

Секция: Технические науки

Малаксиано Николай Александрович

кандидат физико-математических наук, доцент

Одесский национальный морской университет

г. Одесса, Украина

О ПОВЫШЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ

Физический износ приводит к увеличению количества поломок и росту текущих расходов на оборудование. Часто бывает так, что техническое состояние оборудования позволяет его дальнейшее использование при надлежащих ремонтах и техническом обслуживании, но, тем не менее, это оборудование заменяется на новое из соображений экономической эффективности. Планирование сроков замен оборудования из-за физического износа является актуальной и во многих случаях непростой проблемой, изучению которой посвящено много научных публикаций. Вопросы определения оптимальных сроков ремонтов сложного портового оборудования изучены в [1–3]. В работах [4–6] исследованы вопросы устойчивого функционирования транспортных систем в условиях неравномерного грузопотока и обоснование выбора оптимальной структуры парка оборудования. В работах [7; 8] исследовались оптимальные сроки замены оборудования в условиях, когда операционные расходы на оборудование подвержены случайным колебаниям и вопросы влияния ставок налогообложения на определение оптимальных сроков службы оборудования. В [9] использованы многокритериальные оценки для уменьшения рисков при планировании ремонтов и замен сложного оборудования, функционирующего в условиях неустойчивого грузопотока.

Для исследования оптимальных сроков эксплуатации оборудования в условиях неустойчивого уровня загрузки нами была предложена стохастическая динамическая модель. Моделирование случайного процесса загрузки оборудования $s = s(t, \omega)$ было выполнено с использованием стохастической модели состояния в форме Ито [2]. Для моделирования изменений показателя износа оборудования $u = u(t)$ предложена динамическая модель, которая описывается дифференциальным уравнением

$$u' = (1 - u)^q \cdot (u - L)^r \cdot (a \cdot s(t) + b) \quad (1)$$

с начальным условием $u(0) = u_0$, где r – параметр, определяющий интенсивность увеличения износа оборудования на начальной стадии старения; q – параметр, определяющий интенсивность увеличения износа оборудования на последней стадии старения; $s(t)$ – коэффициент занятости оборудования в момент времени t ($0 \leq s(t) \leq 1$). Средние эксплуатационные затраты за единицу времени работы оборудования в период от начала эксплуатации до момента времени t находятся по формуле

$$R_{oper}(t) = \frac{1}{t} \cdot \int_0^t \left(\frac{R_{var} \cdot u(\tau)}{u(0)} \cdot s(\tau) + R_{const} \right) \cdot e^{\frac{-\delta \tau}{100}} d\tau, \quad (2)$$

где $u(t)$ – показатель общего износа в момент времени t , R_{const} – постоянные эксплуатационные расходы оборудования в единицу времени; R_{var} – переменные эксплуатационные расходы нового оборудования в единицу времени при полной занятости; δ – годовая процентная ставка при непрерывном начислении процентов. Средние капитальные затраты за единицу времени эксплуатации машины в период от начала работы до момента времени t вычислены по формуле

$$R_{cap}(t) = \frac{R_0}{t}, \quad (3)$$

где R_0 – цена нового оборудования.

Тогда суммарные средние затраты на единицу времени эксплуатации оборудования в период от начала работы до момента времени t равны

$$R(t) = R_{cap}(t) + R_{oper}(t). \quad (4)$$

На рис. 1 сплошной линией изображена кривая значений математического ожидания суммарных средних затрат на единицу времени работы оборудования. Границы интервала, в котором с вероятностью 0,9 находятся значения суммарных средних затрат на единицу времени функционирования оборудования изображены пунктирными линиями [7].

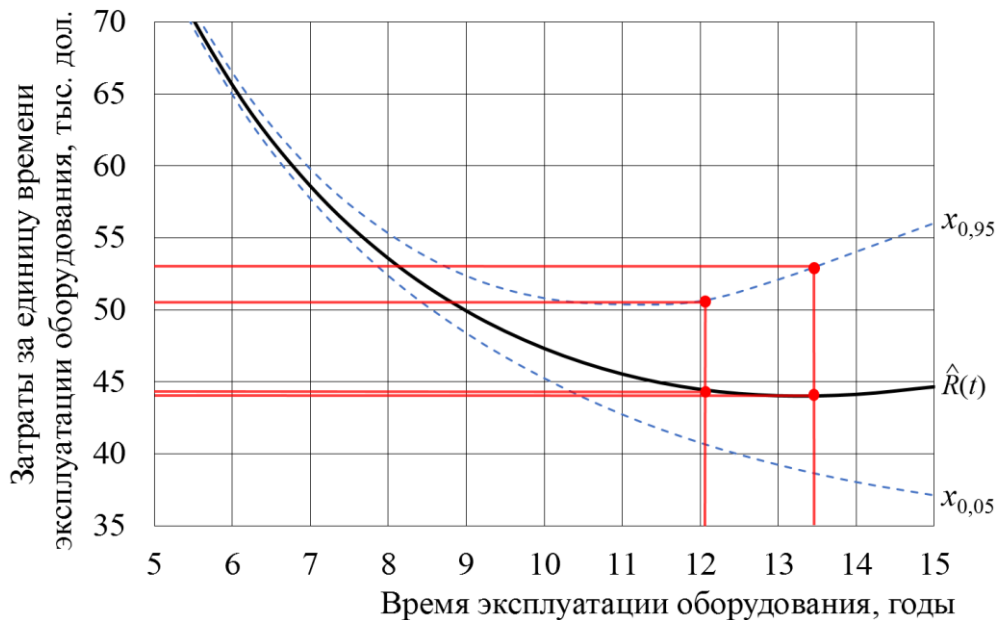


Рис. 1. Суммарные средние затраты за единицу времени функционирования оборудования

Из рис. 1 видно, что с точки зрения минимизации математического ожидания суммарных средних затрат на единицу времени работы оборудования, оптимальный срок службы оборудования составляет примерно 13,5 лет. При замене оборудования в любой момент времени, находится в промежутке между 12 и 13,5 годами, математические ожидания средних расходов почти минимальны. Вместе с тем, с течением времени наблюдается заметный рост степени рассеивания и, как следствие,

рост рисков получения чрезмерных расходов. Таким образом, целесообразно сократить запланированный срок службы оборудования с 13,5 лет примерно до 12 и даже меньше. Тогда ожидаемые суммарные средние затраты на единицу времени работы оборудования почти не изменятся, но при этом уровень их устойчивости значительно возрастет.

Литература

1. Малаксиано Н. А. Об оптимальных сроках ремонтов сложного портового оборудования / Н. А. Малаксиано // Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Економіка. – 2012. - № 6. – Вип. 3. – С. 186-195.
2. Malaksiano N. On the optimal repairs and retirement terms planning for complex port equipment when forecast level of employment is uncertain / N. Malaksiano // Economic cybernetics. – 2012. – № 4-6 (76-78). – P. 49-56.
3. Malaksiano N. A. On the stability of economic indicators of complex port equipment usage / N. A. Malaksiano // Actual Problems of Economics. – 2012. – Vol. 12, Issue 138. – P. 226-233.
4. Lapkina I. O. Optimization of the structure of sea port equipment fleet under unbalanced load / I. O. Lapkina, M. O. Malaksiano, M. O. Malaksiano // Actual Problems of Economics. – 2016. – Vol. 9, Issue 183. – P. 364-371.
5. Lapkina I. O. Modelling and optimization of perishable cargo delivery system through Odesa port / I. O. Lapkina, M. O. Malaksiano // Actual Problems of Economics. – 2016. – Vol. 3, Issue 177. – P. 353-365.
6. Lapkina I. Elaboration of the equipment replacement terms taking into account wear and tear and obsolescence / I. Lapkina, M. Malaksiano // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. – Vol. 3, No. 3 (93). – P. 30-39.

7. Lapkina I. Estimation of fluctuations in the performance indicators of equipment that operates under conditions of unstable loading / I. Lapkina, M. Malaksiano // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* – 2018. Vol. 1. – Issue 3(91). – P. 22-29.
8. Adkins R. Replacement decisions with multiple stochastic values and depreciation / R. Adkins, D. Paxson // *European Journal of Operational Research.* – 2017. – Vol. 257. – Issue 1. – P. 174-184.
9. Малаксиано Н. А. Использование многокритериальных оценок для уменьшения рисков при планировании ремонтов и замен сложного портового оборудования, функционирующего в условиях неполностью определенного грузопотока / Н. А. Малаксиано // *Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: зб. наук. праць. ОНМУ.* – 2013. – № 1 (20). – С. 7- 27.