

ОБ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКАХ РЕМОНТОВ ПОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

К.ф.-м.н. Н.А. Малаксиано

Одесский национальный морской университет

Украина, г. Одесса

malax@ukr.net

Значительную часть расходов многих предприятий, и в частности предприятий морской отрасли, составляют расходы на оборудование. Поэтому эффективность функционирования этих предприятий во многом зависит от качества планирования ремонтов и замен оборудования. Для решения задачи нахождения оптимальных сроков ремонтов и списаний сложного портового оборудования нами предложена модель изменения физического износа оборудования, функционирующего в условиях непостоянной занятости, основанная на применении динамических систем с джокером. Чтобы в каждый момент времени иметь возможность оценивать как текущее состояние оборудования, так и состояние, в которое оно могло бы быть переведено в случае, если бы было принято решение о его ремонте, общий физический износ оборудования представлен в виде суммы устранимого и неустраимого износов. Динамика показателей неустраимого износа $u_1 = u_1(t)$ и устранимого износа $u_2 = u_2(t)$, ($0 \leq u_1, u_2 \leq 1$) моделируется с помощью следующей системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} u_1' = (1 - u_1)^{v_1} \cdot (u_1 - L_1)^{w_1} \cdot s(t) \cdot (a_1 + b_1 \cdot u_2), \\ u_2' = (1 - u_2)^{v_2} \cdot (u_2 - L_2)^{w_2} \cdot s(t) \cdot (a_2 + b_2 \cdot u_1), \end{cases} \quad (1)$$

где $s(t)$ – коэффициент занятости оборудования в момент времени t . Предложенная модель обладает достаточной гибкостью для того, чтобы в нее вписывался широкий спектр различных закономерностей накопления износа реальной техники. Ремонты с заранее известной степенью эффективности, например, ремонты, сокращающие уровень устранимого износа до

минимума, моделируются с помощью джокеров первого типа. Если при рассматриваемом типе ремонта нельзя точно предсказать, насколько в результате уменьшится уровень устранимого износа машины, то используются джокеры второго или третьего типа. В качестве примера на рисунке 1 представлены кривые износа оборудования, полученные с помощью численного решения дифференциального уравнения (1) с соответствующими джокерами для двух стратегий ремонтов оборудования – стратегий S1 и S2, предусматривающих один капитальный ремонт через 5 лет и два ремонта через 4 и 8 лет после начала эксплуатации оборудования соответственно. На рисунке 2 представлены графики изменения средних затрат для этих стратегий. Для нахождения наилучшей стратегии ремонтов и списания машины с использованием предложенной модели достаточно эффективным оказалось применение метода имитации отжига.

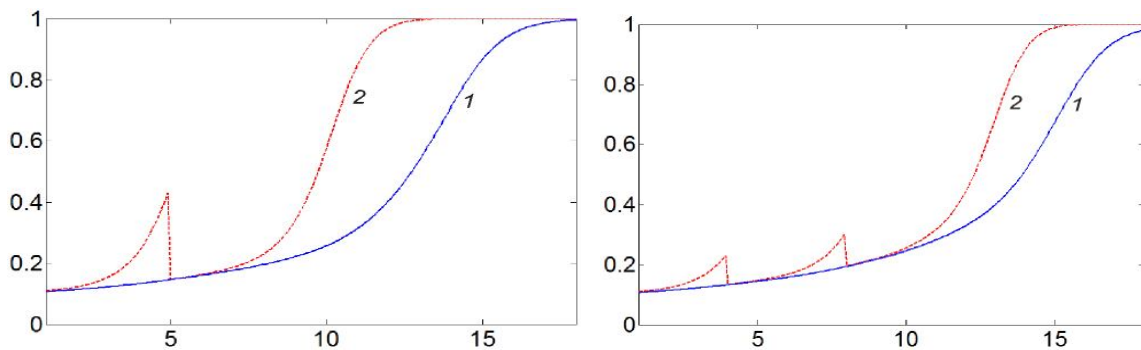


Рис. 1. – Кривые износа оборудования для стратегий S1 и S2
(1 – кривая неустранимого износа, 2 – кривая общего износа).

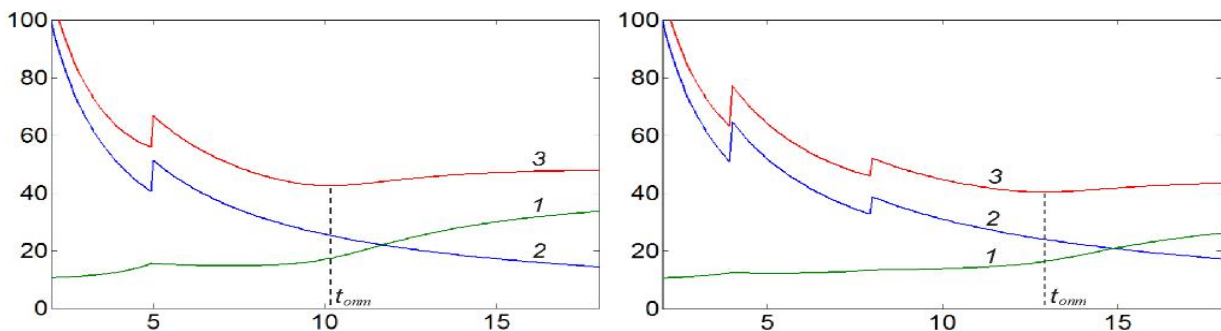


Рис. 2. – Средние дисконтированные затраты (в процентах от стоимости новой машины) на единицу времени работы машины для стратегий S1 и S2 и оптимальный срок списания t_{opt} (1 – средние эксплуатационные затраты; 2 – средние капитальные затраты; 3 – суммарные средние затраты).