

ДЖАМАЛИДИНОВА М. Е., ПИЩИН О. Н.
ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ОБЪЕКТОВ
СИСТЕМ ПОДВИЖНОЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Аннотация. С целью идентификации неисправностей, возникающих на объектах систем подвижной сотовой связи, рассматривается модель экспертной системы с использованием правил нечеткой логики. Реализация модуля экспертной системы показывается на примере идентификации неисправности сопротивления изоляции кабеля сотовой связи. Использование аппарата нечеткой логики для создания базы знаний дает возможность формализовать процедуру оценки технического состояния на базе большого числа влияющих факторов и неточной информации и обоснованно принимать решения по идентификации неисправностей.

Ключевые слова: экспертная система, нечеткая логика, лингвистическая переменная, функция принадлежности, сопротивление изоляции кабеля, радиоэлектронные средства системы подвижной радиосвязи.

DJAMALYDINOVA M. E., PISHCHIN O. N.

IDENTIFYING OF MALFUNCTIONS IN MOBILE CELLULAR SYSTEMS

Abstract. To identify malfunctions in mobile cellular systems, a model of expert system with fuzzy logic is considered. The authors demonstrate an implementation of the expert system module by identifying of insulation resistance malfunction of the cellular communication cable. The application of fuzzy logic for a knowledge base creation enables us to formalize the assessment of object technical condition and reasonably make decisions on malfunction identification.

Keywords: expert system, fuzzy logic, linguistic variable, membership function, cable insulation resistance, radioelectronic facilities of mobile radio communication system.

Отсутствие возможности получения максимально достоверной информации о реальной ситуации, сложившейся на объектах радиоэлектронных средств (РЭС) в системах подвижной сотовой связи снижает качество предоставления услуг сотовыми службами.

Для определения фактического состояния технической составляющей объекта связи целесообразно применение аппарата нечеткой логики, который может функционировать с реальной неопределенностью, а также позволяет формализовать оценку технического состояния объекта связи используя существующую информацию в базу знаний и механизмы выводы экспертной системы. Рассмотрим реализацию одного из модулей функциональной структуры интеллектуальной системы [1] для идентификации неисправностей, возникающих на объектах радиоэлектронных средств системы подвижной связи (РЭС СПС).

Разработка модели идентификации неисправностей в СПС. Модель идентификации неисправностей представляет собой экспертную систему на базе нечеткой логики, состоящую из набора продукционных правил, написанных на естественном языке с применением качественных понятий (см. рис.1).

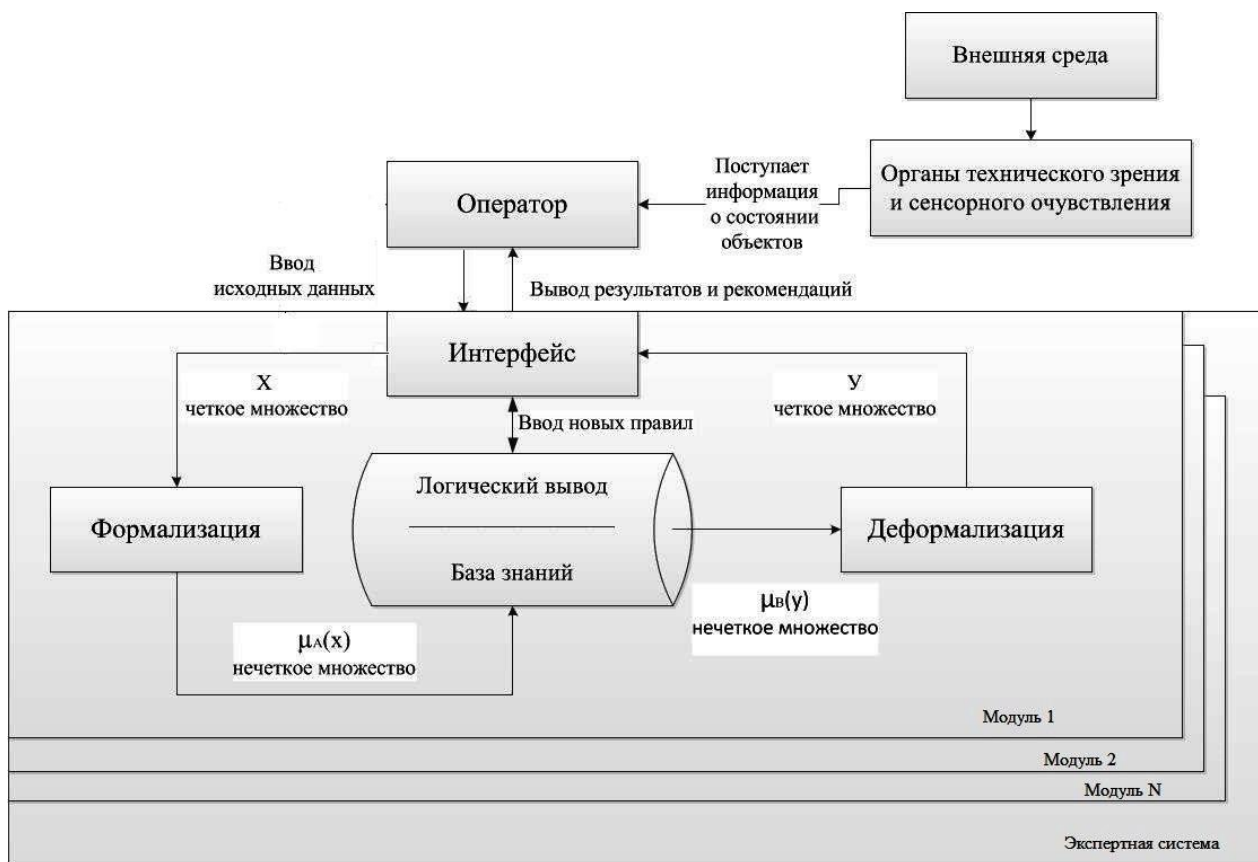


Рис. 1. Функциональная схема модели идентификации неисправностей на основе экспертной системы с нечеткой логикой.

На этапе формализации четкое (классическое) множество входных данных преобразовывается в нечеткое множество, которое определяется с помощью значений функции принадлежности. Цель данного этапа произвести соответствие между определенным численным значением отдельной входной переменной системы нечеткого вывода и значением функции принадлежности соответствующего термина входной лингвистической переменной. Значения, полученные с блока органов технического зрения и сенсорного очувствления, являются входными данными. Эти данные оцениваются в соответствии с заданными в системе функциями принадлежности и четкое множество входных данных становится нечетким множеством, которое затем используется в качестве лингвистических переменных в базе знаний.

На этапе деформализации происходит обратное преобразование нечеткого множества в четкое множество. Вероятности каждой неисправности $\{y_1, y_2, \dots, y_j\}$, где j – число неисправностей (состояний) – являются значениями системы. Тогда, $\tilde{s} = \{ \langle \mu_s(y_i) / y_i \rangle \}$, $y_i \in Y$ – нечеткая ситуация, где $\mu_s(y_i) = \{ \langle \mu_{\mu_s(y_i)} \rangle \}$ – функция принадлежности лингвистической переменной y_i , характеризующего ситуацию \tilde{s} [1; 2].

Комплекс системы сенсорных датчиков образуют территориально распределенную самоорганизующуюся систему сбора, обработки и отправки сведений на контроллер сенсорной сети. Основной областью применения будет контроль и постоянное отслеживание измеряемых параметров систем и объектов связи (уровня поля и другое) [3]. В качестве измеряемых параметров будем рассматривать устройства энергоснабжения (ЭС) и обеспечения уровня безопасности объекта (сопротивление изоляции).

Значение изоляции зависит от температуры и влажности воздуха. Нормой на кабель ТПП с оконечными устройствами принято считать для линий меньше 1 км сопротивление изоляции в 1000 МОм. При создании базы знаний ЭС были использованы диапазоны значений для характеристики сопротивления изоляции кабельной линии связи длиной до 1 км, соответственно для трех переменных – низкое, нормальное и высокое (см. табл. 1.).

Таблица 1

Значения параметров в диапазоне характеристик сопротивления изоляции

Наименование параметра	Обозначение	Значения параметров		
		Низкое	Нормальное	Высокое
Сопротивление изоляции первого плинта, МОм	$R_{1 \text{ плинта}}$	[800 - 980]	[980 -1200]	[1250 - 2000]
Сопротивление изоляции второго плинта, МОм	$R_{2 \text{ плинта}}$	[800 - 980]	[980 -1200]	[1250 - 2000]
Сопротивление изоляции жилы, МОм	$R_{\text{жк}}$	[7000 - 7900]	[8000 - 8300]	[8350 – 10000]
Сопротивление изоляции всей кабельной линии, МОм	$R_{\text{икл}}$	[800 - 980]	[980 -1200]	[1250 - 2000]
Температура воздуха, °С	T	[+10... + 17]	[+18... +22]	[+23... +30]

Значения вышеуказанных параметров для требуемого диапазона переменной рассчитаны исходя из возможных (разрешаемых) отклонений лингвистических параметров от некоторых средних значений в соответствии с правилами по технической эксплуатации. Из таблицы 1 следует, что для сопротивления изоляции (для первого плинта) возможные значения составляют следующее нижеописанное множество:

$$R_{1\text{плинта}} = (800, 900, 980, 1000, 200, 1500, 2000) \quad (1)$$

Любому из элементов множества функции имеется соответствующая, некоторая степень принадлежности: чем выше эта степень и, тем больше вероятность того, что значение параметра находится в требуемой норме. Функции принадлежности или информация для построения задаются специалистами по экспертизе на основе субъективных пониманий технических процедур и не носят случайного характера. Полученное нечёткое множество будет в следующем виде:

$$\tilde{A}_{R_{1\text{плинта}}} = \left(\frac{0}{800}, \frac{0}{900}, \frac{0}{980}, \frac{1}{1000}, \frac{1}{1200}, \frac{0.5}{1500}, \frac{0}{2000} \right) \quad (2)$$

Так как множество параметра $R_{\text{ИП}}$ является конечным и содержит 7 элементов, то нечеткое множество \tilde{A} записывается так:

$$\tilde{A}_{R_{1\text{плинта}}} = \sum_{i=1}^7 \frac{\mu_A(R_{1\text{плинта}q})}{R_{1\text{плинта}q}}, \quad (3)$$

где $\mu_A(R_{1\text{плинта}q})$ – степень принадлежности элемента $R_{1\text{плинта}}$ нечеткому множеству \tilde{A} . Степень принадлежности – это число из диапазона [1].

Аналогично составляются остальные значения для нечеткого множества. С учетом других параметров, эту систему можно сопоставить с системой типа MISO (Multiple Input Single Output): так как имеется несколько входов и только один выход. В этом случае описываемая система зависит от всех значений параметров входа, и будет описываться правилами, в которых должны учитываться все параметры входа. Обобщённая запись полученной системы MISO выглядит так:

$$y = \tilde{A}_{R_{\text{ИП}}} \wedge \tilde{A}_{R_{\text{И2П}}} \wedge \tilde{A}_{R_{\text{ИК}}} \wedge \tilde{A}_{R_{\text{ИКЛ}}} \wedge \tilde{A}_T \quad (6)$$

Решение задачи с использованием правил нечеткой логики. Для идентификации неисправностей, связанных с сопротивлением изоляции кабеля и с функционированием элементов СПС, необходимо разработать диагностические таблицы параметров, влияющих на неисправность, а также алгоритмы, в соответствии с которыми, значения контролируемых параметров сопротивления изоляции сравниваются с их средними арифметическими значениями. Признак неисправности, связанной с сопротивлением изоляции, будет иметь место, если хотя бы одно отклонение параметра превышает установленные допустимые пределы. Идентификация неисправности производится по соответствующему набору признаков.

Разработанная модель экспертной системы на основе нечеткой логики и параметров сопротивления изоляции кабельной линии позволяет контролировать растущую вероятность неисправности при изменении входных параметров в режиме реального времени.

Преимущества использования нечеткой логики для создания модели идентификации неисправностей заключаются в возможности создания быстрого аналога экспертной системы с последующим усложнением функций. Метод нечетких множеств позволит включить в анализ качественные составляющие переменные, работать с нечеткими (неизвестными) входными данными и критериями относительно лингвистического понимания, а также нечеткие модели становятся более простыми для реализации по сравнению с классическими алгоритмами управления техническими системами и объектами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джамалидинова М. Е., Пищин О. Н. Управление качеством в системах подвижной радиосвязи на основе искусственного интеллекта // Перспективы развития информационных технологий: сборник материалов XXII Международной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2014. – С. 14–15.
2. Мелихов А. Н., Бернштейн Л. С., Коровин С. Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука, 1990. – 272 с.
3. Пищин О. Н. Альтернативные сети сигнализации и контроля функциональности систем подвижной радиосвязи // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – Вып. 2. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. – С. 135–140.