

ПРИАЗОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи.

ХАЛЛАД Мермед Джамаль

УДК 621.316.925.001.5

Техническая диагностика как способ обеспечения эффективной эксплуатации релейной защиты и автоматики энергосистем Иордании.

Специальность 05.14.02 "Электрические станции (электрическая часть), сети, электроэнергетические системы и управление ими".

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук.

МАРИУПОЛЬ - 1995



00778236 (X)

Диссертация является рукописью.

Работа выполнена на кафедре "Автоматизация электроэнергетических систем и электропривод" Приазовского государственного технического университета.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор  
ЖУКОВ С. Ф.

Официальные оппоненты: - доктор технических наук, профессор  
СИНЕЛЬНИКОВ В. Я. ;  
кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник  
СОПЕЛЬ М. Ф.

Ведущее предприятие - Приазовское предприятие электрических  
сетей (г. Мариуполь)

Защита диссертации состоится "31" декабря 1996 г. в 14 час  
на заседании специализированного совета К14.01.01 Приазовского  
государственного технического университета по адресу: 341000,  
г. Мариуполь, Донецкая область, пер. Республики, 7, корп. 5, ауд. 5-220.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Приазовского Государственного технического университета.

Автореферат разослан "30" декабря 1995 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета  
кандидат технических наук, доцент

Н. В. Савина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

**Актуальность темы.** Развитие промышленности Иордании требует наряду с количественным ростом энергосистем также повышения надежности их функционирования, а в значительной мере релейная защита и автоматика (РЗА) определяет ее уровень.

Надежность функционирования РЗА зависит от организации эксплуатации, включающей в себя профилактические и послеаварийные проверки. Большая доля отказов функционирования РЗА, приводящих к значительному ущербу, вызывается неправильными действиями персонала, и этот фактор необходимо учитывать при организации эксплуатационного обслуживания.

Требование повышения надежности функционирования РЗА обуславливает необходимость перехода специалистов Иордании на новую систему эксплуатации, основу которой составляет программный комплекс. Создание программного комплекса возможно в результате разработки математических моделей РЗА, методов синтеза и оптимизации программ диагностирования.

Значительный вклад в исследование вопросов надежности устройств релейной защиты и автоматики внесли украинские и российские ученые:

Приведенные в диссертации результаты получены в Приазовском государственном техническом университете под научным руководством профессора, доктора технических наук С.Ф. Жукова в процессе выполнения заданий межотраслевого плана научно-исследовательских работ.

**Цель работы и задачи исследования.** Решение проблемы повышения надежности функционирования РЗА путем создания методов и разработки программ диагностирования, обеспечивающих эффективную эксплуатацию релейной защиты и автоматики в условиях энергосистем Иордании.

Для достижения поставленной цели решены следующие научно-технические задачи:

1. Усовершенствованы математические модели и методы диагностирования устройств РЗА, реализованных на электромеханической элементной базе.
2. Исследованы существующие модели и разработаны приемы построения тестов и обработки результатов диагностирования микроселектронных устройств РЗА.

ЛНБ им. В. Стефанька  
АН Украины

3. Исследованы программы диагностирования устройств РЗА и разработаны методы их оптимизации.

4. Обоснована целесообразность применения методов и средств технической диагностики для обеспечения эффективной эксплуатации устройств РЗА.

Научная задача заключается в создании новых и усовершенствовании существующих методов и программ диагностирования релейной защиты и автоматики, формализующих процессы эксплуатации обслуживания, приводящих к повышению надежности функционирования РЗА и энергосистем Иордании.

Методы исследования. При решении поставленных в работе задач, построения и анализа математических моделей, синтеза и оптимизации программ диагностирования использованы положения теории технической диагностики, алгебры логики, теории множеств, теории распознавания образов.

Исследования проводились с широким применением вычислительной техники, приемов математического и физического моделирования.

Основные научные результаты, их значимость и новизна заключается в следующем:

1. Усовершенствована временная математическая модель устройств релейной защиты и автоматики реализованных на электро-механической базе, в результате чего получена возможность целенаправленного выбора контрольных точек при условии поиска кратных неисправностей, а также повышена достоверность результатов диагностирования.

2. Предложен новый подход к решению задач минимизации контрольных точек при проектировании встроенных средств диагностирования.

3. Получено эффективное решение задачи синтеза программ диагностирования микроселекционных устройств РЗА при котором одновременно с получением совокупностей диагностических воздействий и контрольных точек реализуется алгоритм обработки результатов диагностирования с помощью диагностических словарей.

4. Разработан метод оптимизации программ диагностирования РЗА с использованием весового критерия различимости, сокращающий число шагов, а следовательно, длительность программ поиска.

### Основные положения выносимые на защиту:

1. Модифицированная временная математическая модель для электромеханических устройств релейной защиты и автоматики и метод ее анализа, учитывающий выбор контрольных точек при поиске кратных неисправностей.

2. Метод диагностирования микроэлектронных устройств РЗА, учитывающий особенности РЗА и обеспечивающий адекватное отображение процессов, происходящих в реальных устройствах.

3. Метод оптимизации программ поиска неисправностей в РЗА с использованием весового критерия различимости.

Обоснованность и достоверность научных положений, результатов, выводов подтверждается экспериментальной их проверкой, данными, полученными в процессе математического и физического моделирования в лабораторных условиях и на действующих электроэнергетических объектах.

### Практическая ценность работы заключается:

1. В создании на базе разработанных математических моделей и методов анализа программ диагностирования сложных электромеханических защит, обеспечивающих сокращение времени проверок, снижение требований к квалификации персонала энергосистем Иордании.

2. В разработке метода синтеза тестов и построении программ диагностирования микроэлектронных устройств РЗА, обеспечивающих эффективное эксплуатационное обслуживание, отвечающее требованиям полноты, минимальности, простоты реализации.

Реализация результатов работы. Результаты работы использованы при выполнении хозяйственных и государственных научно-исследовательских работ, выполняемых в Приазовском государственном техническом университете. Внедрены в ПЭО "Ленэнерго" и на Хмельницкой АЭС.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались, обсуждались и получили одобрение на научных семинарах кафедры "Автоматизация электроэнергетических систем и электропривод" ПТУ, г. Мариуполь (1992, 1993, 1994, 1995 гг.); научно-технической конференции стран СНГ "Контроль и управление в технических системах", г. Винница (1993 г); Региональных научно-практических конференциях, г. Мариуполь (1993, 1995 гг).

**Публикации.** По материалам выполненных исследований опубликовано 8 печатных работ. Результаты нашли также отражение в отчете по научно-исследовательской работе.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, изложенных на 155 страницах машинописного текста, списка литературы из 117 наименований и иллюстрируется 20 рисунками и 53 таблицами.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

**В первой главе** рассмотрено математическое описание непрерывных и дискретных объектов диагностирования (ОД). Учет особенностей РЗА как объекта диагностирования вызывает необходимость построения математических моделей различного вида. Математические модели РЗА, предложенные в работе, представляются в аналитической, графической, табличной и структурной формах. Введены модели физических и логических неисправностей элементов устройств, которые могут быть одиночными и кратными.

Логическая часть РЗА, являясь дискретным объектом диагностирования, в аналитической форме задается уравнениями булевой алгебры, в табличной форме - таблицами состояний и таблицами функций неисправностей (ТФН). Основной формой структурной модели является логическая сеть.

Аналитическая модель измерительных органов имеет вид системы дифференциальных, интегральных и алгебраических уравнений.

При анализе этих моделей используются методы математической логики, математического анализа, теории графов.

**Во второй главе** работы электромеханическое устройство РЗА рассматривается как совокупность  $n$  одновыходных функциональных элементов, где  $n$  может быть равно 1. Для функциональных элементов указываются неисправности (логические) двух типов: первые - вызывают ложные срабатывания элементов; вторые - вызывают отказы в срабатывании. Никаких ограничений на количество одновременно существующих физических неисправностей компонентов РЗА не накладывается.

Работа исправной РЗА описывается булевой функцией

$$F_0(x_0, \dots, x_1, \dots, x_{m-1}) = \{F_0^0, \dots, F_0^c, \dots, F_0^{n-1}\}, \quad (1)$$

где  $F_0^c$  - функция, описывающая работу исправного функционального элемента С с выходом  $Z_c$ . Нарушение соответствия, задаваемого функцией  $F_0$ , свидетельствует о неисправности устройства. Функция задается таблицей состояний исправного устройства, а  $F_1$  и  $F_2$  - в виде таблиц функций неисправностей соответственно типов 1 и 2. Совокупность ТФН и таблицы состояний, являясь математической моделью РЗА, дает полное описание как исправного устройства, так и всех его неисправных модификаций.

Предложен способ описания диагностируемой РЗА с введенными дополнительными контрольными точками. Разработанные математические модели используются при построении программ проверки работоспособности РЗА и синтезе структур встроенных средств диагностирования.

Для эксплуатируемых сложных устройств РЗА предложена модифицированная временная модель. Наряду с временной здесь используются также логическая информация.

В процессе построения модели формируется совокупность выдержек времени  $t_{c.p.}$ , по истечении которых происходит изменение логических уровней  $Y_{\mu}$  в контрольных точках  $\mu$  в заданных интервалах времени. Таким образом, состоянию  $F_e$  диагностируемого устройства соответствует изображение этого состояния, содержание которого определяется характером неисправности  $e$  и видом диагностического воздействия  $\chi_1$ .

При подаче множества диагностических воздействий формируется полное изображение распознаваемого состояния, представленного в виде вектора

$$R^e = (r_0^e, r_1^e, \dots, r_1^e, \dots, r_{e_2}^e), \quad (2)$$

где  $r_1^e$  - изображение состояния  $F_e$  диагностируемого устройства РЗА при подаче  $\chi_1$ -го диагностического воздействия.

Множеству  $|S|$  состояний устройства РЗА соответствует векторное пространство  $R$ , составленное из векторов  $R^e$

$$R = (R^0, R^1, R^2, \dots, R^e, \dots, R^{|S|}). \quad (3)$$

Это пространство представляется ТФН, содержащей множество диагностических воздействий и состояний РЗА в контрольных точках в определенные моменты времени.

На следующем этапе работы с моделью предложена методика

минимизации числа контрольных точек. Алгоритм диагностирования РЗА, представленной модифицированной временной моделью, изображен на рис. 1.

Предложен метод диагностирования электромеханических измерительных органов (ИО), который предполагает использование аналитических моделей, представляющих собой систему уравнений, либо задающих характеристики срабатывания, либо описывающих связи параметров элементов ИО. Получение характеристик в процессе математического моделирования, соответствующих определенным видам неисправностей, сводится к нахождению коэффициентов уравнений, то есть установлению связей между значениями этих коэффициентов и параметрами неисправных элементов. Эффективно использование графо-аналитической модели ИО - графа причинно-следственных связей. Вершинам графа присваиваются обозначения входных величин, собственных параметров реле и неисправностей элементов. Дуги задают связи вершин, описываемые уравнениями. Например, для реле направления мощности входными величинами являются: напряжение  $\dot{U}_p$ , ток  $\dot{I}_p$ , угол сдвига фаз  $\phi_p$ . Протекающие в обмотках катушек токи  $\dot{I}_я$  и  $\dot{I}_п$  создают магнитные потоки  $\dot{\Phi}_я$ ,  $\dot{\Phi}_п$ . Собственными параметрами реле являются сопротивления обмоток катушек напряжения  $Z_{к.я.}$  и тока  $Z_{к.п.}$ , механический противодействующий момент  $M_{пр}$ , момент трения  $M_{тр}$  и проводимость  $1/R_k$  исполнительного контакта реле. Связи между параметрами режима и собственными параметрами реле задаются системой уравнений.

$$\dot{I}_я = f_1 (\dot{U}_p, Z_{к.я.}) \quad (4)$$

$$\dot{I}_п = f_2 (\dot{I}_p, Z_{к.п.}) \quad (5)$$

$$\dot{\Phi}_я = f_3 (\dot{I}_я, W_я) \quad (6)$$

$$\dot{\Phi}_п = f_4 (\dot{I}_п, W_п) \quad (7)$$

$$M_{пр} = f_5 (\dot{\Phi}_я, \dot{\Phi}_п, \phi_p, \Phi_{м.ч.}, Z_{к.я.}) \quad (8)$$

$$\frac{1}{R_k} = \begin{cases} 0, & \text{если } M_{пр} - (M_{пр} + M_{тр}) < 0 \\ 1, & \text{если } M_{пр} - (M_{пр} + M_{тр}) \geq 0 \end{cases} \quad (9)$$

В качестве диагностических параметров приняты:  $\Phi_{м.ч.}$  - угол максимальной чувствительности и  $S_{ср.мин.}$  - мощность срабатывания реле.

В работе приведены методы перехода от аналитических, и графических моделей к табличной форме представления в виде ТФН

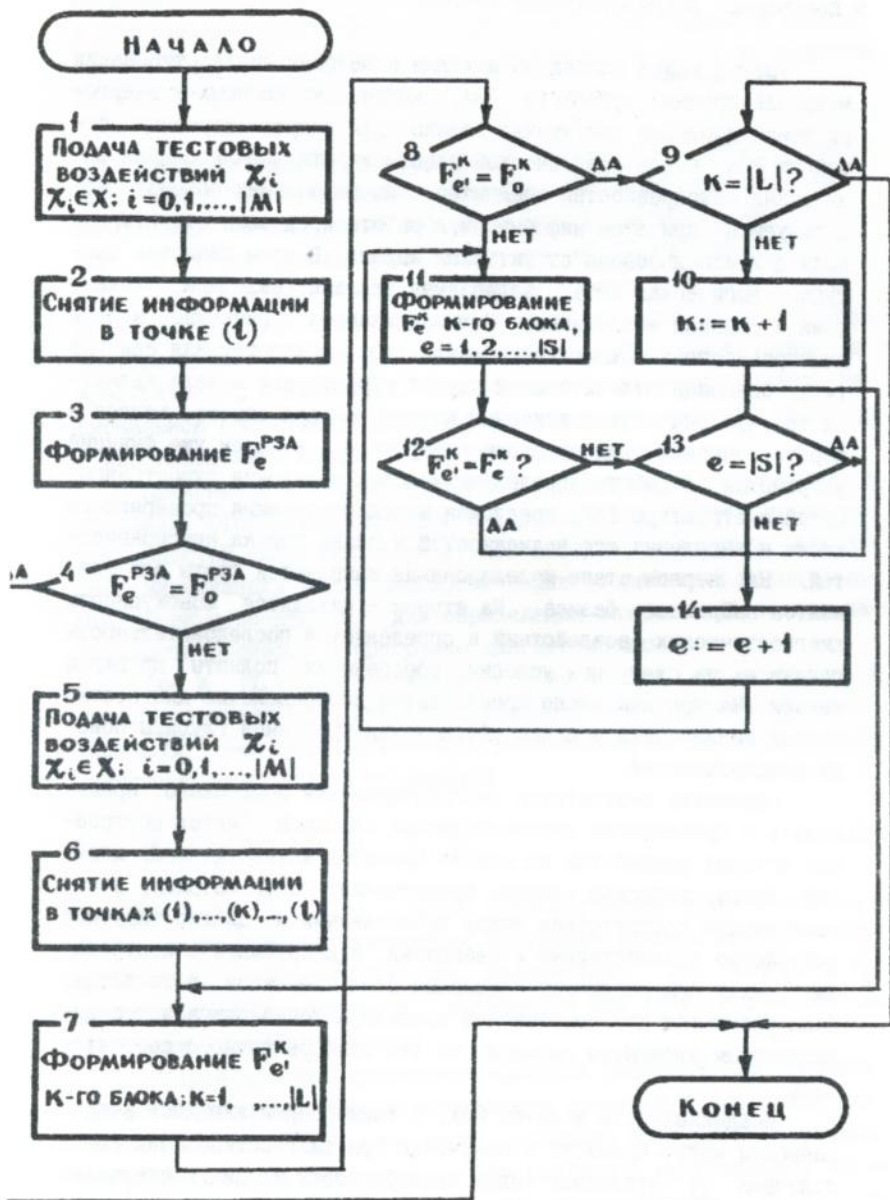


Рис. 1. Схема алгоритма диагностирования РЗА,

и построения диагностических тестов.

**Третья глава** посвящена моделям и методам диагностирования микроэлектронных устройств РЗА, количество которых в энергосистемах Иордании достаточно велико. Для микроэлектронных устройств РЗА, ввиду практической невозможности моделирования физических неисправностей элементов из-за больших объемов используемой при этом информации, в работе предложен структурный подход и использована структурная модель. В этом качестве выступает логическая сеть, задаваемая входами, выходами, элементами и связями между ними. Устанавливаются логические модели неисправностей: тождественный нуль ( $=0$ ); тождественная единица ( $=1$ ). Основной отличительной чертой структурной модели является то, что она служит исходным материалам при синтезе тестов в первую очередь для проверки аппаратуры, а затем уже функций устройства. В работе определены условия выделения существенных путей в структуре РЗА, предложен метод построения проверяющего теста и выявления его возможностей в плане поиска неисправностей. На первом этапе моделирования выявляются тесты для элементов выбранного базиса. На втором - находятся совокупности диагностических воздействий и определяется последовательность подачи их на схему при условии обеспечения полноты проверки связей. На третьем этапе производится доопределение диагностических воздействий с целью обеспечения требуемой глубины поиска неисправностей.

Обработку результатов диагностирования предложено производить с применением диагностических словарей, метод построения которых разработан на основе принятых математических моделей. Диагностический словарь представляет собой матрицу, устанавливающую соответствие между продаваемыми на диагностируемое устройство воздействиями и реакциями, фиксируемыми в контрольных точках при различных неисправностях элементов устройства. Если результат диагностической процедуры точно совпадает с определенным элементом словаря, то это словарь точного соответствия.

Неадекватность моделей РЗА, а также перемежающиеся неисправности могут привести к получению при диагностировании кодов, отличных от эталонных кодов неисправности из диагностических словарей точного соответствия. Для исключения таких ситуаций

предложен алгоритм построения словарей неточного соответствия, в котором для полученного реального кода неисправности выделено множество эталонных кодов, отстающих от него на заданное расстояние Хэмминга.

**Глава четвертая.** Полученные в процессе моделирования программы диагностирования, задавая перечень воздействий и контрольных точек, могут иметь различную эффективность, например, с точки зрения трудозатрат при различной последовательности подачи воздействий, а также в зависимости от алгоритмов обработки результатов. В работе проведен анализ существующих критериев оптимизации и предложен метод выбора необходимых диагностических воздействий, контрольных точек и определения рациональной последовательности реализации проверочных процедур с использованием весового критерия различимости.

Применение весового критерия различимости эффективно в условиях отсутствия сведений о вероятностях возникновения неисправностей элементов и имеет два аспекта: во-первых, для целей минимизации числа диагностических воздействий и контрольных точек и, во-вторых, для определения оптимальной последовательности проверок в программе диагностирования.

Вес  $W$  ( $\chi_1$ ) диагностического воздействия (или контрольной точки) отражает относительную способность его различать неисправности. Вес диагностического воздействия  $\chi_1$  после  $j$ -го шага программы вычисляется по формуле

$$W_1^j = \sum_{k=1}^s n_0^i(F_k^j) \cdot n_1^i(F_k^j) \quad (10)$$

где  $n_0^i(F_k^j)$ ,  $n_1^i(F_k^j)$  - число соответственно нулей и единиц в  $i$ -й строке ТФН в подмножестве состояний диагностируемого устройства  $F_k^j$ . Диагностическое воздействие, для которого  $W_1^j$  имеет наибольшее значение, выбирается как  $(j+1)$ -е воздействие программы диагностирования.

Второй аспект применения критерия различимости - определение оптимальной последовательности проверок в программе диагностирования. На каждом шаге реализации программы необходимо выбрать воздействие так, чтобы различить максимальное число пар состояний, бывшие до этого шага неразличимыми. После  $j$ -го

шага все множество состояний оказывается разделенным на  $S$  непересекающихся подмножеств  $F_1^j, \dots, F_s^j$ . Подмножество может состоять из одного элемента - выявленного состояния (неисправности). Из дальнейшего рассмотрения такие подмножества исключаются. На  $(j+1)$ -м шаге диагностическое воздействие  $\chi_1$  разбивает каждое из подмножеств на группы, внутри которых состояния неразличимы. Вес диагностического воздействия после  $j$ -го шага равен:

$$W_1^j = \sum_{\beta=0}^{\gamma-1} \left[ \begin{array}{c} \gamma \\ \beta \end{array} n^1(F_{\beta}^j) \cdot \sum_{t=\beta+1}^{\gamma} \begin{array}{c} \gamma \\ t \end{array} n^1(F_t^j) \right] \quad (11)$$

где  $n^1(F_{\beta}^j)$  - число кодов реакции РЗА  $\beta$  ( $\beta=0, 1, \dots, \gamma$ ) в  $i$ -й строке ТФН в подмножестве  $F_{\beta}^j$ . Отбор воздействий производится до тех пор, пока веса всех неисправных воздействий не станут равными нулю. То есть прекращаются дальнейшие деление подмножеств состояний РЗА. Условная программа диагностирования дистанционной защиты, представленной временной моделью, полученная в результате применения весового критерия различимости, представлена на рис. 2.

**Пятая глава** посвящена обоснованию целесообразности применения методов и средств технической диагностики РЗА. Надежность устройств РЗА является одной из основных характеристик их совершенства. В качестве показателей надежности приняты следующие величины:  $q_c$  - коэффициент неготовности срабатывания (вероятность отказов срабатывания);  $q_{nc}$  - коэффициент неготовности несрабатывания (вероятность излишних срабатываний);  $\omega$  - параметр потока ложных срабатываний, а также ряд других параметров потоков событий.

Повышение уровня надежности РЗА при диагностировании этих устройств в процессе профилактического обслуживания происходит как за счет уменьшения числа неисправностей, возникающих по вине персонала, так и за счет сокращения времени, в течение которого защита остается выведенной из работы. Определен критерий эффективности применения новых средств диагностики. Повышение надежности функционирования диагностируемых РЗА позволяет увеличить, по сравнению с принятым, интервалы между про-

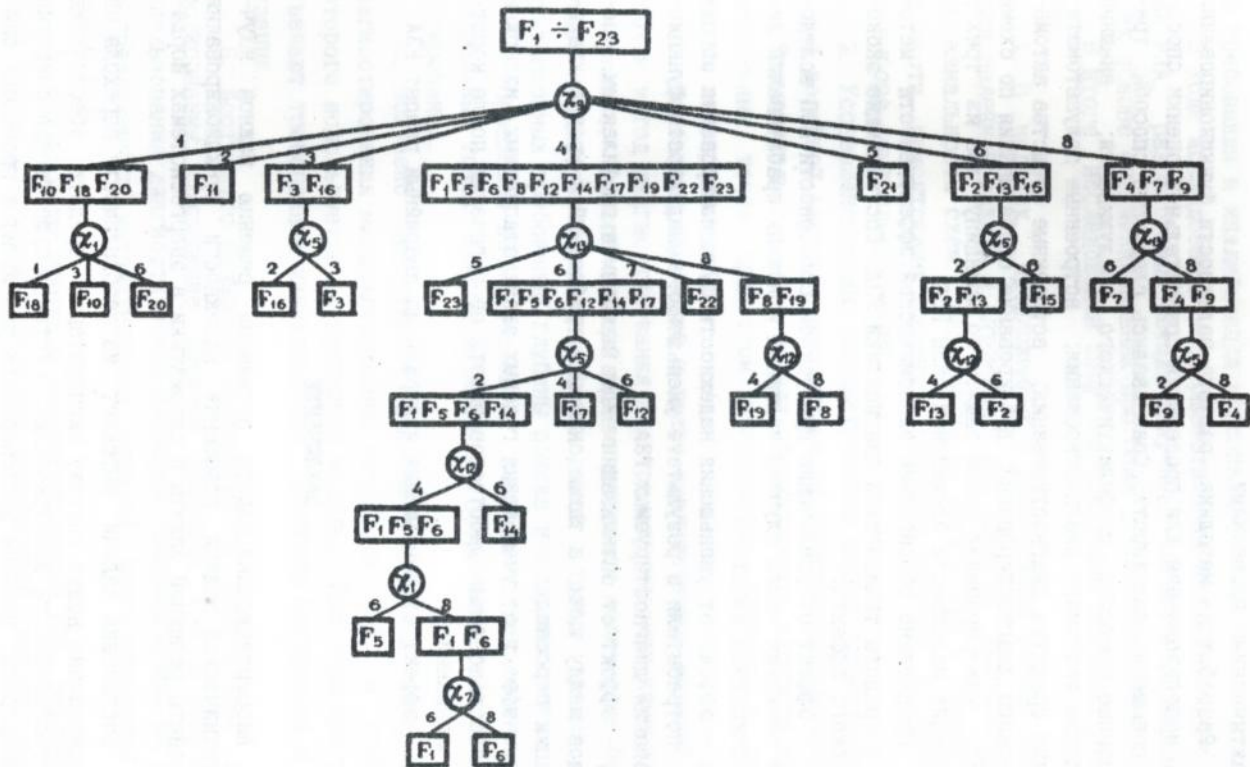


Рис. 2. Условная программа диагностирования дистанционной защиты.

филактическими проверками.

Разработана методика расчета надежности функционирования РЗА, использованная для проведения сравнительной оценки способов повышения надежности. Сравнивались следующие способы: традиционные средства профилактического обслуживания; внешние средства тестового диагностирования; встроенные полуавтоматические средства диагностирования; встроенные средства автоматического диагностирования; дублирование срабатывания по схеме "ИЛИ"; мажорирование схемы защиты по принципу "два из трех"; повышение надежности элементной базы РЗА.

Предложено обоснование экономической эффективности методов и средств технической диагностики РЗА. Составляющие экономического эффекта:

$E_1$  - эффект от увеличения пропускной способности ЛЭП вследствие снижения числа случаев излишних и ложных срабатываний диагностируемых защит;

$E_2$  - эффект от уменьшения надежности функционирования объекта - потребителя в результате уменьшения ненадежности функционирования диагностируемых РЗА;

$E_3$  - эффект от оптимизации видов и объемов профилактик, периодов между ними, а также снижения требований к уровню квалификации персонала;

$E_4$  - эффект от уменьшения годовых эксплуатационных издержек на восстановление работоспособности оборудования после коротких замыканий;

$E_5$  - эффект от уменьшения издержек на аварийный ремонт РЗА.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа посвящена решению важной научно-технической задачи повышения надежности функционирования устройств релейной защиты и автоматики в энергосистемах Иордании.

Постановка задачи вытекает из необходимости перехода на принципиально новую систему эксплуатацию средств обеспечения работоспособности электрических систем, существенно сократив трудозатраты, повысив достоверность результатов проверок, сни-

зив требования к квалификации персонала.

В ходе исследований усовершенствованы математические модели РЗА, разработаны методы получения тестов и формирования на их основе оптимизированных программ диагностирования.

В итоге исследований получены следующие основные результаты:

1. В моделях, предложенных в диссертации учтены особенности релейной защиты и автоматики как объекта диагностирования: канальность схем, разделение на логическую и измерительные части, присутствие элементов выдержки времени, ограничение при выборе контрольных точек.

2. Усовершенствована математическая модель временного типа для релейной защиты и автоматики на электромеханической базе. Применительно к этой модели сформулирован алгоритм выбора контрольных точек при этом учитывается возможность поиска кратных неисправностей.

3. На базе графической и графо-аналитической моделей разработан метод диагностирования электромеханических измерительных органов, обеспечивающий при минимальном количестве фиксируемых параметров достижение необходимой с точки зрения эксплуатационных требований глубины поиска неисправностей.

4. Предложен новый подход к решению задач минимизации контрольных точек при проектировании встроенных средств диагностирования.

5. Получено эффективное решение задачи синтеза программ диагностирования микросэлектронных устройств РЗА, в процессе которого используется структурная модель. При этом программы отвечают требованиям минимальности, простоты построения и реализации.

6. Достигнуто повышение достоверности результатов диагностирования, сокращение времени проверок РЗА в результате использования диагностических словарей, разработанных на основе предложенных математических моделей диагностируемых устройств РЗА.

7. Оптимизацию программ диагностирования РЗА, заключающуюся в выборе необходимых тестовых воздействий, контрольных то-

чек и задании рациональной последовательности реализации диагностических процедур, предложено осуществлять с использованием критерия различимости.

8. Доказано, что применение рассмотренных в диссертации методов диагностирования при условии их реализации с помощью автоматических средств повышает уровень надежности функционирования РЗА за счет уменьшения числа неисправностей, возникающих по вине персонала, а также за счет сокращения времени, в течении которого проверяемая защита остается выведенной из работы.

9. Сформулирована методика расчета экономической эффективности применения методов и средств диагностирования РЗА. При этом эффект достигается за счет повышения надежности функционирования релейной защиты и автоматики.

**Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:**

1. Жуков С.Ф., Хаддад М. оценка влияния встроенных средств диагностирования на надежность автоматики и защиты //Тез. докл. 2 науч. техн. конф. стран СНГ. - Винница. 1993. - с.124-125.

2. Жуков С.Ф., Хаддад М.Д. Жуков Ф.С. Анализ диагностических непрерывных моделей применительно к технике релейной защиты и автоматики. - Приазовский гос. техн. университет; Мариуполь. 1994. - 22 с. - Библиогр.: 15 назв. - Деп. в ГНТБ Украины, 20.09.94, N 790.

3. Жуков С.Ф., Хаддад М.Д. Диагностические дискретные модели устройств релейной защиты и автоматики. - Приазовский гос. техн. университет; Мариуполь, 1994. - 15 с. - Библиогр.: 12 назв. - Деп. в ГНТБ Украины, 10.09.94, N 748.

4. Жуков С.Ф., Хаддад М.Д. Математические модели и методы диагностирования измерительных органов релейной защиты //Тез. докл. 2 Регион. науч. техн. конф. Том 3. - Мариуполь, 1993. - с. 14.

5. Хаддад М.Д., Жуков С.Ф. Критерии оптимизации программ диагностирования релейной защиты //Тез. докл. 2 Регион. науч. - техн. конф. Том 3. Мариуполь, 1993. - с.19.

6. Жуков С.Ф., Хаддад М. Д. Структурная модель микроэлектронных устройств релейной защиты и автоматики //Тез. докл. 3 Реги-

он. науч.-техн. конф. Том 3. - Мариуполь, 1995. - с.12.

7. Жуков С.Ф., Халлад М.Д., Рябченко В.В. Техническая диагностика и надежность функционирования релейной защиты //Тез.докл. 3 Регион. науч.-техн. конф. Том 3. - Мариуполь, 1995. - с.17.

8. Жуков С.Ф., Халлад М.Д. О технико-экономической эффективности внедрения методов и средств технической диагностики //Тез.докл. 3 Регион. науч.-техн. конф. Том 3. - Мариуполь, 1995. - с.19.

Личный вклад автора в работах, опубликованных в соавторстве заключается в проведении моделирования и оценке результатов /2-4,6/, выборе методик расчета и их реализации /1,5,7,8/.

#### ABSTRACT

Haddad Mershed Jamal. Technical diagnostics as a way of providing effective exploration for relay protection and aotimation of power systems in Jourdan.

Presents in PhD (Doctorate) dissertation on the specialization 05.14.02 - Electrical station (electrical part), nets, electric energy systems and their control. The Azov State Technical University - Mariupol, 1995.

Protection 8 scientific work.

The dissertation contents the results of development of mathimatical models for electromechanical and microprocessor devices for relay protection and automation.

Effective solution of problems for syntez of test programms were obtained, applying analitic, graphic and structural models.

Eleborated methods of optimization permits to obtain programms for requirements of productive work, the increase of reliability of test results, the decrease of demand to staff qualification for Jourdan power systems.

The techniques for evaluation of technico-economical calculation of such methold and means of technical diagnostic for relay protection are proposed.

*Haddad Mershed*

ЛИБ. И. В. Сторожин  
АН Укр. Акад. Наук

## АННОТАЦІЯ

Хаддад М. Д. Технічна діагностика як спосіб забезпечення ефективної експлуатації релейної захисти та автоматики енергосистем Йорданії.

Дисертація на соискание ученої ступені кандидата технічних наук по спеціальності 05.14.02 – Електричні станції (електрична частина), мережі, електроенергетичні системи та управління ними, Приазовський державний технічний університет, Маріуполь, 1995.

Захищається 8 наукових робіт, які містять результати розробки математичних моделей та програм діагностування електромеханічних та мікроелектронних пристроїв релейної захисти та автоматики. Отримані ефективні рішення задачі синтезу тест-програм з використанням аналітичних, графічних та структурних моделей. Розроблений метод оптимізації дозволяє отримувати програми діагностування, що відповідають умовам скорочення витрат праці, підвищення надійності результатів перевірок, зменшення вимог до кваліфікації експлуатаційного персоналу енергосистем Йорданії.

Предложено методики оцінки техніко-економічної цілесобразності застосування методів та засобів технічної діагностики в релейній захисті та автоматизації.

Ключові слова: РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ, АВТОМАТИКА, ДІАГНОСТИКА, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ТЕСТ, ПРОГРАМА.

**Підписано до друку 27.12.95. Офсетний друк.**

**Тираж 100. Замовлення 275. РІЩ "ІнформМеню".**

**341000, Маріуполь, пр.Ілліча, 145/147**

NO. 2222A

453295

Ав 33.901

**АВ 33.901**

АВТОСТАВ

Задан в 1. Телескоп

ВНИМАНИЕ! При эксплуатации телескопа необходимо соблюдать следующие правила:

1. Перед началом работы необходимо проверить состояние телескопа.

2. При работе с телескопом необходимо использовать защитные очки.

3. Не направляйте телескоп в сторону людей и животных.

4. Не касайтесь линз телескопа голыми руками.

5. После окончания работы необходимо закрыть телескоп крышкой.

6. Храните телескоп в сухом месте.

7. Не используйте телескоп в туманную и дождливую погоду.

8. Не используйте телескоп для наблюдения за движущимися объектами.

9. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии менее 100 м.

10. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 1000 м.

11. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 2000 м.

12. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 3000 м.

13. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 4000 м.

14. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 5000 м.

15. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 6000 м.

16. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 7000 м.

17. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 8000 м.

18. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 9000 м.

19. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 10000 м.

20. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 11000 м.

21. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 12000 м.

22. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 13000 м.

23. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 14000 м.

24. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 15000 м.

25. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 16000 м.

26. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 17000 м.

27. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 18000 м.

28. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 19000 м.

29. Не используйте телескоп для наблюдения за объектами, находящимися на расстоянии более 20000 м.