

12 ОШИБКА В ТРАКТЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ. ПОКАЗАТЕЛИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ. АНАЛИТИЧЕСКИЙ И ГРАФОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

12.1 ОШИБКА В ТРАКТЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Диагностические параметры, их состав, закономерности изменения и допуски характеризуют только одну часть системы диагностирования и контроля - **объект диагностирования**. Техническое диагностирование, как процесс получения информации о техническом состоянии РЭС, зависит от состава средств диагностирования, их структуры, параметров, организации работы. Информация на выходе системы диагностирования $I_{вых}(S)$ на основе которой осуществляется управление состоянием, зависит как от свойств ОД (его приспособленностью к диагностированию, совокупностью ПД, их допусками) и возможностей средств ТКД (охвата ОД, точности измерения параметров и их производных, возможностями отслеживания изменения ДП) и т. д.

Возьмем такую характеристику, как полнота контроля, этот параметр

$$K_{III} = \frac{\lambda_x}{\lambda_0}$$

определяется через коэффициент K_{III} - отношение параметра потока отказов контролируемой части ОД к полному объему параметра потока отказов всей РЭС. Но понятие "контролируемая часть" может определяться не только возможностями объекта и даже не только возможностями средств, но и условиями контроля. Представим РЭС на борту современного летательного аппарата. Контроль ее технического состояния, проверка на соответствие НТП согласно технической документации осуществляются на борту и на земле, в лаборатории авиаремонтного предприятия.

Очевидно, что возможности и объем проверок в лаборатории значительно больше, чем на борту. Следовательно, полнота проверок, возможности ПМО и другие параметры РЭС будут изменяться в зависимости от условий диагностирования. Средства диагностики и контроля, используемые для проверки РЭС на борту, менее точны (точнее более грубые), как правило переносные (или перевозимые) относятся к группе полевых средств контроля и диагностирования. Лабораторные средства на авиаремонтном предприятии эксплуатируются в облегченных условиях, что обеспечивает их большую стабильность и меньшие погрешности. Аналогичным примером может служить ремонт бытовой электронной техники на дому и в ателье.

Основной физической характеристикой системы диагностики и контроля является достоверность информации о техническом состоянии РЭС. Достоверность отражает степень доверия потребителя к полученным результатам. Достоверность диагностической информации определяют: точность измерения ДП: глубина контроля; полнота контроля; безотказность и помехоустойчивость в работе всех элементов тракта; закономерности изменения ДП и потеки на них; методика измерения ДП; способы накопления, отображения и регистрации результатов диагностики и контроля: условия ТДК, место проведения диагностирования; требования нормативно-технической документации к объекту, средствам и системе диагностирования.

В соответствии с ранее принятой концепцией, если РЭУ характеризуется параметром $U(t)$, то этот параметр следует рассматривать как случайную величину с плотностью распределения $\omega(U_c)$. Работоспособным считаем ОД при условии $U_H < U_c(t)$, где область $U_H \dots U_B$ является допусковой областью.

После получения диагностической информации о состоянии ОД могут быть высказаны две взаимоисключающие гипотезы: H - ОД работоспособен или H_0 - ОД неработоспособен.

Априорные вероятности пребывания ОД в состояниях работоспособности и отказа соответственно равны:

$$P(H_1) = \int_{U_H}^{U_B} \omega(U_c) dU_c; \quad P(H_0) = \int_{-\infty}^{U_H} \omega(U_c) dU_c + \int_{U_B}^{\infty} \omega(U_c) dU_c.$$

В ходе реального процесса диагностирования, как следствие воздействия шумов, помех $U_c(t)$ и других факторов, вместо величины $U_c(t)$ получаем величину:

$$U(t) = U_c(t) + U_{\Pi}(t).$$

В результате следует заменить допусковую область и принимать решение по критерию $U'_H < U(t) < U'_B$.

Эта замена приводит к возможности появления ошибочных решений: часть работоспособных объектов бракуется, а часть неработоспособных принимается в качестве работоспособных и допускается к функциональному использованию. На рисунке 12.1 представлена схема, которая показывает возможности принятия решений в процессе ТДК.

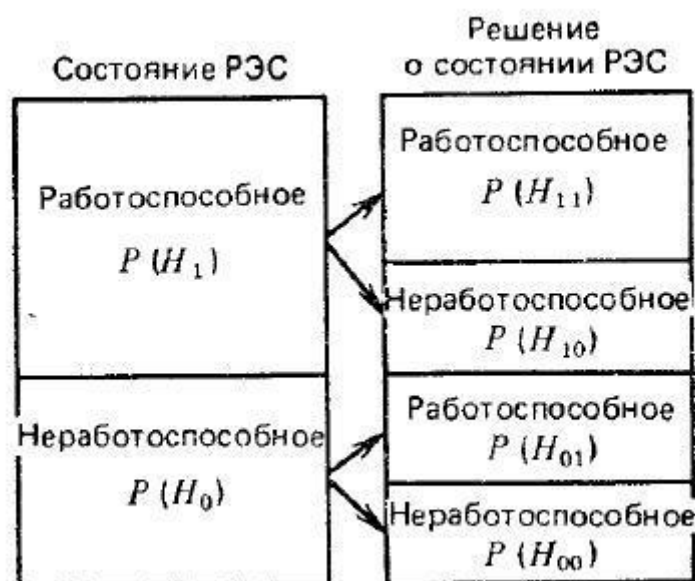


Рисунок 12.1 - Принятие решений при диагностировании РЭС

На схеме:

H_{11} - гипотеза - истинное и измеренное значение параметра U_c в пределах допуска $U'_H < U_c < U_B; U'_H < U_c < U'_B$;

H_{10} - гипотеза - истинное значение параметра в пределах допуска $U_H < U_c < U_B$, измеренное вне допуска $U > U'_B$ или $U'_H > U$;

H_{01} - гипотеза - истинное значение параметра вне пределов допуска $U_c > U_B$ или $U < U_H$, а измеренное - в пределах допуска $U'_H < U < U'_B$;

H_{00} - гипотеза - истинное и измеренное значения параметра вне пределов допуска.

Гипотезы H_{11} и H_{00} представляют нам правильные, а гипотезы H_{01} и H_{10} - ошибочные решения. Правильные решения могут быть непосредственно использованы, как критерий достоверности, ошибочные, как мера недостоверности:

$$D = P(H_{11}) + P(H_{00}) = 1 - P(H_{10}) - P(H_{01})$$

Ошибки определения параметра в процессе контроля называются при гипотезе H_{10} - ошибка 1-го рода и обозначается символом α , а при гипотезе H_{01} - ошибка 2-го рода с обозначением β .

Ошибки 1-го и 2-го рода могут возникать в РЭС не только в результате погрешностей измерений, но и как следствие других факторов, главными из которых являются : недостаточная полнота контроля, замена совокупности зависимых ДП совокупностью независимых, ошибка в задании областей допусков.

12.2 ПОКАЗАТЕЛИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Понятие "показатель диагностирования" относится к категории комплексных показателей качества системы диагностирования и контроля, характеризующий несколько ее свойств, и может считаться определяющим показателем качества. Показатели диагностирования определяются при проектировании, испытании и эксплуатации СТД и должны включаться в техническое задание на изделия РЭУиС.

Показатели диагностирования следует нормировать из условия обеспечения максимальной эффективности РЭС и использовать при сравнении различных вариантов систем диагностирования.

Рекомендуется следующий состав показателей диагностирования:

1. Вероятность ошибки диагностирования вида (i,j) P_{ij} - вероятность совместного наступления двух событий: ОД находится в техническом состоянии i , а в результате диагностирования считается находящимся в состоянии j . (При $i=j$ показатель является вероятностью правильного определения технического состояния i ОД);
2. Апостериорная вероятность ошибки диагностирования вида (i,j) P_{ij}^A - вероятность нахождения ОД в состоянии i при условии, что полученный результат ОД находится в состоянии j (при $i=j$ P_{ij}^A является апостериорной вероятностью правильного определения технического состояния);
3. Вероятность правильного диагностирования D - полная вероятность того, что система диагностирования определяет то техническое состояние, в котором действительно находится ОД;
4. Средняя оперативная продолжительность диагностирования τ_{∂} - математическое ожидание оперативной продолжительности однократного диагностирования;
5. Средняя стоимость диагностирования C_d - математическое ожидание стоимости однократного диагностирования;
6. Средняя оперативная трудоемкость диагностирования W_d - математическое ожидание оперативной трудоемкости проведения однократного диагностирования;
7. Глубина поиска дефекта L - характеристика поиска дефекта, задаваемая указанием составной части ОД или ее участка, с точностью до которых определяется место дефекта.

Каждый показатель диагностирования рассчитывается по соответствующим формулам на основании априорных или статистических данных.

Вероятность ошибки диагностирования вида (i, j) :

$$P_{i,j} = P_i^0 \sum_{l=1}^k P_l^C P_{j,l,i}^Y = \sum_{l=1}^k P_l^C P_{j,l}^A P_{i,j,l}^a,$$

где k - число состояний средства диагностирования; P_i^0 - априорная вероятность нахождения ОД в состоянии i ; P_l^C - априорная вероятность нахождения СрДК в состоянии l ; $P_{j,l,i}^Y$ - условная вероятность того, что в результате диагностирования ОД признан находящимся в состоянии j при условии, что он находится в состоянии i , а СрДК - в состоянии l ; $P_{j,l}^A$ - условная вероятность получения результата: "ОД в состоянии j " при условии, что СрДК в состоянии l ; $P_{i,j,l}^a$ - условная вероятность нахождения ОД в состоянии i при условии, что получен результат "ОД в состоянии j ", а СрДК находится в состоянии l .

Если известны статистические данные испытаний СДК, то оценка вероятности ошибки:

$$P_{i,j}^* = P_i^0 \sum_{l=1}^k \frac{P_l^C r_{jil}}{N_{il}},$$

где N_{il} - общее число испытаний системы диагностирования; r_{jil} - число испытаний, при которых система диагностирования зафиксировала состояние j ; вероятности P_i^0 и P_l^C определяются методами теории надежности.

Если состояние ОД определяется совокупностью n независимых ДП и СрДК различает 2^n состояний ОД, то

$$P_{i,j} = \sum_{l=1}^k P_l^C \prod_{v=1}^n f_{i,j,v,l},$$

где $f_{i,j,v,l}$ - функция в различных ситуациях имеющая различные значения:

1. Если в состоянии i и j ОД параметр v находится в допуске и СрДК в состоянии l , то

$$f_{i,j,v,l} = P_v - a_{v,l},$$

где P_v - априорная вероятность нахождения ДП в поле допуска; $a_{v,l}$ - вероятность совместного наступления двух событий: ДП - в поле допуска, а считается находящимся вне поля допуска при условии, что средство диагностирования находится в состоянии l .

2. Если в состоянии i ОД параметр v находится в поле допуска, а в состоянии j параметр вне поля допуска при условии, что СрДК в состоянии l , то

$$f_{i,j,v,l} = a_{v,l},$$

3. Если в состоянии i ОД параметр v находится вне поля допуска, а в состоянии j - параметр v - в поле допуска при условии, что СрДК в состоянии l , то $f_{i,j,v,l} = \beta_{v,l}$, где $\beta_{v,l}$ - вероятность совместного наступления двух событий: ДП v находится вне поля допуска, а его считают находящимся в поле допуска при условии, что средство диагностирования - в состоянии l .

4. Если в состоянии i и j ОД параметр v находится вне поля допуска при условии, что СрДК в состоянии l , то

$$f_{i,j,v,l} = 1 - P_v - \beta_{v,l}.$$

Контрольные вопросы к 12 разделу

1. В соответствии с ранее принятой концепцией, если РЭУ характеризуется параметром $U(t)$, то этот параметр следует рассматривать как какую величину?
2. Каждый показатель диагностирования рассчитывается по каким формулам?
3. Важное место в общей оценке эффективности диагностирования РЭУ занимает?
4. После получения какой информации о состоянии ОД могут быть высказаны две взаимоисключающие гипотезы?