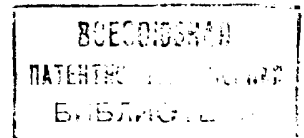




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- 1
- (61) 1170466
(21) 4278077/24-24
(22) 30.04.87
(46) 07.07.89, Бюл. № 25
(71) Омский институт инженеров железнодорожного транспорта
(72) Г.Г.Держо и И.Д.Мантин
(53) 621.396(088,8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1170466, кл. G 06 F 15/46, 1985.
- (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ОБЪЕКТОВ
(57) Изобретение относится к автоматике и вычислительной технике и может быть использовано для определения текущих и прогнозируемых значе-

- 2
- ний показателей надежности объектов и является усовершенствованием устройства по авт.св. № 1170466. Цель изобретения - повышение точности работы устройства путем учета ошибок первого рода. Поставленная цель достигается введением элементов И, ИЛИ, НЕ и ждущего мультивибратора. Устройство осуществляет подсчет времени, в течение которого объект находится в работоспособном состоянии, времени восстановления при отказах и числа отказов с учетом выявленных при восстановлении ошибок первого рода за время между окончанием предыдущего и началом следующего технического обслуживания, 4 ил.

Изобретение относится к автоматике и вычислительной технике, может быть использовано для определения текущих и прогнозируемых значений показателей надежности объектов и является усовершенствованием известного устройства по авт.св. № 1170466.

Цель изобретения - повышение точности работы устройства путем учета ошибок первого рода.

На фиг.1 изображена блок-схема устройства; на фиг.2 и 3 - блок-схема первого и второго вычислительных блоков соответственно; на фиг.4 - временная диаграмма обработки входных сигналов.

Устройство содержит генератор 1 тактовых импульсов, первый элемент И 2, второй элемент И 3, с первого

по пятой счетчики 4-8, первую 9 и вторую 10 схемы сравнения, вычислительные блоки 11 и 12, пульт 13 управления, блок 14 памяти, третью схему 15 сравнения, блок 16 индикации. Первый вычислительный блок 11 содержит коммутатор 17, сумматор 18, множитель 19, делитель 20, узел 21 вычисления функции e^x и элемент ИЛИ 22, а второй вычислительный блок 12 содержит счетчик 23, сумматор 24 и делитель 25. На фиг.1 обозначены входы 26 и 27 потенциальных сигналов работоспособного и неработоспособного состояний соответственно, входы 28-30 импульсных сигналов о случайных событиях на объекте; отказ, сбой и ошибка соответственно, вход 31 импульсного сигнала наступления режи-

ма "Техническое обслуживание" при работоспособном состоянии объекта, дополнительные входы 32 и 33 импульсных сигналов об окончании режима восстановления объекта и моменте обнаружения ошибки первого рода в режиме восстановления соответственно, а также элемент НЕ 34, третий элемент И 35, ждущий мультивибратор 36 и элемент ИЛИ 37.

Принцип работы устройства состоит в подсчете времени, в течение которого объект находится в работоспособном состоянии, времени восстановления при отказах и числа отказов с учетом выявленных при восстановлении ошибок первого рода за время между окончанием предыдущего и началом следующего технического обслуживания, а также числа сбоев и случайных ошибок на один отказ с последующим вычислением текущих и прогнозируемых значений показателей надежности.

Среднее время T_0 наработки на отказ по зависимости:

$$T_0 = \frac{\sum_{i=1}^n T_{n_i}}{n_{\text{отк}}}, \quad (1)$$

где $T_{n_i} = \begin{cases} T_{n_i} & \text{при отсутствии ошибки} \\ & \text{первого рода;} \\ T_{n_i}' + T_{в.ош} + T_{n_i}'' & \text{при обнаружении ошибки первого рода;} \end{cases}$

T_{n_i} - отрезок времени от $(i-1)$ фактического отказа до i -го фактического отказа, в течение которого объект находится в работоспособном состоянии;

T_{n_i}' - отрезок времени от $(i-1)$ -го фактического отказа до начала восстановления при ошибке первого рода;

$T_{в.ош}$ - отрезок времени от начала восстановления при ошибке первого рода до момента ее обнаружения;

T_{n_i}'' - отрезок времени от момента обнаружения ошибки первого рода до наступления i -го фактического отказа.

Учитывая, что $T_{в.ош} \ll T_{n_i}'$; T_{n_i}'' ;

$$T_{n_i} = \begin{cases} T_{n_i} & \text{при отсутствии ошибки} \\ T_{n_i}' + T_{n_i}'' & \text{при обнаружении ошибки первого рода,} \end{cases} \quad (2)$$

$$n_{\text{отк}} = \begin{cases} n_{(28)} & \text{при отсутствии ошибок} \\ & \text{первого рода,} \\ n_{(28)} - n_{(33)} & \text{при наличии ошибок} \\ & \text{первого рода,} \end{cases} \quad (3)$$

где $n_{\text{отк}}$ - количество фактических отказов;

$n_{(28)}$ - количество отказов, поданных в виде импульсных сигналов от объекта на вход 28 устройства;

$n_{(33)}$ - количество "ложных" отказов, поданных в виде импульсных сигналов от объекта об ошибке первого рода на вход 33 устройства.

Среднее время $T_{в}$ восстановления работоспособного состояния по зависимости

$$T_{в} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{p_i}}{n_{\text{отк}}}, \quad (4)$$

где

$$T_{p_i} = \begin{cases} T_{p_i} & \text{при отсутствии ошибки} \\ & \text{первого рода,} \\ T_{p_i}' - T_{в.ош} & \text{при обнаружении ошибки} \\ & \text{первого рода;} \end{cases} \quad (5)$$

$T_{p_i}' = T_{p_i} + T_{в.ош}$ - отрезок времени от i -го фактического отказа до момента восстановления работоспособного состояния при наличии на этом отрезке ошибки первого рода;

T_{p_i} - отрезок времени от i -го фактического отказа до момента восстановления работоспособного состояния объекта;

Вероятность $P(t)$ безотказной работы по зависимости

$$P(t) = e^{-\frac{t}{\alpha T_0}}, \quad (6)$$

где t - промежуток времени, за который определяется вероятность безотказной работы;

α - коэффициент, определяемый на интервале времени между моментом окончания последнего технического обслуживания и текущим моментом, учитывающий уменьшение среднего времени наработки на отказ из-за случайных отказов и сбоев;

Коэффициент готовности K_r по зависимости

$$K_r = \frac{\alpha T_0}{\alpha T_0 + T_B} \quad (7)$$

Коэффициент оперативной готовности $K_{ог}$ по зависимости

$$K_{ог} = K_r \cdot P(t) \quad (8)$$

При этом K_r определяет вероятность нахождения объекта в работоспособном состоянии в текущий момент времени, а $K_{ог}$ — данную вероятность с учетом вероятности безотказной работы в течение заданного интервала времени.

При определении прогнозируемых значений показателей надежности ($P(t)$, K_r , $K_{ог}$) используется коэффициент α , значение которого определяется по зависимости

$$\alpha = \frac{n_{отк}}{n_{отк} + n_{отк}^{сб} + n_{отк}^{ов}} \quad (9)$$

где $\frac{n_{отк}}{n_{отк}}$ — математическое ожидание числа отказов на интервале времени между техническими обслуживаниями, определяемое по статистическим данным о надежности объекта и хранящееся в блоке 14 памяти;

$n_{отк}^*$ — число отказов объекта на текущем интервале времени после последнего технического обслуживания, фиксируемое счетчиком 6.

Пульт 13 управления предназначен для задания режимов работы и занесения исходных данных в блок 14 памяти.

Блок 14 памяти содержит семь регистров, которые предназначены: первый — для хранения среднего времени T_0 наработки на отказ; второй — среднего времени восстановления T_B ; третий — значения промежутка времени t ; четвертый — среднего количества фактических отказов $n_{отк}$ между техническими обслуживаниями; пятый и шестой — пороговых значений $\bar{n}_{отк}^{сб}$ и $\bar{n}_{отк}^{ов}$ соответственно; седьмой — порогового значения \bar{T}_0 , $\bar{P}(t)$, \bar{K}_r , $\bar{K}_{ог}$ одного из показателей надежности.

Схема 15 сравнения предназначена для выдачи сигнала о необходимости проведения технического обслуживания объекта, вырабатываемого по ре-

зультатам сравнения требуемых (пороговых) и расчетных значений показателей надежности.

На входы 26 и 27 устройства с выхода встроенной системы контроля объекта поступают потенциальные сигналы о работоспособном и неработоспособном состоянии соответственно; на входы 28–30 — импульсные сигналы о случайных событиях на объекте: отказе, сбое и ошибке соответственно; на вход 31 — импульсный сигнал начала режима "Техническое обслуживание" при работоспособном состоянии объекта, который обнуляет счетчики 6–8; на вход 32 — импульсный сигнал окончания режима восстановления при исходном неработоспособном состоянии объекта; на вход 33 — импульсный сигнал об обнаружении ошибки первого рода в режиме восстановления при исходном работоспособном состоянии объекта.

Устройство работает следующим образом.

Генератор 1 используется для преобразования интервалов времени работоспособного и неработоспособного состояний объекта, задаваемых потенциальным сигналом, в двоичный код, который фиксируется в счетчиках 4 и 5 соответственно. При отсутствии импульсного сигнала об обнаружении ошибки первого рода в режиме восстановления, высокий разрешающий потенциал с выхода элемента НЕ 34 поступает на второй вход третьего элемента И 35 и импульсный сигнал об окончании режима восстановления проходит через третий элемент И 35 и ждущий мультивибратор 36 на второй вход счетчика 4 и обнуляет его, и далее через второй элемент ИЛИ 37 — на второй вход счетчика 5 и устанавливает его в исходное состояние. При наличии импульсного сигнала об обнаружении ошибки первого рода в режиме восстановления счетчик 4 не обнуляется, так как этот сигнал инвертируется элементом НЕ 34 и запрещает прохождение импульсного сигнала об окончании режима восстановления через третий элемент И 35, в то же время счетчик 5 обнуляется импульсным сигналом об обнаружении ошибки первого рода, поступающим через второй элемент ИЛИ 37 на второй вход счетчика 5.

Счетчик 6 выполнен в виде реверсивного счетчика и подсчитывает количество фактических отказов в период между техническими обслуживаниями, так как на первый суммирующий вход этого счетчика поступают импульсные сигналы "Отказ" (как фактические, так и ложные за счет метрологического несовершенства системы контроля объекта), а на третий вычитающий вход счетчика поступают импульсные сигналы об обнаружении ошибки первого рода в режиме восстановления.

Счетчики 7 и 8 подсчитывают число сбоев и ошибок в период между техническими обслуживаниями. При переводе объекта в режим "Техническое обслуживание" счетчики 6-8 устанавливаются в нулевое состояние, а счетчики 7 и 8, кроме того, устанавливаются в нулевое состояние при выработке сигналов с выходов схем 9 и 10 соответственно. Значения счетчиков 7 и 8 сравниваются в схемах 9 и 10 с пороговыми значениями среднего числа сбоев и ошибок на отказ. Если значения счетчиков достигают пороговых, то со схем 9 и 10 поступают сигналы о возможном постепенном отказе в блок 12 на счетчик 23, осуществляющий подсчет спрогнозированных отказов.

Число прогнозируемых отказов определяется по следующим формулам

$$n_{отк}^{сб} - \text{целая часть} \left\lfloor \frac{n_{сб}}{n_{сб}^{30A}} \right\rfloor; \quad (10)$$

$$n_{отк}^{ош} - \text{целая часть} \left\lfloor \frac{n_{ош}}{n_{ош}^{30A}} \right\rfloor; \quad (11)$$

где $n_{отк}^{сб}$, $n_{отк}^{ош}$ - число спрогнозированных отказов на текущем интервале после предыдущего технического обслуживания;

$n_{сб}$ - содержимое счетчика 7, определяющее число сбоев первого вида на текущем интервале времени после предыдущего технического обслуживания;

$n_{ош}$ - математическое ожидание числа сбоев первого и второго вида на интервале времени между техническими обслуживаниями, определяемые по статичес-

ким данным о надежности объекта и хранящиеся в блоке 14 памяти.

На сумматоре 24 определяется общее число отказов (фактических и спрогнозированных) $n_{отк} + n_{отк}^{сб} + n_{отк}^{ош}$. Затем на делителе 25 осуществляется вычисление коэффициента α по зависимости (9). Вычисленное значение коэффициента α поступает на четвертый вход блока 11, в котором он используется при вычислении прогнозируемых значений показателей надежности. На первый вход блока 11 от счетчика 4 поступает значение времени T_n , на второй вход - значение времени T_p ; на третий вход из первого, второго и третьего регистров блока 14 памяти поступают значения T_0 , T_B и t . Как среднее время T_0 наработки на отказ, так и время T_B восстановления корректируются после каждого восстановления фактически неработоспособного объекта и заносятся в первый и второй регистры блока 14 памяти соответственно. Пульт 13 дает команду блоку 11 на коррекцию значений T_0 и T_B . Коррекция осуществляется по следующим зависимостям:

$$T_{0i} = \frac{T_{0i-1} (i-1) + T_{n_i}}{i};$$

$$T_{Bi} = \frac{T_{Bi-1} (i-1) + T_{p_i}}{i};$$

где T_{0i} - среднее время наработки на i -й отказ;

T_{0i-1} - среднее время наработки на $(i-1)$ -й отказ;

T_{n_i} - текущее время наработки на i -й отказ;

T_{B_i} - среднее время восстановления при i -м отказе;

$T_{B_{i-1}}$ - среднее время восстановления при $(i-1)$ -м отказе;

T_{p_i} - текущее время восстановления при i -м отказе.

В зависимости от заданного с пульта 13 режима работы блок 11 определяет текущие или прогнозируемые значения показателей надежности. Например, вычисление K_r осуществляется следующим образом. На третий вход коммутатора 17 из первого и второго регистров блока 14 памяти поступают значения времени T_0 и T_B , а на четвертый - из блока 12 коэффициента α . При вычислении прогнозируемого значе-

ния показателя надежности на умножителе 19 значение времени T_0 умножается на коэффициент.

При этом прогнозируемое значение среднего времени T_0 наработки на отказ составляет

$$T_0 = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ni}}{n_{отк}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ni}}{n_{отк} + n_{отк}^{сб} + n_{отк}^{ош}}$$

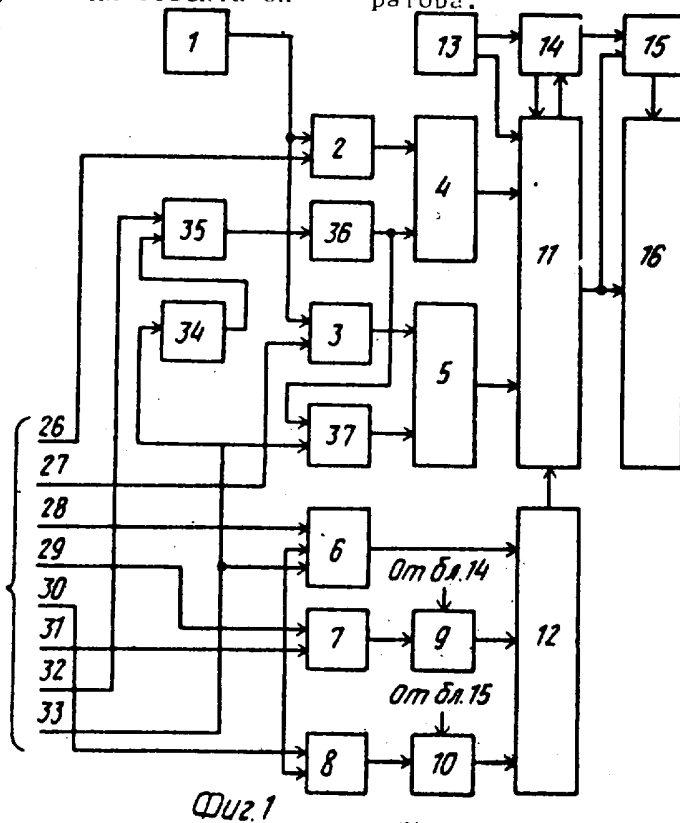
т.е. время $T_0 \cdot \alpha$ определяется с учетом спрогнозированных отказов (по случайным сбоям и ошибкам), а время T_0 определяется с учетом ошибок первого рода как в значении T_{ni} (2), так и в значении $n_{отк}$ (3). Среднее время T_0 также определяется с учетом ошибок первого рода (3) и (5). Далее на сумматоре 18 вычисляется сумма $(T_0 \cdot \alpha + T_0)$ и на делителе 20 величина $T_0 \cdot \alpha$ делится на сумму $(T_0 \cdot \alpha + T_0)$. Вычисленный показатель надежности K_r через первый элемент ИЛИ 22 поступает на индикатор 16 и схему 15, в которой сравнивается с требуемым значением, хранящимся в седьмом регистре блока 14 памяти. Аналогично по соответствующим зависимостям определяются значения других показателей надежности.

Момент необходимости проведения технического обслуживания объекта оп-

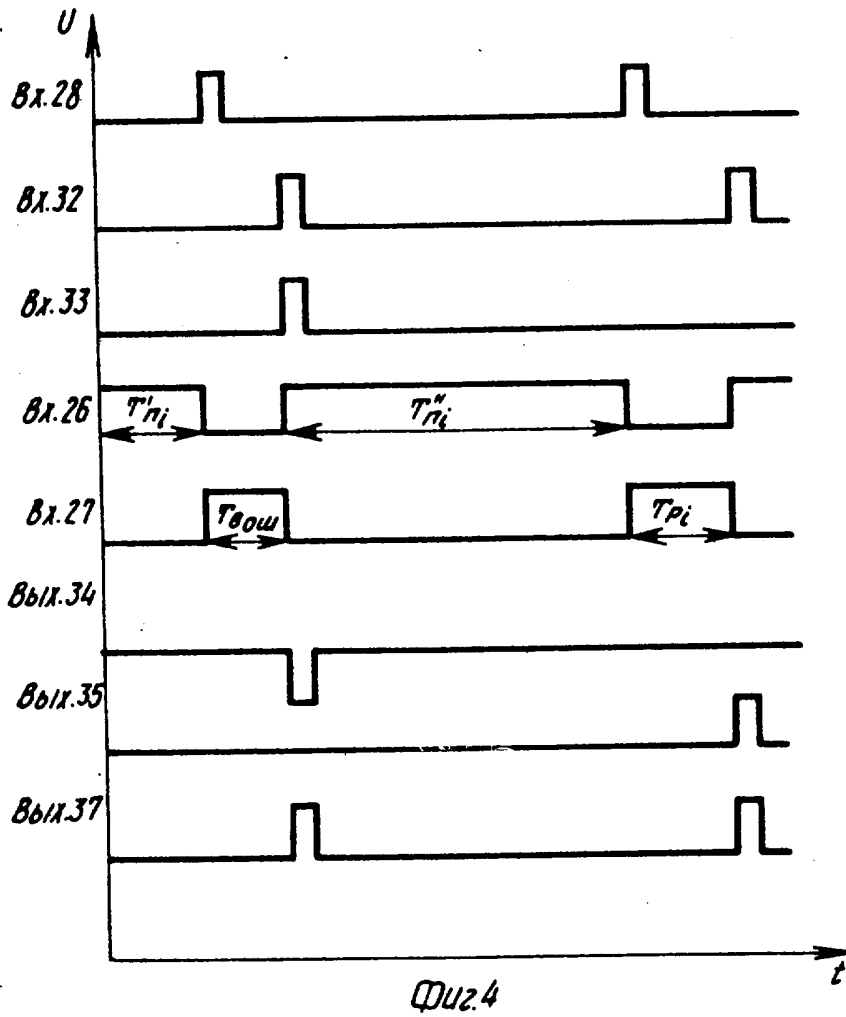
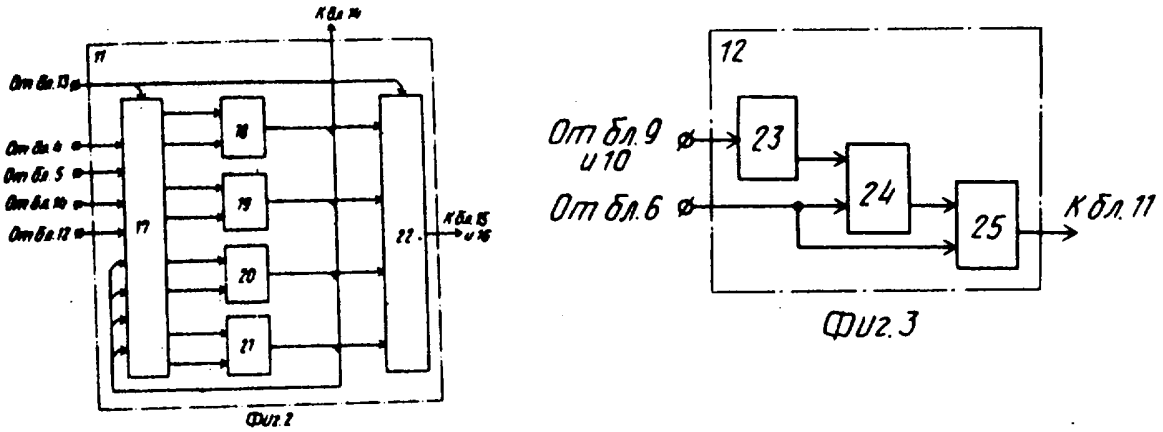
ределяется при невыполнении одного из условий: $T_0 \geq \bar{T}_0$; $P(t) \geq \bar{P}(t)$; $K_r \geq \bar{K}_r$. Сигнал о необходимости проведения технического обслуживания выдается на блок 16.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для определения показателей надежности объектов по авт. св. № 1170466, отличающееся в том, что, с целью повышения точности работы устройства путем учета ошибок первого рода, в устройстве введены третий элемент И, элемент НЕ, элемент ИЛИ и ждущий мультивибратор, выход которого соединен с входом сброса первого счетчика и с первым входом элемента ИЛИ, выход которого подключен к входу сброса второго счетчика, а второй вход элемента ИЛИ, вход элемента НЕ и вычитающий вход третьего счетчика служат дополнительным входом устройства для подачи сигнала об ошибке, выход элемента НЕ связан с первым входом третьего элемента И, второй вход которого является входом устройства для подачи сигнала об окончании восстановления объекта, выход третьего элемента И соединен с входом ждущего мультивибратора.



Фиг. 1



Составитель Б.Воронков

Редактор Г.Волкова

Техред А.Кравчук

Корректор Т.Колб

Заказ 3879/51

Тираж 668

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101