффициент внутренней готовности тепловоза 2ТЭ25КМ за 2019-2020 гг. составит $K_{г\text{ ср}} \pm 0,0896$.

Средняя величина коэффициента готовности составит

$$K_{г\text{ ср}} = \sum_{i=1}^{24} \frac{K_i}{24} = 0,87.$$

Тогда коэффициент готовности за 2019-2020 гг. изменяется от $0,87 \pm 0,0896$ или от 0,782 до 0,961. Изменение коэффициента готовности тепловоза 2ТЭ25КМ от 0,782 до 0,961 будет влиять на бюджет расходов на ТО и ТР и на изменение величины стоимости жизненного цикла тепловоза в части ТО и ТР в среднем на величину $\pm 8,96\%$.

Определим величину расходов на ТО и ТР в стоимости жизненного цикла тепловоза 2ТЭ25КМ с учетом изменения коэффициента готовности.

Регламент ТО и ТР и их стоимость для локомотива 2ТЭ25КМ представлен в табл. 3.

Таблица 3

Технический регламент и средняя стоимость ТО, ТР тепловоза 2ТЭ25КМ

Вид обслуживания, ремонта	2ТЭ25КМ	Стоимость, тыс. руб.	Программа ремонта за весь жизненный цикл
1	2	3	4
ТО	120 часов	100	1250
ТО-15	15 тыс. км	750	400
ТР-75	75 тыс. км	300	80
ТР-300	300 тыс. км	600	20
ТР-600	600 тыс. км	900	10
СР	1200 тыс. км	1100	5
КР	2400 тыс. км	1500	2,5

Величина расходов на ТО, ТР, СР и КР для тепловоза 2ТЭ25КМ за весь срок эксплуатации (40 лет) определяется по формуле, согласно [2,3]

$$\sum_{t=1}^{40} E_t = N_{ТО} \cdot E_{ТО} + N_{ТР} \cdot E_{ТР} + N_{СР} \cdot E_{СР} + N_{КР} \cdot E_{КР},$$

где $\sum_{t=1}^{40} E_t$ — величина расходов на ТО, ТР, СР и КР для тепловоза 2ТЭ25КМ за жизненный цикл (40 лет), тыс. руб.;

$N_{ТО}$, $N_{ТР}$, $N_{СР}$, $N_{КР}$ — программы ремонта за жизненный цикл тепловоза (гр.4 табл. 3);

$E_{ТО}$, $E_{ТР}$, $E_{СР}$, $E_{КР}$ — стоимость по видам ТО, ТР, тыс. руб. (гр. 3, табл. 3).

Величина расходов на ТО, ТР за жизненный цикл тепловоза 2ТЭ25КМ представлена в таблице 4.

Таблица 4

Расходы на ТО и ТР за жизненный цикл тепловоза 2ТЭ25КМ

Наименование вида ремонта	Стоимость, тыс. руб.	Программа ремонта за весь срок службы	Всего расходов, тыс. руб.
1	3	4	5
ТО	100	1250	125000
ТО-15	750	400	300000
ТР-75	300	80	24000
ТР-300	600	20	12000
ТР-600	900	10	9000
СР	1100	5	5500
КР	1500	2,5	3750
Итого			479250

Таким образом, величина расходов на ТО и ТР за жизненный цикл тепловоза 2ТЭ25КМ составит

$$\sum_{t=1}^{40} E_t = 479250 \text{ тыс. руб.}$$

При этом существенное завышение расходов на ТО и ТР, например, на 8,96 % может привести к сокращению ликвидных оборотных средств и повышению стоимости запасов, поэтому значимой для коррекции расходов будет величина в размере $\pm 5\%$.

Тогда величина расходов на ТО и ТР тепловоза 2ТЭ25КМ за жизненный цикл может быть скорректирована на $\pm 5\%$ и составит

$$\sum_{t=1}^{40} E_t = 479250 \pm 0,05 \cdot 479250, \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, величина среднеквадратического отклонения коэффициента готовности тягового подвижного состава позволяет скорректировать величину его стоимости жизненного цикла в части ТО и ТР, что особенно важно, как при обосновании выбора тягового подвижного состава, так и при планировании бюджета расходов на техническое обслуживание и технический ремонт тягового подвижного состава в сервисных депо.

Библиографический список

- ГОСТ 32192-2013. Надежность в железнодорожной технике. Основные понятия. Термины и определения. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108089>
- Распоряжение ОАО «РЖД» от 27.12.2007 г. № 2459р «Методика определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта» – URL: <https://jd-doc.ru/2007/dekabr-2007/12704-rasporyazhenie-oao-rzhd-ot-27-12-2007-n-2459r>

3. Распоряжение ОАО «РЖД» от 28.05.2019 № 1066/р «Об утверждении Единой методики оценки эффективности инновационной деятельности холдинга «РЖД» – URL: <https://rcit.su/techinfoW4.html>

E. V. Valentseva, A. S. Shapshal, S. A. Shapshal

USING THE AVAILABILITY FACTOR IN DETERMINING THE LIFE CYCLE COST OF TRACTION ROLLING STOCK

Abstract. The article is devoted to the analysis of the availability factor and its influence on the value of the life cycle cost of traction rolling stock in terms of maintenance and technical repairs when justifying the choice of locomotive, as well as when planning the budget for maintenance and technical repairs in service depots in order to reduce downtime of traction rolling stock and reduction of its fleet.

The analysis showed that it is necessary to adjust the life cycle cost in terms of maintenance and repair of traction rolling stock, as well as the cost budget for maintenance and repair of traction rolling stock by $\pm 5\%$ of the standard cost value.

Keywords: availability factor, standard deviation, life cycle cost, maintenance costs, technical repairs, cost budget.

For citation: Valentseva, E. V. Using the availability factor in determining the life cycle cost of traction rolling stock/ E. V. Valentseva, A. S. Shapshal, S. A. Shapshal // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2024. – № 1. – P. 10–14.

Сведения об авторах

Валенцева Елена Викторовна

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Экономика, учет и анализ»,
кандидат технических наук,
доцент,
e-mail: e.valentseva@gmail.com

Шапшал Александр Сергеевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
кандидат технических наук,
доцент,
e-mail: llh@rgups.ru

Шапшал Сергей Александрович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
доцент,
e-mail: serega-don@bk.ru

Information about the authors

Valentseva Elena Victorovna

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Economics, Accounting and Analysis»,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
e-mail: e.valentseva@gmail.com

Shapshal Alexander Sergeevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction Rolling Stock»,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
e-mail: llh@rgups.ru

Shapshal Sergey Alexanderovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction Rolling Stock»,
Associate Professor,
e-mail: serega-don@bk.ru