



МОДЕЛ ЗА ОБНОВЯВАНЕ НА ВАГОННИЯ ПАРК В ОТКРИТ РУДНИК

Паулин Златанов

zlatanov_p@abv.bg

***Минно-геоложки университет “Св.Иван Рилски”, 1700, София,
БЪЛГАРИЯ***

Ключови думи: моделиране, вагонен парк, открити рудници

Резюме: Разгледан е метод за „просто“ възстановяване на износени вагони използвани в открити рудници за извозване на въглища. Алгоритъмът е приложим и за обновяване на овтотранспортния парк.

При изучаването на различни процеси и явления в много области на науката и техниката бързо навлязоха методите на моделиране. Най-широко приложение в транспорта в откритите рудници за разпределение на товарите към консуматори и насипища намериха оптимизационните методи с използване на линейното програмиране. Те обаче не отчитат нито динамиката на системата, нито случайните колебания в работата на транспорта (авто и железопътен) в реални условия.

Използването на вероятностни модели в тяхната класическа форма, не винаги дават адекватни резултати, тъй като те описват независими явления в даден момент от време. Практиката е показала, че за описание на технологични процеси като последователности на явленията във времето, много добри резултати се получават с използването на апарата на теорията на случайните (стохастични) процеси.

От класа задачи, използващи стохастични модели (стационарни, марковски, полумарковски), за условията на транспорта в откритите рудници, особен интерес представляват задачите за замяна (обновяване) на транспортните средства – локомотиви, вагони, автосамосвали.

Като правило, процеса на възстановяване се прилага за някакъв машинен парк от еднотипни машини, в които с течение на времето някакво количество транспортни средства излиза от употреба поради авария, пълно износване и др. Тук интерес представлява не коя машина излиза от употреба, а колко машини се нуждаят от техническо обслужване (ремонт) и колко машини трябва да се заменят с нови в течение на определен период от време. Данните за такъв анализ могат да се получат въз основа на продължителни наблюдения върху съвкупност от еднакви машини, а след това с някаква вероятност да се опише процеса на стареене или излизането им от строя.

Особено актуален в икономическо отношение е изборът на най-подходящ момент за спиране на машините. Престоите на транспортните средства поради често техническо обслужване или ремонт, намаляват производителността на транспорта и увеличават експлоатационните разходи, а преждевременното им спиране е свързано с допълнителни капитални разходи за закупуване на нови.

Стохастичните модели добре описват системи, елементите на които са подложени на постепенно износване и излизане от употреба с течение на времето (увеличаване на възрастта), което може да се разглежда в дискретни моменти (месец, тримесечие, година). Процесът се описва със система от вероятности за пребиваване на бройките транспортни средства в различните възрастови групи. Ако тези вероятности се свържат с броя на началната съвкупност от транспортни средства, то това число постепенно ще намалява, докато не остане нито едно годно за експлоатация. В този случай е необходимо да се познава процеса на обновление (възстановяване). Ако износените транспортни средства в даден период от време се заменят със същото количество нови единици, говорим за просто възстановяване [1]. То отговаря на следните изисквания:

- изучаваните основни средства са еднородни;
- обновяването се осъществява винаги в края на еднакви времеви интервали;
- отначало съвкупността се състои само от нови единици, а възстановяването се осъществява чрез замяна на излязло от строя основно средство с ново;
- амортизацията и моралното износване не се отчитат;
- обновяването на транспортните единици се определя от вероятностите им на излизане от строя в края на $K^{\text{я}}$ период, който е по-малък от максималния срок на служба T .

През последните години нашите открити рудници за добив на лигнитни въглища постепенно преминаха от извоз с жп. транспорт към извоз с гумено – транспортни ленти. Все още в рудниците “Трояново – 1” и “Трояново – север” за доставка на въглища за ТЕЦ – 1, ТЕЦ – 2 и “Брикел” се използва жп. транспорт. Информацията, с която се разполага, позволява да се представи как би изглеждал процеса на обновяване на подвижния състав, ако този модел се използваше през изминалите години, когато в рудник “Трояново – север” имаше огромно количество електровози и вагони тип “гондоли” и “думпкари”.

Рудникът разполага с 55 еднотипни вагона с дънно разтоварване от естакада, които имат следната възраст: $V_0 = 6$; $V_1 = 10$; $V_2 = 13$; $V_3 = 7$; $V_4 = 14$ (6 вагона са в експлоатация до 1 година, 10 от една до две години и т.н.).

Необходимо е да се построи прост модел на възстановяването им, т.е. да се определи очакваното количество вагони, с които да се попълва парка през тези пет години, така че броя им да остане постоянен (55 вагона).

Основен елемент при построяването на модела е определяне на вероятностите за излизане от строя на транспортните средства a_k . Те са определени въз основа на извадка с големина $n = 31$ вагона, които са били бракувани, след като са използвани определен брой години. Данните са представени в табл. 1.

Таблица 1

№	Срок на използване на вагоните, год.	Честота	Относителна честота
1	2	3	4
1.	6	1	0,032
2.	7	3	0,097
3.	8	7	0,23
4.	9	10	0,32
5.	10	6	0,191
6.	11	4	0,13
Σ		31	1,000

Относителните честоти (колона 4, табл. 1) са получени като отношение на броя на вагоните в отделните интервали към общия брой на излезлите от строя вагони. Техните стойности се използват в качеството си на емпирични зависимости (a_k) за излизане на вагоните от употреба: $a_1 = 0,032$; $a_2 = 0,097$; $a_3 = 0,23$; $a_4 = 0,32$; $a_5 = 0,194$ и $a_6 = 0,13$. За това периодите на употреба на вагоните $k = 1, 2, \dots, T$ за разглеждания случай са $T = 6$.

Следва да се отбележи, че $\sum_{k=1}^T a_k = 1$. Това равенство означава, че всеки един от използваните вагони трябва да излезе от употреба след $1, 2, \dots, T$ периода. Вероятността, новата транспортна единица да работи не по-малко от K периода, т.е. тя ще просъществува след $K+1$, или $K+2, \dots$ или T периода е,

$$(1) \quad r_k = a_{k+1} + a_{k+2} + \dots + a_T = \sum_{i=k+1}^T a_i,$$

където: $K=1,2,\dots,T-1$

$$\text{Очевидно, } r_0 = a_1 + a_2 + \dots + a_T = 1;$$

$$(2) \quad r_1 = a_2 + a_3 + \dots + a_T = 1 - a_1;$$

$$r_2 = a_3 + a_4 + \dots + a_T = r - a_2;$$

$$\dots$$

$$r_{T-2} = a_{T-1} + a_T;$$

$$r_{T-1} = a_T$$

Откъдето следва, че

$$(3) \quad a_k = r_{k-1} - r_k$$

за $k=1, 2, \dots, T-1$.

Използвайки формула (2) се определят

$$r_1 = 1 - a_1 = 1 - 0,032 = 0,968;$$

$$r_2 = r_1 - a_2 = 0,968 - 0,097 = 0,871;$$

$$r_3 = r_2 - a_3 = 0,871 - 0,23 = 0,641;$$

$$r_4 = 0,641 - 0,32 = 0,321;$$

$$r_5 = 0,321 - 0,191 = 0,13;$$

$$r_6 = 0,13 - 0,13 = 0.$$

Ако в началния момент броят на вагоните е бил V_0 единици, а след първия период от това количество остават $V_0 r_1$ единици, то в съответствие с определеното r_1 , за първия период броя на излезлите от строя вагони ще бъде $V_0 - V_0 r_1 = V_0 a_1$.

Аналогично, след два периода този брой ще бъде $V_1 \frac{a_2}{r_1}$ и т.н. Като се сумират бройките на всички излезли от строя основни средства след първия период се получава:

$$U_1 = V_0 a_1 + V_1 \frac{a_2}{r_1} + V_2 \frac{a_3}{r_2} + \dots + V_{T-2} \frac{a_{T-1}}{r_{T-1}} + V_{T-1}.$$

Зависимостите за модела на просто възстановяване на основните средства има вида [1]:

$$U_1 = V_0 a_1 + V_1 \frac{a_2}{r_1} + V_2 \frac{a_3}{r_2} + \dots + V_{T-2} \frac{a_{T-1}}{r_{T-1}} + V_{T-1};$$

$$U_2 = U_1 a_1 + U_0 a_2 + V_1 \frac{a_3}{r_1} + \dots + V_{T-2} \frac{a_T}{r_{T-2}};$$

$$(4) \quad U_{T-1} = U_{T-2} a_1 + a_2 U_{T-3} + \dots + a_{T-1} U_0 + V_1 \frac{a_T}{r_1};$$

$$U_n = a_1 U_{n-1} + a_2 U_{n-2} + \dots + a_T U_{n-T}, \quad n \geq T,$$

където: U_1, U_2, \dots е очакваното количество единици основни средства, които следва да се въведат в съвкупността след 1, 2, 3, ... периоди, така че общата численост да е постоянна;

$V_0, V_1, V_2 \dots$ численост на основни средства на изучаваната съвкупност, прослужили 0, 1, 2, ... периода: $\sum_{k=0}^{T-1} V_k = N$, където N е броя на съвкупността в началния момент;

a_1, a_2, \dots, a_k – вероятност за пълното износване на основните средства след 1, 2, ... k периода, считано от момента на въвеждането им в експлоатация, $\sum_{k=1}^T a_k = 1$;

r_1, r_2, \dots, r_k – вероятността новото основно средство да работи повече от k периода от момента на въвеждането му в действие;

T – максимална продължителност на работа на основното средство.

В съответствие със зависимостите (4) се изчислява U_1 – очаквано количество вагони, с които следва да се попълни вагонния парк след първия период (след 1 година експлоатация):

$$U_1 = V_0 a_1 + V_1 \frac{a_2}{r_1} + V_2 \frac{a_3}{r_2} + V_3 \frac{a_4}{r_3} + V_4 \frac{a_5}{r_4} + V_5 \frac{a_6}{r_5};$$

$$U_1 = 6.0,032 + 10 \frac{0,097}{0,968} + 13 \frac{0,23}{0,871} + 7 \frac{0,32}{0,641} + 14 \frac{0,191}{0,321} + 5 \frac{0,13}{0,13} = 21.$$

Аналогично се определят стойностите на $U_2, U_3 \dots$

$$U_2 = U_1 a_1 + V_0 a_2 + V_1 \frac{a_3}{r_1} + V_2 \frac{a_4}{r_2} + V_3 \frac{a_5}{r_3} + V_4 \frac{a_6}{r_4};$$

$$U_2 = 21.0,03 + 6.0,097 + 10 \frac{0,23}{0,968} + 13 \frac{0,32}{0,871} + 7 \frac{0,191}{0,641} + 14 \frac{0,13}{0,321} = 16;$$

$$U_3 = 12; U_4 = 13; U_5 = 14.$$

Средният (или очакван) срок за работа на единица от изследваното транспортно средство ще бъде

$$V = \sum_{k=1}^T K a_k,$$

където K е периодът на работа на изучаваното транспортно средство, $k = 1, 2, \dots, T$.

$$V = 1.0,032 + 2.0,097 + 3.0,23 + 4.0,32 + 5.0,191 + 6.0,13 = 3,93$$

Очакваният брой на попълненията от вагони за един период ще се определи по израза

$$\lim_{n \rightarrow \infty} U_n = \frac{N}{V} = \frac{55}{3,93} = 13,99 \approx 14 \text{ бр.}$$

По такъв начин, очакваният брой на попълнения от вагони ще се колебае около 14.

Анализът на досегашната работана жп. транспорта в рудник «Трояново – север» показва, че обновяването на транспортните средства през годините не ставало по тази схема. По тази причина, често броят на необходимите по технологични изисквания влакосъстава за смяна не е бил осигуряван, вследствие на което една част от багерите реализират значителни технологични престои.

Изложеният най-общо модел за просто възстановяване позволява да се направят следните по-важни изводи:

1. Ефективността от работата на жп. транспорта може чувствително да се повиши, ако се следва линията на систематичен контрол за продължителността на експлоатация на подвижния състав и съвременната му подмяна.

2. Системното приложение на модела на просто възобновяване на капиталните вложения във времето.

3. Това ще създаде допълнителни възможности за значително усъвършенстване на инвестиционната политика на рудници с технологичен жп. транспорт.

ЛИТЕРАТУРА:

[1.] Кожневская, И. 1971. Теория обновления основных фондов и рекуррентные уравнения, М., Статистика. 271 с.