

6. Мейер Н.Ф. Трихограмма (Экология и результаты применения в борьбе с вредными насекомыми) / Н.Ф. Мейер. – М.: Государственное узд-во колхозной и совхозной литературы, 1941. – 175 с.
7. Абашкин А.С. Результаты испытаний комплекса оборудования для механизированного расселения трихограммы в капсулах / [А.С. Абашкин, И.Г. Буриксон, Б.Б. Куку и др.] // Трихограмма (часть 2): Сб. статей ВНИИБМЗР. – Кишинев: «Штиинца», 1980. – С. 43–46.
8. Воротынцева А.Ф. Авиационное расселение трихограммы / [А.Ф. Воротынцева, А.К. Пасько, А.В. Барабаш и др.] // Трихограмма (часть 2): Сб. статей ВНИИБМЗР. – Кишинев: «Штиинца», 1980. – С. 49–54.

В данной статье наведены биотехнологический процесс производства и внесения энтомологического препарата трихограммы с результатами определения экономической эффективности и окупаемости оборудования, которое при этом используется.

Биотехнологический процес, энтомологический препарат трихорама, себестоимость, экономическая эффективность.

In given paper are directed production and importation bioprocess entomological specimen trihogramme with outcomes of definition of economic efficiency and pay-back of equipment which is thus used.

Bioprocess, entomological specimen trihogramme, cost price, economic efficiency.

УДК 631.3.004

ПЕРЕВІРКА ВИКОНАННЯ УМОВИ СТАЦІОНАРНОСТІ ТА НОРМАЛЬНОСТІ ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ ЗМІНИ РЕСУРСНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИН

***О.В. Сушко, кандидат технічних наук
Таврійський державний агротехнологічний університет***

В роботі наведена перевірка умови стаціонарності та нормальності випадкового процесу зміни основних ресурсних параметрів складових частин машин з метою прогнозування їх залишкового ресурсу за результатами діагностування.

Прогнозування, ресурсні параметри, залишковий ресурс, статистична перевірка, критерії перевірки.

Постановка проблеми. Попередніми дослідженнями [1,2] встановлено, що існуючий метод прогнозування оптимального

© О.В. Сушко, 2013

залишкового ресурсу обумовлює середню квадратичну погрішність не менше 350-430 мото-год, що призводить до підвищення середніх питомих витрат на ремонт. Це довело необхідність побудови більш адекватного дійсності описання реального процесу зміни діагностичного параметра та розробки на цій основі точнішого і достовірнішого методу визначення залишкового ресурсу складової частини машини. Розроблена нами модель зміни ресурсного параметра в залежності від напрацювання, функція умовного розподілу залишкового ресурсу складових частин мобільної техніки та приватна методика [3] довели необхідність перевірки умови стаціонарності та нормальності випадкового процесу зміни параметрів з метою забезпечення мінімальної квадратичної погрішності оцінок основних показників.

Аналіз останніх досліджень. Доведено, що існуючий метод прогнозування оптимального залишкового ресурсу обумовлює велику квадратичну погрішність, що призводить до підвищення середніх питомих витрат на ремонт на 16 % [2]. Розроблена модель та отримана умовна функція розподілу залишкового ресурсу складових частин мобільної техніки, яка добре узгоджується з трьохпараметричним розподілом Вейбулла та дозволяє знайти вірогідність відмови [3]. Порівняння середнього залишкового ресурсу, визначеного за отриманою формулою, з відповідними фактичними значеннями діагностичних параметрів показало їх близьку відповідність. Практично всі значення середніх залишкових ресурсів знаходяться в межах встановленого за експериментальними даними довірчого інтервалу.

Метою досліджень є перевірка умови стаціонарності та нормальності випадкового процесу зміни основних ресурсних параметрів складових частин машин за розробленим методом з метою забезпечення мінімальної квадратичної погрішності оцінок основних показників прогнозування їх залишкового ресурсу.

Результати досліджень. Важливішою умовою стаціонарності випадкового процесу є залежність його автокореляційної функції тільки від різниці аргументів (відстані між перерізами процесу) $\tau = t_1 - t_2$ [4]. Перевіримо виконання цієї умови на підставі експериментальних даних з динаміки двох діагностичних параметрів – «Кількість газів, які прориваються у картер» та «Сумарний кутовий зазор у трансмісії трактору МТЗ-82». Число реалізацій обох параметрів (об'єм вибірки) складає $l_1=l_2=10$, число перерізів випадкового процесу $Z(t)$ (число вибірок) першого параметру $m_1 = 13$, другого параметру $m_2 = 14$. Матриці кореляцій випадкових процесів $Z(t)$ кожного параметра отримані шляхом їх стандартної статистичної обробки [4]. Перевірку проводимо згідно з розробленою приватною методикою [5].

1. З розташованих вздовж першої (після головної) діагоналі кореляційної матриці кожного діагностичного параметру коефіцієнтів кореляції ρ_{ij} сформуємо по дві групи з парними та непарними індексами та зведемо їх у табл. 1.

2. За формулою 3, [5] виконаємо перетворення Фішера та знайдені значення r_{ij} занесемо також до табл. 1.

1. Коефіцієнти кореляції випадкового процесу $Z(t)$, які лежать на одній діагоналі, та їх перетворення Фішера.

Діагностичний параметр	Група коефіцієнтів кореляції					
	з непарними індексами			з парними індексами		
	i, j	ρ_{ij}	r_{ij}	i, j	ρ_{ij}	r_{ij}
Кількість газів, які прориваються в картер дизеля	1,2	0,882	1,385	2,3	0,859	1,290
	3,4	0,926	1,627	4,5	0,669	0,808
	5,6	0,900	1,473	6,7	0,880	1,378
	7,8	0,785	1,059	8,9	0,765	1,007
	9,1	0,819	1,155	10,11	0,795	1,085
	11,12	8,895	1,449	12,13	0,837	1,211
		$\sum r_{ij} = 8,148$			$\sum r_{ij} = 6,779$	
	$\sum r_{ij}^2 = 11,290$			$\sum r_{ij}^2 = 7,874$		
Сумарний кутовий зазор в трансмісії трактору	1,2	0,938	1,722	2,3	0,966	2,024
	3,4	0,943	1,766	4,5	0,977	2,227
	5,6	0,949	2,251	6,7	0,887	1,409
	7,8	0,976	2,200	8,9	0,954	1,876
	9,1	0,754	0,981	10,11	0,559	0,932
	11,12	0,973	1,345	12,13	0,937	1,712
	13,14	9,928	1,643			
	$\sum r_{ij} = 11,908$			$\sum r_{ij} = 10,080$		
	$\sum r_{ij}^2 = 21,462$			$\sum r_{ij}^2 = 18,184$		

3. Визначимо емпіричні значення критерію χ^2 за формулою 4, [5] та занесемо до табл. 2.

2. Експериментальні та табличні значення критерію χ^2 .

Діагностичний параметр	Група коефіцієнтів в кореляції	Об'єм вибірки	Значення критерію χ^2	
			розрахункове	табличне при $q = 0,05$
1	2	3	4	5
Кількість газів, які прориваються в картер дизеля	з непарними індексами	6	$(10 - 3)(11,290 - \frac{1,148^2}{6})$ =1,58	11,1
	з парними індексами	6	$(10 - 3)(7,874 - \frac{6,779^2}{6})$ =1,50	11,1

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5
Сумарний кутувий зазор в трансмісії трактору	з непарними індексами	7	$(10 - 3)(21,462 - \frac{11,908^2}{7})=8,43$	12,6
	з парними індексами	6	$(10 - 3)(18,184 - \frac{10,080^2}{6})=8,75$	11,1

Як бачимо, в обох групах кожного діагностичного параметра емпіричні значення критерію χ^2 істотно менші відповідній табличній величині. Тобто, експериментальні данні не суперечать гіпотезі про однорідність коефіцієнтів кореляції між перерізами процесу $Z(t)$, які знаходяться на однаковій відстані один від іншого.

Таким чином, важливіша умова стаціонарності випадкового процесу виконана і можна рахувати, що складова $Z(t)$ випадкового процесу зміни ресурсного параметру володіє властивістю стаціонарності. Для 92% всіх наявних ресурсних параметрів величини χ^2 істотно менше відповідних табульованих меж при рівні значущості $q = 0,05$ [6], тобто емпіричні дані не суперечать гіпотезі про стаціонарність випадкового процесу $z(t)$, а різницю між оцінками слід пояснювати статистичним розсіюванням.

Щоб перевірити можливість описання складової $Z(t)$ випадкового процесу зміни параметра $u(t)$ як нормального випадкового процесу використано більш потужний критерій згоди ω^2 . Розрахунки проведено згідно з вказівками ГОСТ 11.006–94. Обчислення виконано на підставі експериментальних даних з динаміки діагностичного параметру «Висота протектору шин ведучих коліс», оскільки кількість реалізацій цього параметру досить велика ($l = 25$). Матриця значень процесу $\|z_{ij}\|$ вказаного діагностичного параметру надана в [7].

Для деякого спрощення розрахунків виберемо переріз процесу $Z(t)$, тобто стовпчик матриці $\|z_{ij}\|$ з близьким до нульового значенням математичного очікування. Використаємо 1-й стовпчик таблиці, відповідні величини вибіркового середнього та середньоквадратичного відхилень складають $m_z = 0,001$; $\sigma_z = 0,047$. Упорядковані за величиною значення z_{ij} запишемо у другу графу таблиці 2. Результати подальших розрахунків, проведених згідно вказівкам [7], зведені в табл. 3. Сума значень, розміщених у графі 11, відповідає 12,597.

3. Результати розрахунків за критерієм ω^2 .

№	x_j	$\frac{2j-1}{2l}$	$\Phi(x_j)$	$\ln(4)$	(3) (5)	1 - (3)	1 - (4)	$\ln(8)$	(7) (9)	(6)+(10)
1	-0,098	0,02	0,0186	-3,985	-0,0797	0,98	0,981	-0,019	-0,018	-0,098
2	-0,058	0,06	0,1086	-2,220	-0,133	0,94	0,891	-0,115	-0,108	-0,241
3	-0,053	0,10	0,1297	-2,043	-0,204	0,90	0,870	-0,139	-0,125	-0,329
4	-0,045	0,14	0,1691	-1,777	-0,249	0,86	0,831	-0,185	-0,159	-0,408
5	-0,041	0,18	0,1876	-1,673	-0,301	0,82	0,812	-0,208	-0,170	-0,471
6	-0,038	0,22	0,2094	-1,564	-0,344	0,78	0,791	-0,235	-0,183	-0,527
7	-0,030	0,26	0,2630	-1,336	-0,347	0,74	0,737	-0,305	-0,226	-0,573
8	-0,025	0,30	0,2974	-1,213	-0,364	0,70	0,703	-0,353	-0,247	-0,611
9	-0,023	0,34	0,3124	-1,163	-0,395	0,66	0,688	-0,375	-0,247	-0,642
10	-0,015	0,38	0,3749	-0,981	-0,373	0,62	0,625	-0,470	-0,291	-0,664
11	-0,011	0,42	0,4075	-0,898	-0,377	0,58	0,593	-0,523	-0,304	-0,681
12	-0,010	0,46	0,4157	-0,878	-0,404	0,54	0,584	-0,537	-0,290	-0,694
13	-0,009	0,50	0,4242	-0,858	-0,429	0,50	0,576	-0,552	-0,276	-0,705
14	0,002	0,54	0,5170	-0,660	-0,356	0,46	0,483	-0,728	-0,335	-0,691
15	0,007	0,58	0,5592	-0,581	-0,337	0,42	0,441	-0,819	-0,334	-0,681
16	0,018	0,62	0,6491	-0,432	-0,268	0,38	0,351	-1,047	-0,398	-0,666
17	0,025	0,66	0,7026	-0,353	-0,233	0,34	0,297	-1,213	-0,412	-0,645
18	0,031	0,70	0,7453	-0,294	-0,206	0,30	0,255	-1,368	-0,410	-0,616
19	0,032	0,74	0,7518	-0,285	-0,211	0,26	0,248	-1,394	-0,362	-0,573
20	0,032	0,78	0,7518	-0,285	-0,223	0,22	0,248	-1,394	-0,307	-0,530
21	0,044	0,82	0,8254	-0,192	-0,157	0,18	0,175	-1,745	-0,314	-0,471
22	0,044	0,86	0,8254	-0,192	-0,165	0,14	0,175	-1,745	-0,244	-0,409
23	0,050	0,90	0,8562	-0,155	-0,140	0,10	0,144	-1,939	-0,194	-0,334
24	0,080	0,94	0,9556	-0,045	-0,043	0,06	0,044	-3,115	-0,187	-0,230
25	0,114	0,98	0,9923	-0,0077	-0,0076	0,02	0,077	-4,867	-0,097	-0,105

Тоді, емпірична величина критерію дорівнює $\Omega^2 = -25 - 2 \cdot (-12,597) = 0,1936$; відповідне табличне значення функції $a(\Omega^2) = a(0,19) = 0,005$ дуже мале та суттєво менше рівня значущості $q = 0,05$. Тобто, гіпотеза про те, що вибірка, яку перевіряють, належить нормально розподіленій генеральній сукупності, не може бути відкинута. Аналогічні розрахунки для інших перерізів процесу $Z(t)$ показують, що всі вони мають нормальний розподіл.

Висновок. Таким чином, проведений статистичний аналіз дозволив обґрунтувати стаціонарність і нормальність випадкового процесу $z(t)$. Даний висновок можна розповсюдити на всі ресурсні діагностичні параметри вузлів і агрегатів машин, оскільки дослідження фізичних факторів, які обумовлюють формування випадкового процесу $z(t)$ при експлуатації сільськогосподарських тракторів, також його підтверджує.

Список літератури

1. Сушко О.В. Підвищення ефективності ремонту дизелів транспортних засобів оптимізацією ремонтно-обслуговуючих дій // О.В. Сушко. – Дис. канд. техн. наук. – К.: 2007. – 178 с.
2. Посвятенко Е.К. Визначення похибки методу прогнозування оптимального залишкового ресурсу складової частини машин / Е.К. Посвятенко, О.В. Сушко // Вісник Національного транспортного університету: В 2-х частинах: Ч.2. – К.: НТУ, 2011. – Вип. 24. – С. 48–51.
3. Сушко О.В. Розробка нового методу визначення умовної функції розподілу залишкового ресурсу машин / О.В. Сушко // Електронний ресурс, режим доступу <http://nbuv.gov.ua/e%3Djournals/nvt dau/> 2012р.
4. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
5. Посвятенко Е.К. Аналіз статистичних характеристик випадкового процесу зміни ресурсних параметрів агрегатів машин і обґрунтування його уточненої математичної моделі / Е.К. Посвятенко, О.В. Сушко // Вісник Національного транспортного університету: В 2-х частинах: Ч.1. – К.: НТУ, 2012. – Вип. 25. – С. 57–61.
6. Смирнов Н.Н. Курс теории вероятностей и математической статистики / Н.Н. Смирнов, И.В. Дунин-Барковский. – М.: Физматгиз, 1969. – 511 с.
7. Таблицы показателей для определения надежности элементов, вида и срока ремонта машин по результатам прогнозирования. – М.: ГОСНИТИ, 1986. – 393 с.

В работе приведена проверка условий стационарности и нормальности случайного процесса изменения основных ресурсных параметров составных частей машин для обеспечения минимальной квадратической погрешности оценок при прогнозировании остаточного ресурса по результатам диагностирования.

Прогнозирование, ресурсные параметры, остаточный ресурс, статистическая проверка, критерии проверки.

Inspection of stationary and normality conditions of random process of resource change of main machine units for minimum quadratic error estimates when predicting their residual resource on results of diagnostics is given in paper.

Prediction, resource parametres, residual resource, statistical check, criteria of check.

УДК 631.171:519.87

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ПОЛЬОВОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МАШИНИ ІЗ СИСТЕМОЮ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ ПО НЕРІВНОСТЯМ ПОВЕРХНІ ПОЛЯ

О.О. Броварець, кандидат технічних наук

У статті наведена методика моделювання коливань польової інформаційної машини із системою технічного зору при русі по нерівностям поверхні поля. Встановлено ступінь впливу конструктивних параметрів, пружних та демпферних елементів підвіски польової інформаційної машини на стабілізацію системи технічного зору у відповідності вимогам.

Точне землеробство, коливання машини, система технічного зору, жорсткість підвіски.

Постановка проблеми. Просторові коливання польової інформаційної машини (ПІМ) із системою технічного зору, що виникають внаслідок руху по нерівностях поверхні поля, негативно впливають на якість моніторингу за допомогою технічного зору. Однак амплітуда та частота цих коливань залежать не тільки від рельєфу місцевості, а й від поступальної швидкості руху машини, розміщення робочого обладнання відносно опорних коліс, конструктивних параметрів машини та інше. Встановлено доцільність використання пружних та демпферних елементів підвіски ПІМ для стабілізації системи технічного зору, яка розміщена на машині.

Аналіз останніх досліджень. Для дослідження характеру коливань та вибору оптимальних конструктивних параметрів машини та елементів підвіски, складаємо математичну модель. Отримані в ході моделювання диференціальні рівняння повинні містити в собі потрібні для цілої оцінки і розрахунків співвідношення

© О.О. Броварець, 2013