

УДК 629.7: 621.396

МЕТОДЫ НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ИНДУКТИВНОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ПОИСКА ПРИЧИНЫ ОТКАЗОВ БОРТОВОГО РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.И. ЛОГВИН, Д.Б. РЫЧЕНКОВ

В статье рассматривается применение методов неклассической индуктивной логики для поиска причин отказов бортового радиоэлектронного оборудования.

Ключевые слова: отказы радиоэлектронного оборудования, неклассическая логика.

Для того чтобы использовать аппарат неклассической индуктивной логики, для решения любых поставленных задач необходимо сформировать так называемые исходные посылки, которые называются свидетельствами [1; 2]. В случае рассмотрения функционирования бортового радиоэлектронного оборудования (РЭО) в качестве таких свидетельств выступают фиксации отказов тех или иных конкретных элементов РЭО. Соответственно гипотезы о возможных причинах появления отказов выполняют функции заключений.

Напомним, что отказом любого вида РЭО является выход значений хотя бы одного параметра (из соответствующего перечня) за пределы установленных допусков. Таким образом, количество свидетельств может соответствовать количеству параметров данного вида РЭО и по каждому свидетельству должна выдвигаться соответствующая гипотеза (или несколько гипотез).

Далее, используя методы неклассической логики (соответствующие правила и теории), формируется необходимое значение. Обратим внимание, что по каждому параметру формируется свое значение.

В качестве свидетельства об отказе может выступать соответствующий сигнал системы контроля, если в данном РЭО такая система присутствует. Свидетельство можно получить в процессе проведения ТО при одном из видов ТО при выполнении соответствующей формы. При отсутствии системы контроля свидетельство можно получить, зафиксировав функциональный отказ РЭО, т.е. в момент, когда данный тип РЭО не выполняет свое функциональное назначение.

Если получено свидетельство об отказе, необходимо применять соответствующие гипотезы, при этом целесообразно ознакомиться с тремя-четырьмя гипотезами, которые выбираются, исходя из имеющихся статистических данных по эксплуатации изделий данного типа.

Каждая гипотеза должна иметь некоторую вероятность, называемую начальной. Эти вероятности также могут быть установлены на основе имеющихся статистических данных, желательно по максимально возможному парку однотипных изделий.

В индивидуальной логике априорная (начальная) вероятность гипотезы называется априорным правдоподобием гипотезы, а после приведения свидетельства – апостериорным правдоподобием гипотезы. Отметим, что апостериорное правдоподобие в отличие от априорного, представляет переменную величину (это очень важный аспект применения неклассической логики). В случае отсутствия статистических данных для формирования априорного правдоподобия необходимо использовать теоретические модели надежности того или иного вида РЭО. Обязательно должно быть принято условие, что множество всех формируемых гипотез является полным, т.е. одна из рассматриваемых гипотез является истинной, т.е.

$$\sum_{i=1}^n P(H_i) = 1, \quad (1)$$

где n – общее число гипотез; H_i – гипотеза как реакция на свидетельство; $P(H_i)$ – вероятность гипотезы.

Если имеется свидетельство отказа E некоторого типа РЭО, то формируется множество апостериорных правдоподобий $P(H_i / E)$ и решение принимается в виде

$$P(H_i / E) > P(H_{n-i} / E), i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

где $P(H_i / E)$ – максимальное правдоподобие для i -й гипотезы по отношению ко всем остальным правдоподобиям гипотез $P(H_{n-i} / E)$.

Приведем пример применения неклассической логики для выявления причины отказа, например, синтезатора частоты типовой радиосвязной станции ОВЧ-диапазона.

Пусть произошел отказ синтезатора частоты, что выражается в отсутствии сигнала на его выходе. Для этой ситуации могут быть сформулированы следующие гипотезы о причинах отказа:

- H_1 - разошлась пайка на каком-либо контакте;
- H_2 - отошел соединительный провод от контакта;
- H_3 - сбилась настройка опорного генератора;
- H_4 - поврежден высокочастотный кабель;
- H_5 - отказал блок гетеродина;
- H_6 - отказал блок возбуждителя.

Принимаем, что мы располагаем априорными правдоподобиями, т.е. нам известны все $P(H_i)$, т.е. $P(H_1) = a$, $P(H_2) = b$, $P(H_3) = c$, $P(H_4) = d$, $P(H_5) = e$, $P(H_6) = f$. В соответствии с положениями неклассической логики необходимо выбрать апостериорное правдоподобие $P(H_i / E)$, которое соответствует максимальному априорному правдоподобию $P(H_i)$, допустим это $P(H_3) = c$. Т.е. выполняем операцию, соответствующую $P(H_3 / E)$, а именно, в блоке генератора частоты с помощью специального инструмента проводим регулировку опорной частоты в рабочем состоянии и добиваемся соответствия номиналу. Если эта гипотеза истинна, тогда мы получаем истинную причину зафиксированного свидетельства, и процедура прекращается. Если данная гипотеза ложна, т.е. сигнал с выхода синтезатора частоты не появился, тогда она отвергается. Производится перерасчет апостериорных правдоподобий для оставшихся пяти гипотез. Простейшая ситуация будет, если мы апостериорные правдоподобия пересчитаем пропорционально их априорным значениям и продолжим процедуру.

Другими словами, мы уже имеем новый набор гипотез H_i , где $i = \overline{1, 5}$ с другими априорными правдоподобиями $P(H_i)$, полученными после учёта нового свидетельства, т.е. проведения операции регулирования частоты опорного генератора синтезатора частоты.

Далее процедура продолжается до тех пор, пока мы не получим свидетельство, подтверждающее истинную гипотезу.

В заключение обратим внимание, что перерасчет апостериорных правдоподобий может осуществляться и по более сложному алгоритму, чем простое пропорциональное увеличение априорных правдоподобий. Однако этот вопрос требует дополнительных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Светлов В.А. Современная логика: учеб. пособие. - СПб.: Питер, 2006.
2. Шуман А.Н. Современная логика // Теория и практика. - Минск: Экономпресс, 2004.

METHODS OF NON-CLASSICAL INDUCTIVE LOGIC FOR SEARCH OF THE REASONS OF FAILURES AVIONICS EQUIPMENT

Logvin A.I., Rychenkov D.B.

The article considers the application of non-classical inductive logic to search for failure causes avionics equipment.

Key words: failures of the avionics equipment, nonclassical logic.

Сведения об авторах

Логвин Александр Иванович, 1944 г.р., окончил КГУ (1966), доктор технических наук, профессор МГТУ ГА, заслуженный деятель науки РФ, академик Российской академии транспорта, автор более 500 научных работ, область научных интересов - техническая эксплуатация РЭО, радиолокация, системы УВД.

Рыченков Денис Борисович, 1989 г.р., окончил МГТУ ГА (2012), аспирант МГТУ ГА, область научных интересов – техническая эксплуатация авиационного оборудования.