

**Б. Б. Утегулов, А. Б. Утегулов, А. Б. Уахитова,
Д. Б. Башим, М. С. Жанайдаров**
*Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина
(г. Астана, Казахстан)*

ПРИМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ САМООБУЧАЮЩЕГОСЯ АВТОМАТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОДЕЛЕЙ УСТРОЙСТВ СЕЛЕКТИВНОГО СРАБАТЫВАНИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ

В настоящее время внедрение устройств селективного срабатывания защиты от однофазного замыкания на землю, основанных на использовании одного из известных методов действия этих устройств, могут лишь в определенной степени улучшить ситуацию в сетях 6–10 кВ на горнорудных предприятиях.

Существующие методы определения режима предшествующего появлению тока однофазного замыкания на землю не обладают однозначностью. Это связано с тем, что величина тока замыкания на землю и его характер зависят от параметров сети, режима работы нейтрали, переходного сопротивления в месте повреждения и числа присоединенных трансформаторов напряжения.

Более существенные изменения могут быть достигнуты при разработке и внедрении микропроцессорных устройств, в том числе многофункциональных, выходная информация которых являлась бы результатом анализа процесса однофазного замыкания на землю по нескольким факторам.

Математической моделью микропроцессорных устройств, как и любых других цифровых устройств, являются конечные автоматы. При этом моделирование таких систем заключается в синтезе конечного автомата, находящегося в объективном соответствии с реальной системой защиты. Однако в условиях постоянно изменяющихся случайным образом внешних воздействий (что характерно для реальных открытых систем) статические детерминированные автоматы не могут служить адекватной моделью реальных объектов. Оптимальной моделью таких объектов могут быть самообучающиеся стохастические автоматы, основными функциями которых являются накопление информации об объекте, анализ полученных данных и коррекция алгоритма своего функционирования по результатам анализа данных. Учитывая случайный характер и степень достоверности накапливаемых данных, для их анализа можно использовать метод Монте-Карло, широко применяемый при решении определенных задач статистики, не поддающихся аналитической обработке.

Однако прежде чем говорить о самообучающихся автоматах, необходимо разобраться, что представляет собой процесс обучения. Возможно следующее определение: *Обучение есть изменение поведения или функционирования на основе информации о внешнем мире. При этом изменение должно происходить в сторону улучшения поведения или действия в желаемом направлении.* Существенным компонентом обучения является запоминание (накопление) информации.

Понятие «обучение системы (автомата)» определим следующим образом: *Обучение системы заключается в том, что она в соответствии с прежними успехами или неудачами (опыт) улучшает внутреннюю модель внешнего мира.*

В связи с этим возможны два типа обучающихся систем (автоматов).

1. Обучающаяся автоматическая система – обучаемая машина или самоприспосабливающаяся система, алгоритм управления которой изменяется в соответствии с оценкой результатов управления так, что с течением времени она улучшает свои характеристики и качество функционирования. Вообще, проектирование и построение технических систем возможно только на основе начальной априорной информации о характере процессов, протекающих в системе, и условиях, сопровождающих работу системы и оказывающих на нее возмущающее воздействие. Когда имеется полная начальная априорная информация, можно достаточно точно определить такие значения характеристик проектируемой системы, которые обеспечивают заданное качество ее функционирования; в этом случае нет необходимости в ее обучении. При отсутствии полной начальной информации единственной возможностью создания системы с заданным качеством функционирования является использование при ее разработке принципа обучения.

Обучение – процесс многократных воздействий на систему и корректирования ее реакций на эти воздействия. Внешняя корректировка, или, как ее еще называют, «поощрение» и «наказание», осуществляется «учителем», которому известна желаемая реакция на определённые воздействия. «Учителем» может быть либо человек – оператор, либо автомат. Именно на основе обработки контрольной (апостериорной) информации происходит восполнение недостающей начальной информации. Если обучение осуществляется без внешнего обучающего устройства, то подобная система называется самообучающейся.

Обучение осуществляется с помощью алгоритмов, которые в зависимости от того, является ли обучающаяся автоматическая система дискретной или непрерывной, представляют собой систему стохастических разностных либо стохастических дифференциальных уравнений. Алгоритмы обучения реализуются средствами вычислительной техники – цифровыми либо аналоговыми вычислительными машинами (в частности, электроинтеграторами), либо, наконец, гибридными вычислительными системами. По мере обучения автоматическая система накапливает опыт, на основе которого постепенно вырабатывает требуемую реакцию системы на внешние воздействия; обучающаяся автоматическая система – асимптотически оптимальная система, т. к. оптимальная ее реакция на внешние возмущения достигается не сразу, а с течением времени, в результате обучения.

2. Самообучающаяся система – самоприспосабливающаяся система, алгоритм функционирования которой вырабатывается и совершенствуется в процессе самообучения. Этот процесс сводится к «пробам» и «ошибкам». Система выполняет пробные изменения алгоритма и одновременно контролирует результаты этих изменений. Если результаты благоприятны с точки зрения целей управления, то изменения продолжаются в том же направлении до достижения наилучших результатов ли-

бо до начала ухудшения процесса управления. Самообучающиеся системы включают как частный вид поисковые [самонастраивающиеся системы](#).

Любому самообучающемуся автомату присуща способность к моделированию. Система обладает способностью к моделированию, если она, прежде чем совершить какое-либо действие, направленное во вне, определяет с помощью заключенной в ней модели внешнего мира предполагаемые его (мира) реакции на различные ее (модели) действия и совершает только те действия, которые вызывают желаемую реакцию внешнего мира.

Концептуальная схема модели системы автоматической защиты от однофазного замыкания на землю может быть представлена на рис. 1.

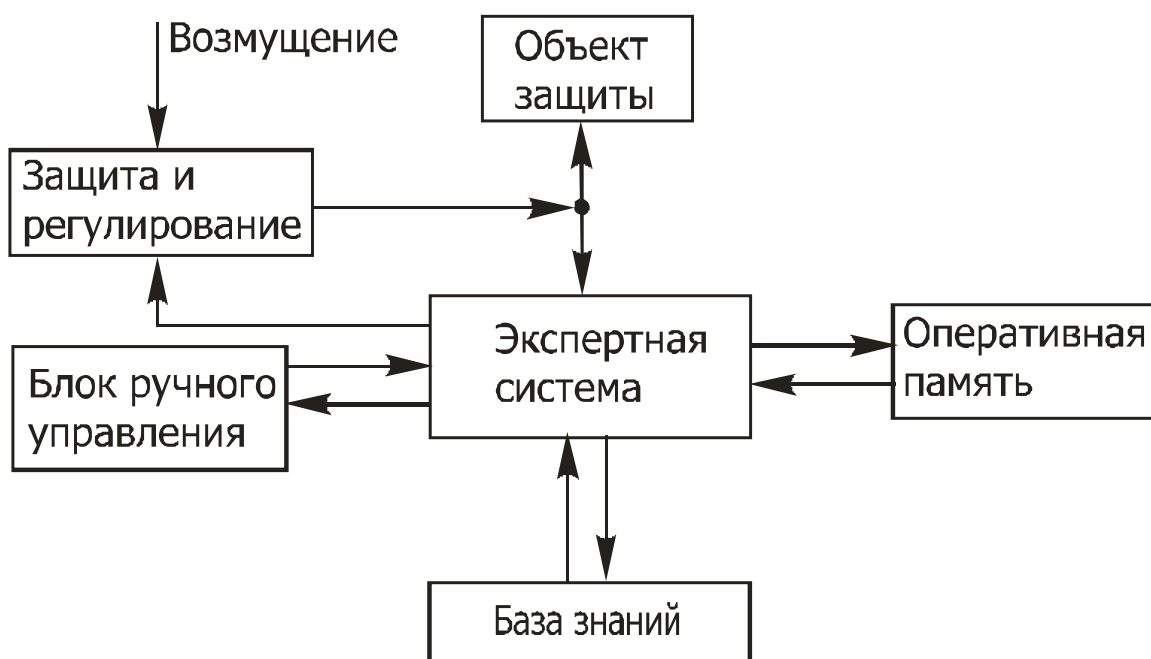


Рис. 1. Концептуальная схема модели системы автоматической защиты от однофазных замыканий на землю

Всю концепцию модели можно представить в виде ряда тезисов:

1. Модель микропроцессорной системы есть конечный абстрактный самообучающийся автомат с недетерминированным входным алфавитом.
2. Данные об объекте делятся на два типа:
 - текущие – «короткоживущие», накапливаемые в оперативной памяти и подвергающиеся непрерывному анализу;
 - накопленные (знания) – «долгоживущие» накапливаемые как результат анализа текущих данных, хранящиеся в постоянной памяти и периодически анализирующиеся.
3. Длительность временного интервала между двумя последовательными процедурами снятия информации об объекте защиты находится в непо-

средственной зависимости от накопленных знаний (результатов анализа текущих данных).

4. На основе анализа всех данных об объекте модель изменяет свою логическую структуру (алгоритм функционирования).
5. Обязательное наличие модели (изменяемой или неизменяемой) идеального объекта защиты.

В соответствие с концептуальной схемой модели системы автоматической защиты от однофазного замыкания на землю возможно построение автоматических систем контроля емкостных токов замыкания на землю в сетях 6–10 кВ горнорудных предприятий, обладающих следующими преимуществами:

- простотой построения управляющих блоков, обеспечивающих быстродействие и чувствительность в режиме однофазного замыкания на землю;
- многофункциональностью, которая позволяет объединить в одном устройстве несколько разных защит, возможность регистрации процессов и событий, а также определение места повреждения;
- удобством при наладке и эксплуатации, а также значительным сокращением времени проверки терминалов с помощью специальных средств и программ обработки данных и наладке микропроцессорных устройств;
- широкой системой диагностики с представлением отчета о неисправности;
- разнообразием видов связи «человек – машина», приближающим микропроцессорное устройство к пользователю независимо от его местонахождения;
- созданием гибких структур, обеспечивающих возможность интегрировать микропроцессорные устройства защиты и автоматики в АСУ ПТ.

Список использованных источников

1. Баранов С. И. Синтез микропрограммных автоматов. Л.: Энергия, 1979. 219 с.
2. Кудрявцев В. Б., Алешин С. В., Подколзин А. С. Введение в теорию автоматов. М.: Наука, 1985. 320 с.
3. Утегулов Б. Б., Шинтемиров А. М. Разработка микропроцессорных средств определения и способов компенсации токов однофазного замыкания на землю в электрических сетях 6–10 кВ. Павлодар, 2003. 156 с.
4. Лупал А. М. Теория автоматов: учеб. пособие. СПб: СПбГУАП, 2000. 119 с.
5. Утегулов Б. Б., Шинтемиров А. М. Разработка управляющего автомата Мили устройства автоматического определения тока однофазного замыкания на землю в электрической сети напряжением 6–10 кВ // Наука и техника Казахстана, Павлодар, 2003.