References

1. Bashta T. M. *Raschety i konstruktsii samoletnykh gidravlicheskikh ustroystv* [Calculations and design of aircraft hydraulic systems]. Moscow, Oborongiz Publ., 1961, 97 p.

2. Bolotin V. V. *Resurs mashin i konstruktsiy* [Resource of machines and structures]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1990, 447 p.

3. Sapozhnikov V. M., Lagosjuk G. S. *Prochnost' i ispytaniya truboprovodov gidrosistem samoletov i vertoletov* [Durability testing of pipelines and hydraulic systems of aircraft and helicopters]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1973, 248 p.

4. Tarasov Ju. L., Perov S. N., Loginov S. L. [Addressing the security and reliability of the resource pipeline systems in their design]. *Vestnik SamGTU. Ser. Fiz.-mat. Nauki*. 2003, no. 19, p. 122–128. (In Russ.)

5. Timoshenko S. P. *Prochnost' i kolebaniya elementov konstruktsiy* [Strength and vibrations of structural elements]. Moscow, Nauka Publ., 1975, 704 p.

6. Pykhalov A. A., Milov A. E. *Kontaktnaya zadacha staticheskogo i dinamicheskogo analiza sbornykh rotorov turbomashin* [Contact problem of static and dynamic analysis modular rotors of turbomachines]. Irkutsk, IrGTU Publ., 2007, 192 p.

7. Yakhnenko M. S. [Analysis of the convergence of the numerical solutions of finite element method for the problem of dynamic loading pipelines]. *Vestnik IrGTU.* 2011, vol. 52, no. 5, p. 100–103. (In Russ.)

8. Yakhnenko M. S. [Design and construction of the pipeline system, taking into account the experimental strain measurement data]. *Trudy MAI*, 2011, no. 44. (In Russ.) Available at: http://www.mai.ru/publications/index2.php.

9. Yakhnenko M. S., Gushchin S. V., Polonskiy A. P. *Materialy konf. "Problemy zemnoy tsivilizatsii"* [Proceedings of the conf. "Problems of world civilization"]. Irkutsk, 2008, no. 21, p. 196–199. (In Russ.)

10. Yakhnenko M. S., Pykhalov A. A. *Materialy konf. "Problemy zemnoy tsivilizatsii"* [Proceedings of the conf. "Problems of world civilization"]. Irkutsk, 2008, no. 21, p. 258–259. (In Russ.)

11. Yakhnenko M. S., Pykhalov A. A. *Materialy 15 mezhdunar. simp. "Dinamicheskie i tekhnologicheskie problemy mekhaniki konstruktsiy i sploshnykh sred" im. A.G. Gorshkova* [Proc. of the 15th international Symposium. "Dynamic and technological problems of mechanics of structures and continuum them. A. G. Gorshkov"]. Moscow, MAI Publ., 2009, Vol. 1, p. 167–168. (In Russ.)

12. Yakhnenko M. S., Pykhalov A. A. *Materialy 13 mezhdunar. nauch. konf., posvyashchennoy 50-letiyu Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta* [Materials of the 13th international scientific conference, dedicated to the 50th anniversary of the Siberian state aerospace University]. Krasnoyarsk, 2009, p. 46–47. (In Russ.)

13. Yakhnenko M. S., Pykhalov A. A., Stolerman A. I. *Materialy pervoy nauch.-praktich. konf. molodykh uchenykh i spetsialistov "Issledovaniya i perspektivnye razrabotki v mashinostroenii"* [Proceedings of the first scientific-practical Conference young scientists and specialists "Research and advanced development in mechanical engineering"]. Komsomol'sk-na-Amure, 2010, p. 86–89. (In Russ.)

14. Yakhnenko M. S., Pykhalov A. A. *Materialy 16 mezhdunar. simp. "Dinamicheskie i tekhnologicheskie problemy mekhaniki konstruktsiy i sploshnykh sred" im. A. G. Gorshkova* [Materials of the 16th international Symposium. "Dynamic and technological problems of mechanics of structures and continuum them. A. G. Gorshkov"]. Moscow, MAI Publ., 2010, Vol. 1, p. 143–145. (In Russ.)

15. Yakhnenko M. S., Pykhalov A. A. *Materialy 17 mezhdunar. simp. "Dinamicheskie i tekhnoloicheskie problemy mekhaniki konstruktsiy i sploshnykh sred" im. A. G. Gorshkova* [Materials of the 17th international Symposium. "Dynamic and technological problems of mechanics of structures and continuum them. A. G. Gorshkov"]. Moscow, MAI Publ., 2011, p. 163–164. (In Russ.)

УДК 519.248

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРАТЕГИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПРОВЕДЕНИЕМ АВАРИЙНЫХ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ВОССТАНОВЛЕНИЙ

И. И. Вайнштейн[1], Г. Е. Михальченко[1], Ю. В. Вайнштейн[1], К. В. Сафонов[2]

[1]Институт космических и информационных технологий Сибирского федерального университета
Российская Федерация, 660074, г. Красноярск, ул. Киренского, 26, кор. УЛК
E-mail: ikit.sfu-kras.ru
[2]Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660014, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: safonovkv@rambler.ru

Рассмотрена стратегия эксплуатации технических систем с несовпадающими функциями распределения наработок элементов до отказа после аварийных и профилактических восстановлений, которая обобщает известную в математической теории надежности стратегию строго периодических восстановлений. Получены *формулы коэффициента готовности и интенсивности затрат. По критериям минимума интенсивности затрат или максимума коэффициента готовности решена задача о выборе стратегии эксплуатации из рассмотренных в работе стратегии с проведением профилактических восстановлений и стратегии с проведением только аварийных восстановлений при экспоненциальных законах распределения наработок.*

Ключевые слова: стратегия восстановления, интенсивность затрат, коэффициент готовности.

THE OPTIMIZATION OF STRATEGIES FOR THE OPERATION OF TECHNICAL SYSTEMS WITH THE PERFORMANCE OF EMERGENCY AND PREVENTIVE RESTORATIONS

I. I. Vainshtein[1], G. E. Mihalchenko[1], J. V. Vainshtein[1], K. V. Safonov[2]

[1]Institute of space and information technologies of Siberian Federal University
26, Kirenskogo str., ULK building, Krasnoyarsk, 660074, Russian Federation
E-mail: ikit.sfu-kras.ru
[2] Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660014, Russian Federation
E-mail: aaa@sibsau.ru

The strategy of technical system operation with mismatched time distribution function elements on the developments for the rejection after emergency and preventive restorations are considered. This strategy generalizes the strategy of strictly periodic restorations which is known in the mathematical theory of reliability. The formula of availability and cost intensity is obtained. By criterion of a minimum of costs intensity or a maximum of an availability, the problem of the choice of operation strategy from considered strategies are determined. There is a strategy with carrying out of preventive restorations and strategy with carrying out of emergency restorations for exponential laws of distribution practices.

Keywords: restoration strategy, the intensity of cost, availability factor.

Одной из возможностей обеспечения необходимых показателей надежности и эффективности работы технических систем является выбор оптимальной стратегии эксплуатации. В стратегиях эксплуатации будем рассматривать два типа восстановлений: аварийные, когда система восстанавливается после каждого случайного отказа, и профилактические, когда система восстанавливается в определенные моменты времени (не совпадающие с моментами отказов).

Рассмотрим две стратегии эксплуатации: стратегия C_a – проводятся только аварийные восстановления, а стратегия C_0 (стратегия строго периодических восстановлений) – в случае отказа системы проводится аварийное восстановление, если же система проработала без отказа заданный интервал времени τ, то проводится профилактическое восстановление. В качестве критериев оптимальности стратегий будем рассматривать минимум интенсивности затрат на восстановления (средние затраты на восстановления в единицу времени) или максимум коэффициента готовности (вероятность того, что система работает в произвольно взятый момент времени).

Постановка задачи: обосновать выбор оптимальной по этим критериям стратегии из стратегий C_a и C_0, а также найти оптимальное время проведения профилактических восстановлений.

Пусть $F_a(t)$ и $F_p(t)$ – функции распределений наработок до отказа после каждого аварийного и профилактического восстановления соответственно. В начальный момент времени наработка элемента до отказа имеет распределение $F_a(t)$. Время восстановления не учитывается. На рис. 1 представлен пример реализации такого процесса восстановления, где $\tau,\ X_1,\ X_1+\tau,\ X_1+2\tau,\ X_2, X_3 \ldots$ – моменты восстановлений системы, $\xi_1, \xi_2, \xi_3 \ldots$ – случайные времена между двумя последовательными аварийными восстановлениями.

Пусть $R(\tau)$ – интенсивность затрат на восстановления, c_a и c_p – средние затраты на аварийное и профилактическое восстановление соответственно. Получим аналитическое представление $R(\tau)$.

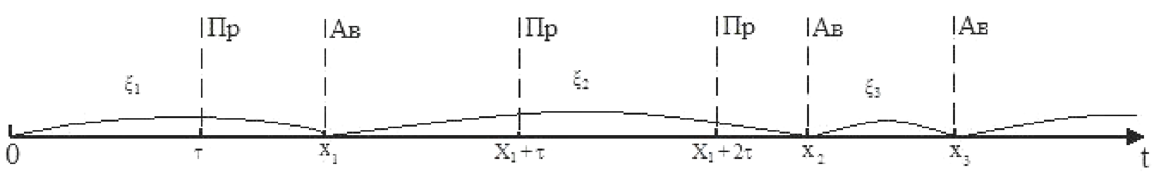

Рис. 1. Процесс восстановления с профилактиками

Время функционирования системы разобьем на стохастически эквивалентные относительно длины и затрат циклы $(c_i,\ \xi_i)$, $i=1,\ 2,\ 3\ldots$, где c_i – эксплуатационные затраты в i-м цикле, имеющем длину ξ_i. Если (C,ξ_τ) – случайная пара с таким же распределением, как и пары $(c_i,\ \xi_i)$, то интенсивность затрат для рассматриваемой стратегии имеет вид [1]

$$R(\tau)=\frac{E(C)}{E(\xi_\tau)},\qquad (1)$$

где $E(X)$ – математическое ожидание случайной величины X. Распределение случайной величины C приведено в таблице, где c – возможные значения величины C, p – соответствующие вероятности, $\overline{F}(\tau)=1-F(\tau)$.

Распределение случайной величины *C*

c	p
c_a	$F_a(\tau)$
c_a+c_p	$\overline{F_a}(\tau)F_p(\tau)$
c_a+2c_p	$\overline{F_a}(\tau)\overline{F_p}(\tau)F_p(\tau)$
c_a+3c_p	$\overline{F_a}(\tau)\left(\overline{F_p}(\tau)\right)^2F_p(\tau)$
…	…
c_a+nc_p	$\overline{F_a}(\tau)\left(\overline{F_p}(\tau)\right)^{n-1}F_p(\tau)$
…	…

Отсюда

$$\begin{aligned}E(C)&=\sum_{n=1}^{\infty}c_np_n=c_aF_a(\tau)+(c_a+c_p)\overline{F_a}(\tau)F_p(\tau)+\\&+(c_a+2c_p)\overline{F_a}(\tau)\overline{F_p}(\tau)F_p(\tau)+\cdots+(c_a+nc_p)\overline{F_a}(\tau)\left(\overline{F_p}(\tau)\right)^{n-1}F_p(\tau)+\cdots=\\&=c_a\left[F_a(\tau)+\overline{F_a}(\tau)F_p(\tau)+\overline{F_a}(\tau)\overline{F_p}(\tau)F_p(\tau)+\cdots+\overline{F_a}(\tau)\left(\overline{F_p}(\tau)\right)^{n-1}F_p(\tau)+\cdots\right]+\\&+c_p\overline{F_a}(\tau)F_p(\tau)\left[1+2\overline{F_p}(\tau)+3\left(\overline{F_p}(\tau)\right)^2+\cdots+n\left(\overline{F_p}(\tau)\right)^{n-1}+\cdots\right]=\\&=c_a\left[F_a(\tau)+\overline{F_a}(\tau)F_p(\tau)\sum_{n=1}^{\infty}\left(\overline{F_p}(\tau)\right)^{n-1}\right]+c_p\overline{F_a}(\tau)F_p(\tau)\sum_{n=1}^{\infty}n\left(\overline{F_p}(\tau)\right)^{n-1}=\\&=c_a\left[F_a(\tau)+\overline{F_a}(\tau)F_p(\tau)/F_p(\tau)\right]+\frac{c_p\overline{F_a}(\tau)F_p(\tau)}{\left(1-\overline{F_p}(\tau)\right)^2}=\frac{c_aF_p(\tau)+c_p\overline{F_a}(\tau)}{F_p(\tau)}.\end{aligned}\qquad (1)$$

При выводе использованы формулы $\sum_{n=1}^{\infty}q^{n-1}=1/(1-q)$, $\sum_{n=1}^{\infty}nq^{n-1}=1/(1-q)^2$ при $|q|<1$. Далее [2]:

$$F_{\xi_\tau}(t)=P(\xi_\tau<t)=1-\overline{F_a}(\tau),\qquad 0\le t<\tau,$$

$$F_{\xi_\tau}(t)=P(\xi_\tau<t)=1-P(\xi_\tau\ge t)=1-\ \overline{F_a}(\tau)\overline{F_a}(t-\tau),\qquad \tau\le t<2\tau,$$

$$F_{\xi_\tau}(t)=P(\xi_\tau<t)=1-P(\xi_\tau\ge t)=1-\ \overline{F_a}(\tau)\overline{F_p}(\tau)\overline{F_p}(\tau-2\tau),\qquad 2\tau\le t<3\tau,$$

$$\ldots$$

$$F_{\xi_\tau}(t)=P(\xi_\tau<t)=1-\overline{F_a}(\tau)\left(\overline{F_p}(\tau)\right)^{n-1}\overline{F_p}(t-n\tau),\qquad n\tau\le t<(n+1)\tau,\qquad (2)$$

$$\mathrm{E}(\xi_\tau)=\int_0^{\infty}\overline{F_{\xi_\tau}}(t)\,dt=\int_0^{\tau}\overline{F_a}(t)\,dt+\sum_{n=1}^{\infty}\overline{F_a}(\tau)\left(\overline{F_p}(\tau)\right)^{n-1}\int_{n\tau}^{(n+1)\tau}\overline{F_p}(t-n\tau)\,dt=$$

$$=\int_0^{\tau}\overline{F_a}(t)\,dt+\overline{F_a}(\tau)\int_0^{\tau}\overline{F_p}(t)\,dt\sum_{n=1}^{\infty}\left(\overline{F_p}(\tau)\right)^{n-1}=\frac{F_p(\tau)\int_0^{\tau}\overline{F_a}(t)\,dt+\overline{F_a}(\tau)\int_0^{\tau}\overline{F_p}(t)\,dt}{F_p(\tau)}.$$

Из (1) получаем выражение функции интенсивности затрат:

$$R(\tau)=\frac{c_a F_p(\tau)+c_p \overline{F_a}(\tau)}{F_p(\tau)\int_0^\tau \overline{F_a}(t)\,dt+\overline{F_a}(\tau)\int_0^\tau \overline{F_a}(t)\,dt}. \qquad (3)$$

Если $F_a(t)=F_p(t)=F(t)$, формула (3) совпадает с известной формулой для интенсивности затрат стратегии строго периодических восстановлений [1; 3]:

$$R(\tau)=\frac{c_a F(\tau)+c_p \overline{F}(\tau)}{\int_0^\tau \overline{F}(t)\,dt}.$$

Рассмотрим поведение функции $R(\tau)$ при $\tau\to 0$ и $\tau\to\infty$. Так как $F_p(0)=0,\ \overline{F_a}(0)=1$ и знаменатель дроби в (3) стремится к нулю при $\tau\to 0$, то

$$\lim_{\tau\to 0} R(\tau)=\infty. \qquad (4)$$

Учитывая, что $\int\limits_0^\infty \overline{F_a}(t)\,dt=\mu_a,\ \int\limits_0^\infty \overline{F_p}(t)\,dt=\mu_p$, где μ_a и μ_p – средние наработки системы до отказа после аварийных и профилактических восстановлений соответственно, получаем

$$\lim_{\tau\to\infty} R(\tau)=c_a/\mu_a. \qquad (5)$$

Полученное значение $R_a=\dfrac{c_a}{\mu_a}$ равно интенсивности затрат стратегии C_a только аварийных восстановлений (профилактические восстановления не проводятся).

Рассмотрим стратегию восстановления C_0, в которой на аварийное восстановление требуется время d_a, а на профилактическое восстановление – d_p соответственно. Сопоставив каждому интервалу ξ_i (случайное время между двумя последовательными аварийными восстановлениями) случайную величину y_i – суммарное время, потраченное за этот период на восстановления системы, получим так называемый альтернирующий процесс восстановления $(\xi_i,\ y_i)$. Распределения компонент этих пар совпадают с распределениями пары (ξ_τ, Y_τ), где функция распределения случайной величины ξ_τ приведена в (2), а распределение случайной величины Y_τ совпадает с распределением случайной величины C (см. таблицу), если в последнем c_a и c_p заменить на d_a и d_p соответственно. Из формулы коэффициента готовности [1] для альтернирующего процесса восстановления имеем

$$K(\tau)=\frac{E(\xi_\tau)}{E(Y_\tau)+E(\xi_\tau)},$$

или

$$K(\tau)=\frac{1}{E(Y_\tau)/E(\xi_\tau)+1}=\frac{1}{R_1(\tau)+1}, \qquad (6)$$

где $R_1(\tau)$ совпадает с функцией интенсивности затрат, если в ней c_a и c_p заменить на d_a и d_p соответственно. Из (6) следует, что максимум коэффициента готовности достигается в точке минимума функции $R_1(\tau)$.

Рассмотрим случай, когда наработки после аварийных и профилактических восстановлений распределены по экспоненциальным законам:

$$F_a(t)=1-e^{-at},\ F_p(t)=1-e^{-pt},\ a,p>0.$$

В этом случае

$$\int\limits_0^\tau \overline{F_a}(t)\,dt=\frac{1}{a}F_a(\tau),\ \int\limits_0^\tau \overline{F_p}(t)\,dt=\frac{1}{p}F_p(\tau),$$

$$F_p'(\tau)=p\overline{F_p}(\tau),\ F_a'(\tau)=a\overline{F_a}(\tau),\ \overline{F}_a'(\tau)=-a\overline{F}_a(\tau),$$

$$R(\tau)=apc_a\frac{F_p(\tau)+c\overline{F_a}(\tau)}{F_p(\tau)\left(pF_a(\tau)+a\overline{F_a}(\tau)\right)},$$

$$R'(\tau)=apc_a\frac{\overline{F_a}(\tau)\,y(\tau)}{\left(F_p(\tau)\right)^2\left(pF_a(\tau)+a\overline{F_a}(\tau)\right)^2},$$

где

$$y(\tau)=-capF_p(\tau)+\left(a^2-ap\right)F_p^2(\tau)-$$
$$-cp^2\overline{F_p}(\tau)F_a(\tau)-acp\overline{F_p}(\tau)\overline{F}_a(\tau),\ c=c_p/c_a.$$

Заметим, что знак производной $R'(\tau)$ при $\tau>0$ совпадает со знаком $y(\tau)$. Имеем $\lim\limits_{\tau\to 0} y(\tau)=-acp<0$, $\lim\limits_{\tau\to\infty} y(\tau)=(-cp+a-p)a.$

Пусть выполнено неравенство $-cp+a-p>0$, или равносильное ему неравенство

$$k<\frac{1}{1+c}, \qquad (7)$$

где $k=p/a$. Тогда $y(\tau)$ и вместе с ней $R'(\tau)$ больше нуля, начиная с некоторого $\tau_0>0$. Принимая во внимание равенство (5), заключаем, что прямая с уравнением $R_a=c_a/\mu_a$ является горизонтальной асимптотой графика функции и $R(\tau)<c_a/\mu_a$ при $\tau>\tau_0$. Из (4) и вышесказанного следует, что существует значение τ* $0<\tau^*<\tau_0$, при котором функция $R(\tau)$ принимает наименьшее значение, причем $R(\tau^*)<R_a$.

Таким образом, при выполнении неравенства (7) для стратегии C_0 имеется оптимальное время проведения профилактик, при котором интенсивность затрат меньше интенсивности затрат стратегии C_a только аварийных восстановлений.

Из равенства (6) следует, что при выполнении неравенства

$$k<\frac{1}{1+d}, \qquad (8)$$

аналогичного неравенству (7), где $d=d_p/d_a$ при значении τ*, дающего минимум функции $R_1(\tau)$, достигается максимум функции $K(\tau)$ – коэффициента готовности.

При $F_a(t) = F_p(t)$ $(k=1)$ $R'(\tau) < 0$ на промежутке (0, ∞), функция $R(\tau)$ монотонно убывает и $R(\tau) > R_a$. Следовательно, в этом случае профилактики проводить нецелесообразно, оптимальна стратегия только аварийных восстановлений.

Отметим, что на рис. 2 и 3 приведены графики функции $R(\tau)$ при выполнении неравенства (7) $(k = 0{,}4,\ c = 0{,}3)$ и при его невыполнении $(k = 2,\ c = 0{,}3)$. В первом случае оптимальна стратегия с проведением профилактических восстановлений при $\tau^* = 0{,}489$.

Кроме того, на рис. 4 и 5 приведены графики функции $K(\tau)$ при выполнении неравенства (8) $(k = 0{,}2,\ d = 0{,}3,\ \tau^* = 0{,}225)$ и при его невыполнении $(k = 2,\ d = 0{,}3)$.

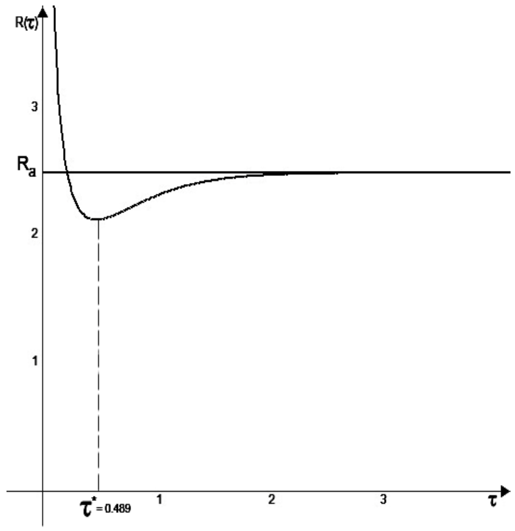

Рис. 2. График функции интенсивности затрат при $k = 0{,}4,\ c = 0{,}3$

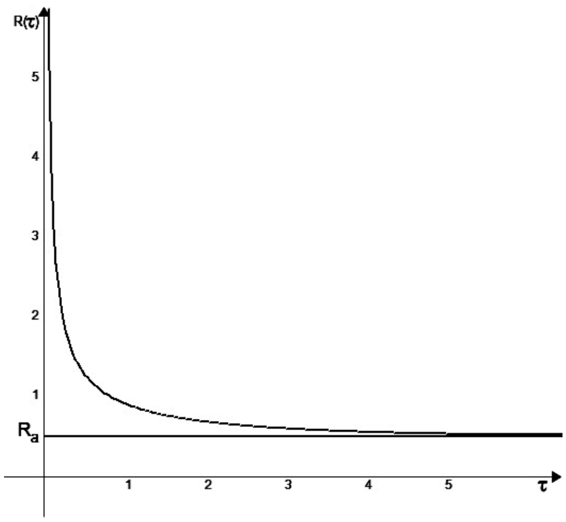

Рис. 3. График функции интенсивности затрат при $k = 2,\ c = 0{,}3$

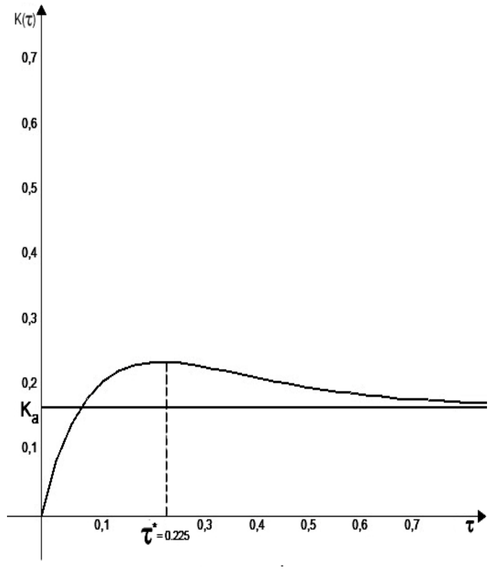

Рис. 4. График коэффициента готовности при $k = 0{,}2,\ d = 0{,}3$

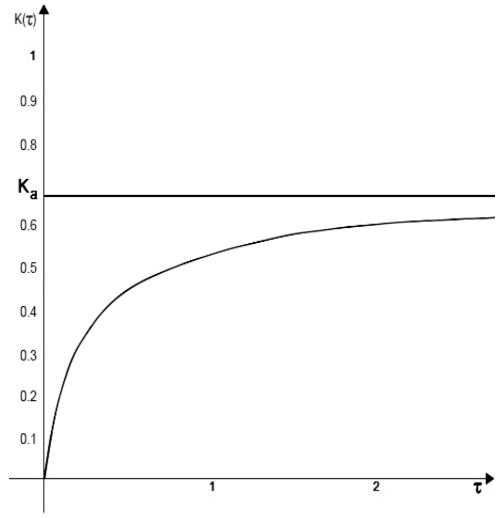

Рис. 5. График коэффициента готовности при $k = 2,\ d = 0{,}3$

Выводы, которые следует сделать на основании изложенного, следующие. В реальных условиях эксплуатации $F_a(t) \neq F_p(t)$, и потому для выбора оптимальной стратегии восстановления, наряду с другими стратегиями, следует рассматривать введенную в работе стратегию C_0. Полученное соотношение между стоимостями восстановлений и средними наработками до отказа (7) дает возможность выбора оптимальной стратегии из стратегий C_0 и C_a.

Библиографические ссылки

1. Байхельт Ф., Франкен П. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход : пер. с нем. М. : Радио и связь, 1988. 392 с.

2. Вайнштейн В. И. Математическое и программное обеспечение оптимизации проведения профилактических восстановлений при эксплуатации электронно-вычислительных систем : дис. … канд. физ.-мат. наук. Красноярск. 2006. 149 с.

3. Сугак Е. В. [и др.] Надежность технических систем. Красноярск : М ГП «РАСКО», 2001. 608 с.

References

1. Beichelt F., Franken P. *Nadezhnost' i tekhnicheskoye obsluzhivaniye. Matematicheskiy podkhod* [Reliability and Maintenance. Mathematical Approach]. Moscow, Radio i svyaz Publ., 1988, 392 p.

2. Vainshtein V. I. *Matematicheskoye i programmnoye obespecheniye optimizatsii provedeniya profilakticheskikh vosstanovleniy pri ekspluatatsii elektronno-vychislitel'nykh sistem.* Diss. kand. fiz.-mat. nauk [Mathematical and software providing of optimization of carrying out of preventive restorations at operation of electronic computing systems. Diss. on competition of a scientific degree of the candidate of phys. and math. sci.]. Krasnoyarsk, 2006, 149 p.

3. Sugak E. V. et al. *Nadezhnost' tehnicheskih* sistem [Reliability of technical systems]. Krasnoyarsk, RASKO Publ., 2001, 608 p.

УДК 520.2

ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РИЧИ–КРЕТЬЕНА В КАЧЕСТВЕ ОБЗОРНОГО ШИРОКОУГОЛЬНОГО ТЕЛЕСКОПА

С. А. Веселков, М. В. Земцова, М. А. Шилова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660014, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pulsar1963@yandex.ru, soffits.tel@gmail.com, viruskay@rambler.ru.

С помощью специальной оптимизирующей программы CODE V была численно исследована возможность использования апланатического телескопа системы Ричи–Кретьена в качестве широкоугольного обзорного. Рассмотрены различные варианты с использованием линзового корректора поля, установленного в сходящемся пучке вблизи фокальной поверхности, а также исследован вариант с применением асферики 6-го и 8-го порядка для зеркал и линзового корректора системы. Относительное отверстие оптических систем доведено до f = 1:4. Приведены конструктивные параметры и графики качества изображения двух рассчитанных систем. Рассмотрены возможности их применения в исследовании космического пространства, а также критерии качества оптических систем и эффективности обзорных телескопов.

Ключевые слова: оптическая система, аберрационный расчет, астрономические наблюдения.

OPTICAL SYSTEM RITCHEY–CHRETIEN AS PANORAMIC WIDEFIELD TELESCOPE

S. A. Veselkov, M. V. Zemtsova, M. A. Shilova

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660014, Russian Federation
E-mail: pulsar1963@yandex.ru, soffits.tel@gmail.com, viruskay@rambler.ru

With the help of CODE V specialized software suite, we numerically evaluated the possibility of utilizing the aplanatic Ritchey–Chretien system in the wide-field telescope construction. Different variants of using the lens corrector field installed in a converging beam near the focal surface, as well as to explore options with the use of aspheric 6th and 8th order for mirrors and lens corrector system are considered. Relative aperture optical systems have been brought to f = 1:4. The subject of this article is the representation of the design parameters and imaging quality graphs for two systems. Moreover speculations regarding the possibility of application of the aforementioned systems in space exploration and the criteria of optical systems quality and effectiveness of the telescopes are presented.

Keywords: optical system, aberration calculation, astronomical observations.