

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН БИЛИМ БЕРҮҮ ЖАНА ИЛИМ МИНИСТРЛИГИ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
Кара-Балта шаарындагы И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык  
университетинин филиалы

Филиал Кыргызского государственного Технического университета  
им. И. Раззакова в г. Кара-Балта

## КҮНДӨЛҮК ДНЕВНИК

\_\_\_\_\_ практика боюнча  
по практике предка-сесерикационнай  
студент ЭТЕ 1-16.  
студента (ки) Кураетовой Кудуцугай Тообековны  
(Аты-жөнү)  
(Ф.И.О.)  
тобу \_\_\_\_\_ багыты (направление) 700 300  
кесиби (специальность)  
Физика КРТУ ия И. Раззакова в г. Кара-  
факультети, институту (наименование факультета, института) Балта.  
Практиканы өтүүчү жайы Уел аер  
Мекеменин аталышы (наименование предприятия, организации)

### Практиканын календарлык мөөнөтү Календарные сроки практики

Окуу планы боюнча башталышы" \_\_\_\_\_ "аягы" \_\_\_\_\_"  
(По учебному плану начало) " 27.02.202 "конец" 29.02.202  
Практикага келген мөөнөтү" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ ж.  
Дата прибытия на практику" 27 " января 20 20 г.  
Практиканы аяктаган мөөнөтү" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ ж.  
Дата выезда с места практики " 29 " февраля 20 20 г.

### Филиалда бекитилген жетекчи Руководитель от филиала

Минбар \_\_\_\_\_ даража, кызматы \_\_\_\_\_  
Кафедра И и ИИ Звание, должность преподаватель.  
Аты жөнү \_\_\_\_\_  
Фамилия Петров Имя Устим  
Отчество Александрович

Кара-Балта ш.  
г. Кара-Балта



Практикага тапшырма:  
Задание на практику:

1. Адисттик боюнча

По специальности Управление в технических системах

2. Ондүрүштүк маркетинг жана экономика боюнча

По экономике и маркетингу производства

3. Эмгекти коргоо боюнча

По охране труда Методы безопасности и охраны труда.

4. Жеке тапшырма

Индивидуальное задание Согласно задания ВКР Разработка методов диагностики неисправности с применением новейших информационных технологий.

Практиканы өтүү үчүн  
Күбөлүк  
Удостоверение

на прохождение практики

Студенти Жусейтова Кусекумбай

Студент(ка) Жусейтова КТТБ и.а. И. Жусейтова В.г.  
(факультет, институт) Кара-Балта

Багыты \_\_\_\_\_

Направление Управление в технических системах

Адистиги \_\_\_\_\_

Специальность 700300

Топтор \_\_\_\_\_

Группы УИС-1-К

Иш сапары \_\_\_\_\_

Ишкана, шаар

Командируются в Цели АСР

Практиканы өтүү үчүн \_\_\_\_\_

Для прохождения предвзятая практика практики

Мөөнөтү "27" 01 2020 ж. "29" 02 2020 ж.

Буйрук № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

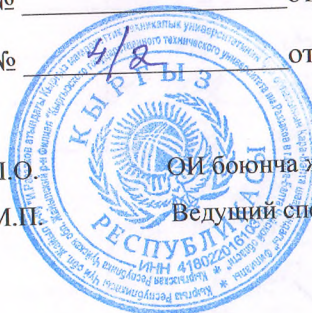
Приказ № 4/2 от 24.01.2020 г.

П.О.

ОИ боюнча жетектөөчү адис

М.П.

Ведущий специалист по учебной работе



Практиканы өтүү  
ГРАФИГИ

Жуманын № № недели	Мөөнөтү Сроки	Аткарылган иштердин жана цехтин, участоктун кыскача мүнөздөө Цех, участок и краткая характеристика выполненных работ
1.	27.01. - 30.01. 2021	Одноклассовые сайты на базе Joomla
2.	01.02. - 06.02. 2021	Одноклассовые сайты на базе Joomla
3.	13.02. - 15.02. 2021	Работа с сайтами на базе Joomla
4.	16.02. - 20.02. 2021	Безопасность принтера, настройка нового сайта
5.	23.02. - 29.02. 2021	Работа с базой данных. Заполнение отчета.

Практиканын житекчилеринин колу:

Подписи руководителей практики от:

Филиалдан И.А. Мамбеталиев колу  
Филиал Ибрагимов С.А.  
(ф.и.о, должность, подпись)

Ишканадан И.В. Семенов колу  
Предприятия Алиев У.К.  
(ф.и.о, должность, подпись)

Жумалык аткарылган иштердин жазылышы  
жана жетекчинин пикири  
Еженедельная запись  
фактически выполненной работы и отзыв руководителя

Жума Неделя	Мөөнөтү Сроки	Практиканын мазмуну Содержание практики	Жетекчинин коруктундусу
1.	27.01. 2021	Одноклассовые сайты	\$1/9
	28.01. 2021	предприятия	\$1/9
	29.01. 2021	изучение тех	\$1/9
	30.01. 2021	ники Joomla	\$1/9
	31.01. 2021	Работа с Joomla	\$1/9
2.	01.02. 2021	БК	\$1/9
	02.02. 2021	Одноклассовые сайты	\$1/9
	03.02. 2021	настройка нового сайта	\$1/9
	04.02. 2021	безопасность принтера	\$1/9
	05.02. 2021	работа с базой данных	\$1/9
3.	06.02. 2021	Работа с базой данных	\$1/9
	07.02. 2021	терминалы	\$1/9
	08.02. 2021	Работа с базой данных	\$1/9
	09.02. 2021	сайты	\$1/9
	10.02. 2021	Работа с базой данных	\$1/9
4.	11.02. 2021	базой данных	\$1/9
	12.02. 2021	настройка Joomla	\$1/9
	13.02. 2021	Windows	\$1/9
	14.02. 2021	добавление информации	\$1/9
	15.02. 2021	информация на сайте	\$1/9
5.	16.02. 2021	информация на сайте	\$1/9
	17.02. 2021	на сайте	\$1/9
	18.02. 2021	Работа с базой данных	\$1/9
	19.02. 2021	заполнение документов	\$1/9
	20.02. 2021	документы	\$1/9
6.	21.02. 2021	базой данных	\$1/9
	22.02. 2021	заполнение документов	\$1/9
	23.02. 2021	документы	\$1/9

ПРАКТИКАНЫН ЖАЛПЫ СУРООЛОРУ  
ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРАКТИКИ

Маданий-массалык жана коомдук саясий, экскурсияларга катышуу  
(Участие в экскурсиях, общественно-политической и культурно-массовой работе)

оказываем поддержку коллегам  
также участвуем в разработке  
и усовершенствовании сайта.

Студенттин коомдук саясий жана маданий массалык иштерге катышуусуна  
ишканнын берген корутундусу  
(Заключение предприятия об участии студента (ки) в общественно-политических и  
культурно-массовых мероприятиях)

всегда ответственная, ответственно  
ная, пунктуальная, дисциплиниро-  
ванная. Техническая грамот-  
ность на хорошем уровне.

Ишканнын өкүлү И. Степанов  
Представитель предприятия,  
организации (кызматы, колу)(должность, подпись)

Практиканы өтүү туралуу  
Корутундук

Заключение о прохождении практики

Студентка ЖТТУ им. Ч. Рагдыбаева  
Кудметова Кудметовна во время  
прохождения практики проявила себя  
с хорошей стороны. Училась, исполни-  
тельно, трудолюбива, усердна  
в работе, в изучении нового.  
Активно участвовала при разработке  
проектировании сайта. Показала хорошие  
знания в HTML, CSS, выявила  
некоторые трудности в работе  
с PHP, что является важным эле-  
ментом в разработке сайта.

Филиалда тарабынан практиканын жетекчиси Петров. У. А.  
(Руководитель практики от филиала)

Өндүрүштөн Алиев У. Н.  
(Производства)

Кафедрада практиканын өтүлүшүнүн жыйынтыгы каралган  
(Отчет рассмотрен на кафедре)  
" " 20 ж.

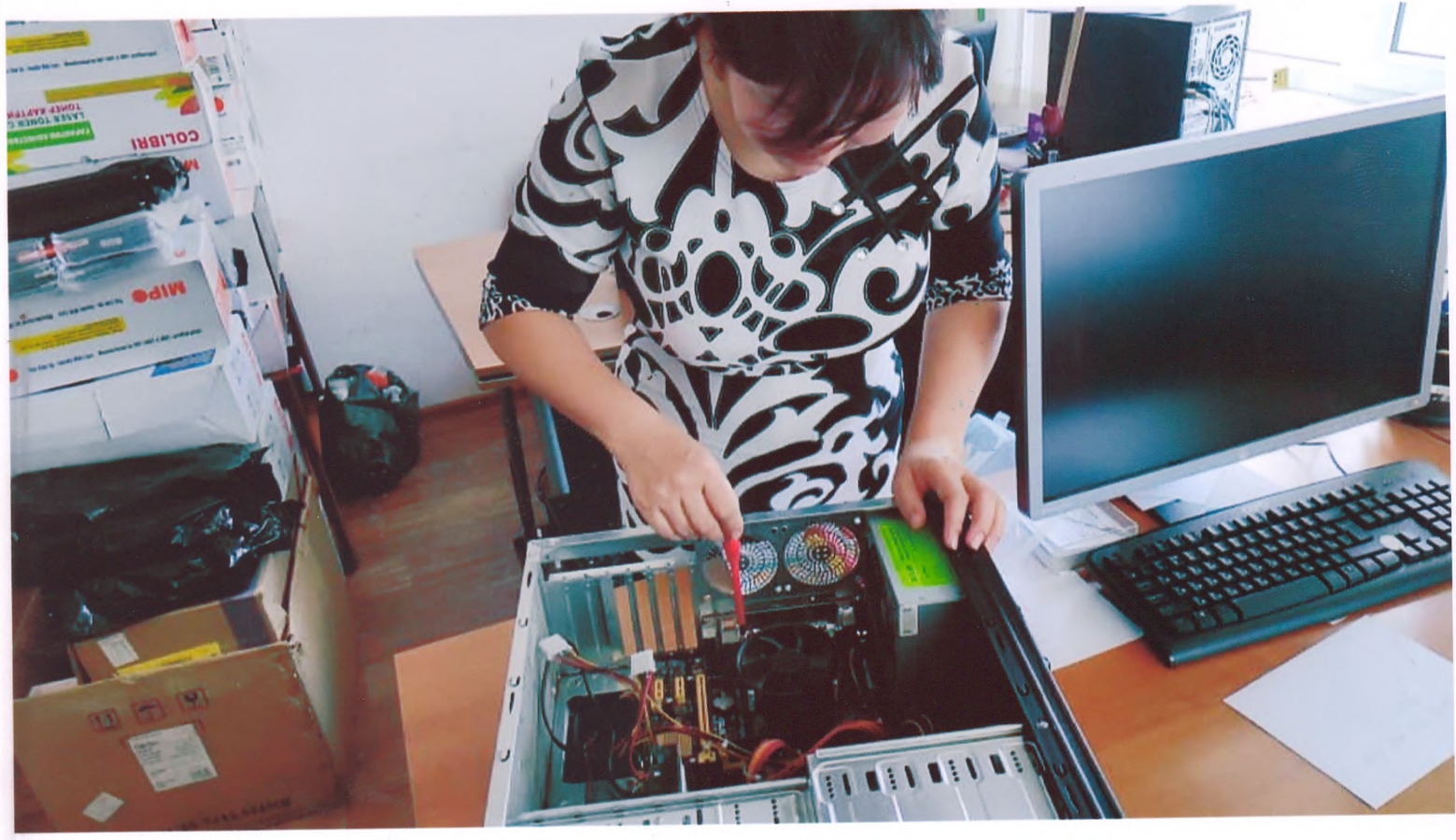
Баасы хорошо (5.0)  
(Оценка)

Комиссия: Алиев У. Н.  
Петров. У. А.  
Кудметова М. В.

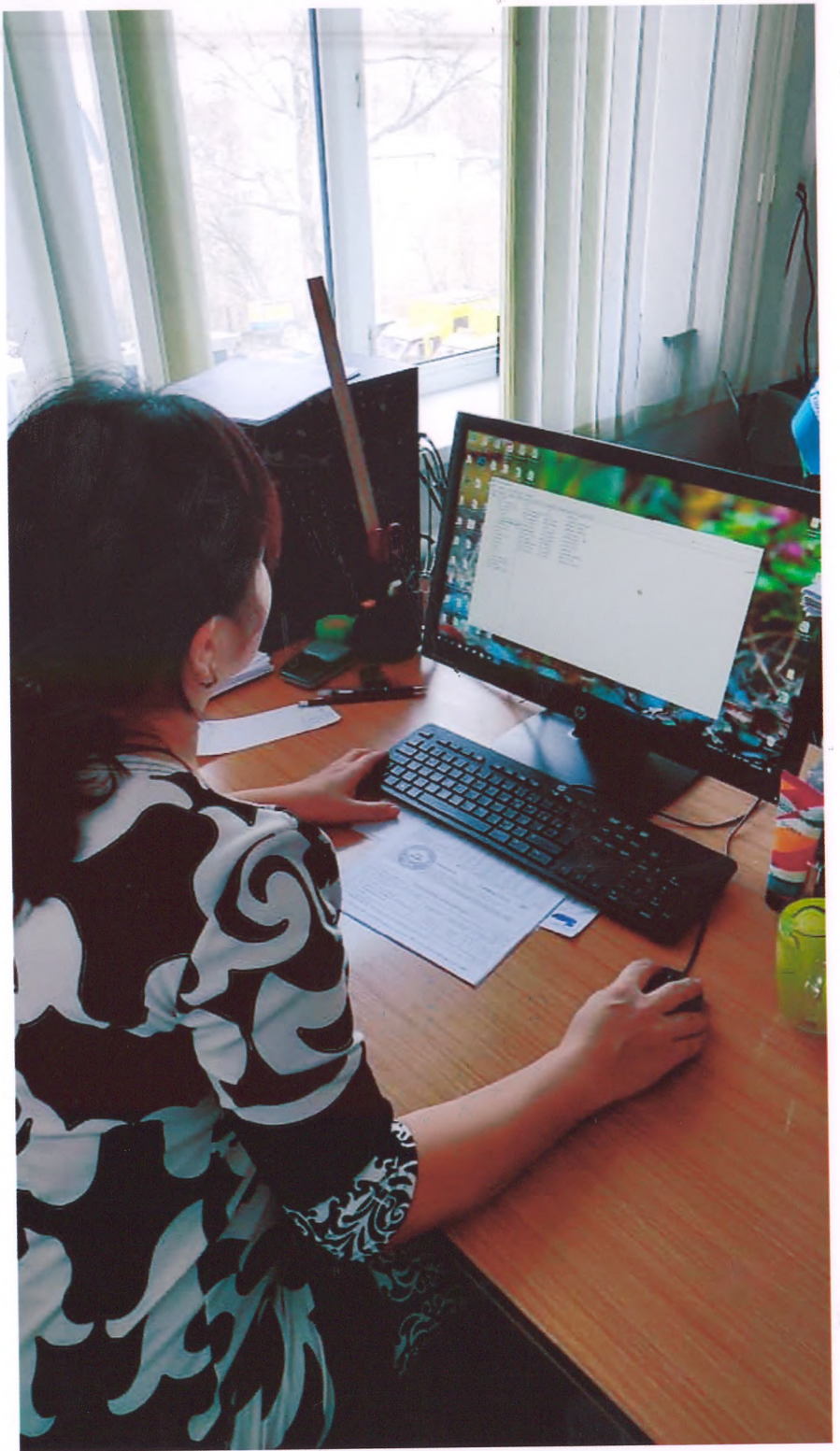
















МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ФИЛИАЛ КЫРГЫЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. И. РАЗЗАКОВА  
В Г. КАРА-БАЛТА

Кафедра «Техники и информационных технологий»

Отчет по

Предквалификационной практике

Студента гр. Кураметовой Жумушай ЭИС-2-16

Сроки прохождения практики с 27.01.2020г. - 29.02.2020г.

Организация (фирма, предприятие) Центр семейной  
медицины Маймеевского района

Руководитель практики от университета Петров Э.А.

Руководитель практики от организации Асанов И.Х.

Оценка при защите отчета хорошо (4,6)

Э.А. Петров И.Х. Асанов

Замечания к отчету необходимо отразить  
сведения об организации.

## ВВЕДЕНИЕ

При применении по функциональному назначению технических объектов возникает задача контроля их состояния для повышения эффективности функционирования, а также диагностика неисправностей в возможно короткое время.

Вопросам организации процесса диагностики, построения моделей объектов диагностирования (ОД), разработки алгоритмов и проектирования конкретных автоматизированных систем диагностирования посвящена обширная литература /1-5/.

Существующие методы контроля и диагностики сводятся к проверке выходных параметров технических объектов при подаче на их вход тестовых воздействий, и когда контролируемый выходной параметр находится в пределах допусков, оговоренных в нормативно-технических документах, то технический объект считается в исправном состоянии.

В ряде случаев контроль только выходных параметров оказывается недостаточным, т.к. не получается локализовать имеющуюся или потенциальную неисправность технического объекта, связанную с тем, что при этом не учитывается его внутренняя структура.

Содержанием данной работы является исследование новых подходов к разработке систем диагностики неисправностей в технических объектах на основе экспертных систем (ЭС) и последних достижений технологии нейронных сетей.

Усложнение технических объектов, связанное с тем, что их элементную базу сегодня составляют интегральные микросхемы (ИС), большие ИС (БИС), сверхбольшие ИС (СБИС), предъявляет высокие требования к квалификации обслуживающего персонала, вызывает необходимость совершенствования существующих и разработки новых методов контроля и диагностики технических объектов как при их производстве, так и при эксплуатации.

Актуальность проблемы обусловлена следующим:

- необходимостью повышения надежности и работоспособности технических объектов;
- необходимостью совершенствования существующих и разработки новых методов контроля и диагностики технических объектов;
- новыми возможностями, открывающимися при использовании методов теории искусственного интеллекта (ИИ) при решении разного рода нетривиальных задач, к числу которых и относится задача диагностики.

#### **Цель работы:**

- совершенствование существующих и разработка новых методов контроля и диагностики технических объектов;
- разработка методики диагностики неисправностей технических объектов, основанной на совместном использовании достоинств как традиционных, так и методов эвристического подхода.

#### **Основные решаемые задачи:**

- обзор и анализ литературы и информационных источников в области диагностики, экспертных систем и нейронных сетей;
- разработка способов структурирования технических объектов для построения решающих правил экспертной системы (ЭС);
- исследование возможности применения подходов ЭС и технологии нейронных сетей для задач диагностики;
- рассмотрение вопросов охраны труда и техники безопасности;
- разработка математического и алгоритмического обеспечения диагностической системы.

#### **Методы исследования:**

- теория технической диагностики;
- математическое моделирование;
- теория искусственного интеллекта;
- технология нейронной сети.

# 1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ПРИЧИНЫ ИХ ОТКАЗОВ

*Классификация и особенности построения диагностических моделей элементов.* В /6/ дана классификация и рассмотрены методы построения диагностических моделей (ДМ), которые в полной мере применимы при проверке функционирования технических объектов и отыскании неисправного функционального элемента (ФЭ) с помощью параметрического контроля.

При использовании методов и средств неразрушающего контроля (МСНК) необходимо специальное модельное описание, позволяющее устанавливать соответствие между дефектами ФЭ и диагностическими сигналами.

Модели по МСНК разделяют на /7/:

- качественные, описывающие в статике структуру и состояние изделия;
- количественные, описывающие процессы разрушения и деградации.

Для построения ДМ стационарных и нестационарных процессов можно использовать различные подходы.

Для стационарных процессов деградации параметров (разрушения) при сравнительно небольшом числе ФЭ, образующих данное изделие, модели можно строить на основе накопления данных о статике, динамике или статистике процессов деградации, вызывающих постепенные отказы. Для процессов разрушения и в тех случаях, когда изделие состоит из большого числа отдельных элементов, имеющих существенно различные механизмы отказов, и нельзя выделить наиболее вероятные, целесообразно использовать граф-модели, диагностические детерминированные и вероятностные модели, основанные на теории конечных автоматов.

Для нестационарных процессов деградации при построении ДМ можно использовать понятие нестабильности качества изделий /7/. Производство «закладывает» в изделие некоторые дефекты и внеплановые деградационные процессы, которые с позиции потребителя отражаются в виде так

называемого тренда параметров изделий, под которым понимают временную нестабильность законов распределения. При решении задач, связанных с анализом отказов, достаточно воспользоваться следующими компонентами многомерного вектора тренда:

- производной математического ожидания  $\partial M1/\partial t$ , представляющей собой скорость изменения среднего значения параметра  $X$ , т.е. «постоянную» составляющую случайной функции  $X(t)$ ;
- производной дисперсии  $\partial M2/\partial t$ -скоростью изменения «размаха» («разброса») случайной функции  $X(t)$ ;
- производной коэффициента автокорреляции  $\partial M3/\partial t$ -скоростью изменения «памяти» случайной функции  $X(t)$  в смысле изменения связи последующих значений с предыдущими, т.е. как бы сохранения «наследственности» или ее преодоления.

Для такого представления вектора тренда можно использовать следующую классификацию видов продукции по значению тренда:

- продукция с практическим отсутствием тренда в процессе производства и эксплуатации. К этому виду относятся высоконадежные и высокостабильные изделия при высокостабильном производстве. В этом случае все компоненты вектора тренда тождественно равны нулю. Отказы таких изделий определяются только начальным распределением значений параметров. ДМ этих изделий не содержит параметра времени и при анализе причин их отказов достаточно широко используются количественные статические ДМ;
- продукция с малым трендом, т.е. надежные и стабильные изделия при стабильном производстве. В этом случае компоненты вектора тренда будут больше нуля, но меньше некоторого заданного значения  $\eta$ . При этом тренд различают по дате выпуска и по времени эксплуатации. Продукция этого вида для анализа причин отказов может быть представлена количественными динамическими ДМ;



- продукция с большим трендом. Для описания свойств этих изделий, необходимого при анализе причин отказов, требуется наличие количественных статистических ДМ.

Наиболее простые комплектующие электрорадиоизделия (ЭРИ) (резисторы, конденсаторы, индуктивности и ферритовые элементы, полупроводниковые диоды и транзисторы) могут быть представлены системами дифференциальных уравнений (СДУ). Соответствующие ДМ будут относиться к числу непрерывных и представлять состояния только основного процесса функционирования (прохождение тока через резистивные слои, р-п переходы, диэлектрик конденсаторов и т.д.).

Способы построения ДМ таких ЭРИ рассматриваются применительно к контролю этих ЭРИ по изменению формы или вольт-амперной характеристики (ВАХ), или вольт-фарадной характеристики (ВФХ), т.е. по результатам измерения токов или напряжений на выходных зажимах приборов /8/.

Для ряда узлов, блоков и комплектующих ЭРИ, контролируемых методами локальной диагностики (в том числе физико-техническими неразрушающими) /9/, при построении непрерывных ДМ также может быть использован СДУ.

В тех случаях, когда в качестве основного носителя диагностической информации используется определенный сложный сигнал, для построения ДМ ОД можно применять методы теории идентификации /10/. Сущность использования этих методов состоит в построении структурной схемы ОД в виде таких блоков, каждый из которых может быть представлен каким-либо типовым звеном с известным математическим описанием.

Построение качественных диагностических моделей элементов.  
Качественная ДМ (КДМ) может быть построена на основе представления возможных состояний рассматриваемого изделия, исходя из конструкции и технологии изготовления (рис. 1.1, 1.2; табл. 1.1, 1.2), а более детальное

описание свойств можно получить на основе модели статики состояния или граф-модели, отражающие структуру и статику состояний ЭРИ.

Построение КДМ производится в два этапа.

На первом этапе создается содержательное описание и производится построение формализованной схемы.

На втором этапе производится составление модели сначала без учета возможных неисправностей, а затем с учетом этих неисправностей и воздействий со стороны средств диагностирования.

Построение граф-модели, состоящей из вершин и дуг, проводится за три шага.

1. Составление модели ОД в реальных условиях функционирования, но без учета возможных неисправностей. Параметры процесса функционирования обозначаются кружками и соединяются между собой дугами. Любые две вершины граф-модели соединяются дугами только в том случае, если вершина, представляемая началом дуги, оказывает влияние на вершину, представляемую концом дуги. При этом учитывается только прямое воздействие, в котором не участвуют другие вершины граф-модели. Стрелка дуги обозначает направление воздействия.

2. Введение в полученную граф-модель неисправностей и учет их влияния путем введения дополнительных или исключения имеющихся дуг.

3. Составление окончательной модели в условиях диагностирования с учетом неисправностей и специфических воздействий со стороны устройств диагностирования.

*Типичные отказы радиоэлементов.* Полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы. Для описания типичных отказов в них (ППП и ИС) используется два метода.

Первый метод состоит в привязке описания к соответствующей ДМ, т.е. в указании распределения отказов по их причинам. В табл. 1.3 приведены статистические данные частоты отказов ППП и ИС, используя которых можно строить программу анализа, исходя из принципа первоочередного

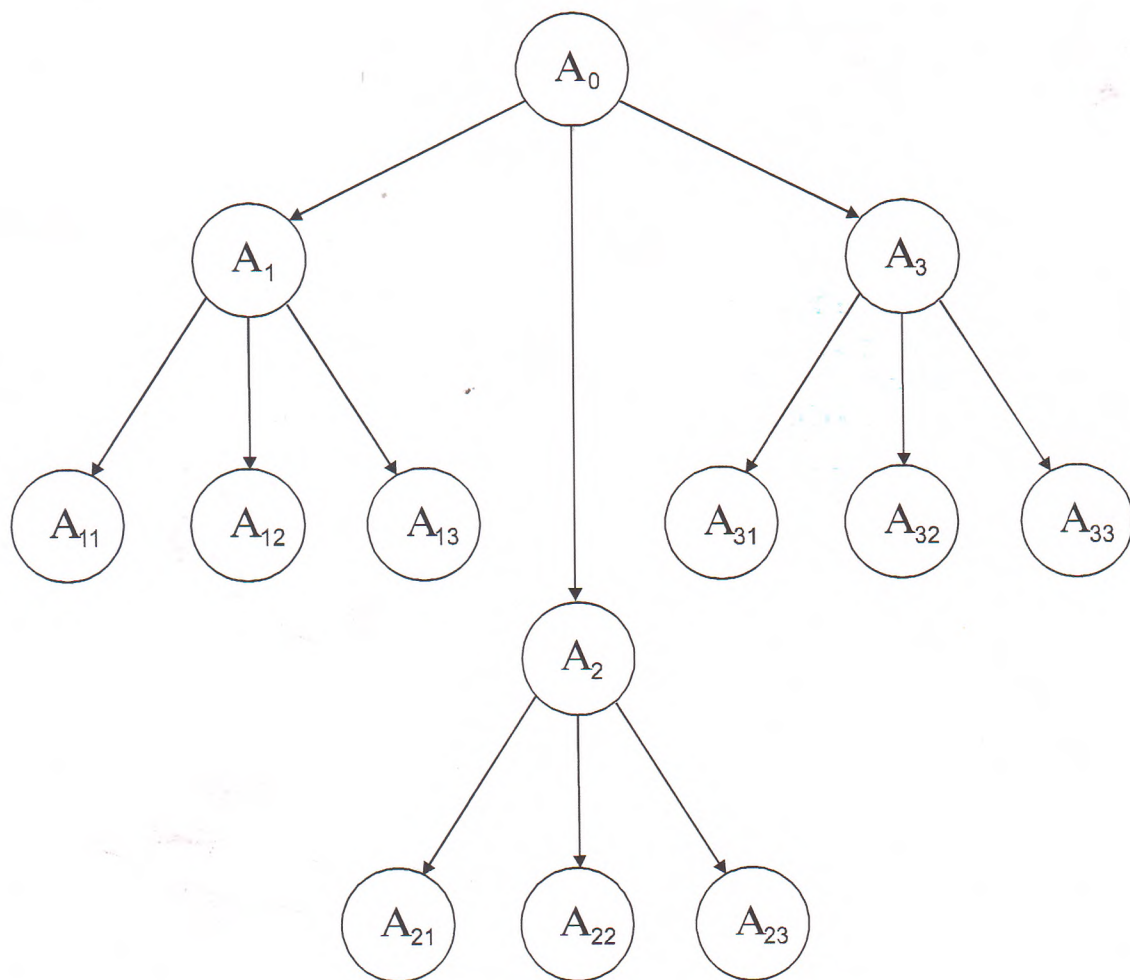


Рис 2.2. КДМ полупроводникового диода

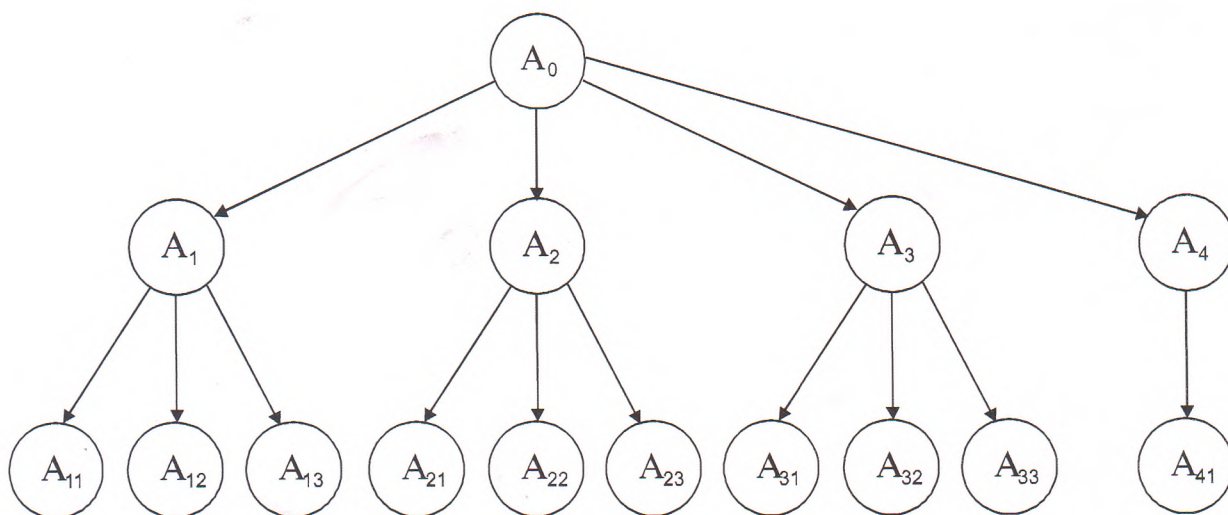


Рис 2.3. КДМ генераторного триода с вольфрамовым торрированным корбидированным катодом (типа ГУ-5Б)

**Таблица 1.1. Связь элементов и дефектов по КДМ для полупроводникового диода**

Элемент	Дефект
A1 - корпус	A11 - нарушения геометрии; A12 - потеря герметичности; A13 - коррозия
A2 - кристалл	A21 - дефекты поверхности; A22 - объемные дефекты; A23 - дефекты контактов
A3 - вывод	A31 - обрыв; A32 - замыкание друг с другом; A33 - замыкание на корпус

**Таблица 1.2. Связь элементов и дефектов по КДМ для генераторного триода**

Элемент	Дефект	Частота, %	Метод диагностики
A1-стеклянная оболочка и спаи стекла с металлом	A11-намокание через спаи и трещины в оболочке;	10	Контроль герметичности по вакуум-фактору;
	A12-прожог баллона	13	Визуальный контроль, контроль электрических параметров
A2-катод	A21-потеря эмиссии;	37	Контроль электрических параметров;
	A22-обрыв цепи катода	12	Контроль тока накала

поиска причин с наибольшей частотой. Значения частот можно использовать в качестве оценок априорных вероятностей возникновения отказов по данным причинам.

Разнообразие функционального назначения, условий применения и конструктивно-технических решений в ИС делают, как правило, нецелесообразным обобщенную систематизацию причин их отказов и заставляют переходить ко второму методу-методу прецедентной методологии, состоящий в описании имевших место случаев (прецедентов) и последующем сопоставлении условий возникновения данного отказа с имевшим место прецедентом.

Совместное использование ДМ и прецедентных описаний позволяет в наиболее сжатой форме представить типичные отказы, выбрать последовательность и средства установления их причин.

Конденсаторы. Электрические конденсаторы являются одним из наиболее массовых видов ЭРИ и широко используются в технических объектах и других видах техники.

На их электрические свойства и работоспособность существенно влияют режим эксплуатации, условия внешней среды, механические воздействия. Из климатических факторов наиболее влияют на работоспособность конденсаторов влажность воздуха, температура окружающей среды и атмосферное давление.

Таблица 1.3. Обобщенные ДМ транзисторов и ИС

Дефект или причина отказа	Частота отказов эпитаксиальных, планарных, кремниевых транзисторов, %	Частота отказов транзисторов с балочными выводами и защищенными переходами, %	Частота отказов биполярных ИС с малой степенью интеграции, %	Частота отказов биполярных ИС со средней степенью интеграции, %	Частота отказов биполярных ИС с большой степенью интеграции, %
Неправильное применение	10	16	36	17	5
Проволочные выводы и сварка	37	-	18	20	26
Кристалл и окисел (диффузия, маскирование, пассивация)	31	43	18	20	23
Герметизация (корпус) и переключки заготовки	11	28	14	12	8

Наименее влагостойкими являются негерметизированные пленочные бумажные и металобумажные конденсаторы, а также слюдяные конденсаторы.

С повышением температуры существенно ускоряются процессы старения в конденсаторах, увеличивается тангенс угла потерь, снижаются электрическая прочность, сопротивление изоляции и начальное напряжение ионизации. Для герметизированных конденсаторов повышение температуры может привести к нарушению герметичности.

Понижение атмосферного давления уменьшает напряжение разряда по поверхности конденсатора и ухудшает конвекционный теплоотвод. При

особо низком давлении может происходить испарение жидких и консистентных материалов или сублимация твердых веществ.

Вибрация и удары вызывают в деталях конденсаторов усталостные явления, обрывы выводов или токопроводящих элементов, соединяющих секции конденсатора с общим выводом и т.д.

Резисторы. Они являются одним из наиболее распространенных элементов. В общем объеме элементов технических объектов они составляют 40-60%, в связи с чем, им предъявляются высокие требования к их надежности, стабильности сопротивления и уровню шума, а для переменных резисторов - к разрешающей способности, шумам, обусловленным вращением, и износоустойчивости /11, 12/.

Основные отказы непроволочных резисторов обусловлены:

- неоднородностью поверхности керамического основания, вызывающей неравномерность толщины проводящего покрытия, изменение удельных нагрузок и локальный разогрев, разрушение слоя лака и обнажение токопроводящего слоя;
- адсорбированной или проникшей влагой из-за некачественного покрытия или оставшейся под прикрытием при изготовлении, окислением при повышенной температуре и влажности, что является основным фактором изменения сопротивления металлопленочных резисторов;
- нестабильностью контактов и соединительных выводов металлопленочных и углеродистых резисторов;
- низким качеством пленки, вызывающим высокотемпературные структурные изменения, и образованием токопроводящих мостиков между соседними витками при недостаточной глубине нарезки, отклонениях в ширине и толщине токопроводящих дорожек.

Для проволочных постоянных резисторов основными видами дефектов являются:

- обрыв резистивного провода;
- нахлест витков;

- разрыв сварки;
- непровар (расслоение сварного узла);
- некачественное закрепление витков и т.д. (табл. 1.4) /11, 12/.

**Таблица 1.4. Отказы проволочных резисторов**

Вид дефекта или причина отказа	Частота отказов, %
Обрыв резистивной проволоки (коррозия, механические повреждения)	40-70
Обрыв проволоки в контактом узле (некачественная пайка)	15-20
Уход сопротивления за допустимые нормы	2-5
Нарушение контакта токоотвода со средним выводом	5-10
Перетирание резистивной проволоки подвижным контактом	5
Загрязнение участка контактирования резистора или контактной пружины	8
Износ контактной пружины (повышенное контактное давление)	2
Обгорание контактной пружины (перегрузка)	5
Плохая герметизация	5
Некачественная приклейка резистора к подложке	4

Часто встречающейся причиной отказа переменных резисторов являются нарушение контактирования, связанного наличием в корпусе инородных непроводящих частиц. Нарушение контактирования в процессе эксплуатации может вызываться перетиранием витков катушки резистивного элемента, некачественным креплением проволоки в области контактной дорожки, изломом или перегоранием контактной пружины, резонансным разрушением витков катушки.

Значительное количество отказов как переменных, так и постоянных резисторов связано с нарушениями технологии пайки и сварки элементов конструкции. Недостаточно тщательная очистка тороида от загрязнений, низкая температура припоя приводят к прилипанию припоя к резистивной проволоке.

Узлы и блоки. Разнообразие сложных конструктивно-технологических решений, используемой элементной базы (комплектующих изделий) и условий применения обуславливают еще большее разнообразие видов, причин и механизмов отказов узлов и блоков технических объектов. В табл.

1.5 приведены обобщенные ДМ запоминающего устройства (ЗУ) на биполярных и МОП больших ИС (БИС) /71/.

Таблица 1.5. Обобщенные ДМ ЗУ на биполярных и МОП БИС

Дефекты	Частота отказов биполярных ЗУ, %	Частота отказов МОП БИС ЗУ, %
Поверхностные	22,2	33,4
Окисла	13,3	23,6
Диффузии	16,3	14,0
Металлизация	17,0	10,5
Сварного узла	3,7	7,6
Межсоединений	23,7	3,4
Механических соединений кристалла	1,5	1,2
Деградация параметров	2,3	6,3

*Математические модели объектов диагностирования и процессов поиска отказов.* Замена реального ОД его моделью является необходимым этапом при решении средствами математического аппарата любой практической задачи. Требования, которые при этом предъявляются к математическим моделям (ММ) ОД, достаточно подробно приведены в /14/.

Рассмотрим функционально-логическую модель (ФЛМ) ОД, состоящего из пяти элементов.

С точки зрения контроля блоки представляют собой элементарные звенья ОД (элементы) и совокупность элементов составляет множество  $\Omega$ ,  $|\Omega|=n$ . Каждый элемент может находиться в одном из двух состояний: работоспособности или неработоспособности (отказа).

В работоспособном состоянии элемент отвечает требуемой реакцией на допустимую совокупность воздействий, включая реакции других элементов.

При отказе реакция элемента выходит за пределы допустимой.

Основными свойствами ФЛМ ОД являются:

- каждый блок ФЛМ может иметь только один выход, который может быть соединен с любым количеством входов других блоков, т.е. число входов блока не ограничено. Если имеются блоки, у которых контролируется более одного выхода, то:
  - а) их необходимо разбить на несколько блоков по числу



контролируемых выходов и у каждого блока оставить только те входы, которые формируют данный выход;

б) формально объединить несколько выходов в один совместной их проверкой;

- выходы различных блоков не могут быть объединены;
- для каждого блока известны допустимые значения выходного и входных сигналов, а также способ их контроля;
- недопустимое значение хотя бы одного входного сигнала приводит к появлению недопустимого выходного сигнала;
- если выходной сигнал некоторого функционального блока является входным для другого функционального блока, то допустимые значения этих сигналов совпадают;
- цепи связи между функциональными блоками абсолютно надежны.

Для контроля работоспособности и поиска мест отказов (ПМО) ОД имеется возможность проверки ряда взаимосвязанных параметров, номинальное значение каждого из которых обеспечивается определенным подмножеством  $\Omega_i$ . Проверка каждого параметра осуществляется проведением теста-ряда элементарных операций, в состав которых может входить подача необходимых входных воздействий, коммутация цепей ОД, измерение реакции в одной или нескольких контрольных точках и т.д. В результате применения каждого теста  $T_i$  можно получить два исхода для подмножества  $\Omega_i$ ,  $i=1, \dots, m$ : «исправен», если работоспособны все элементы из  $\Omega_i$ , и «неисправен», если по крайней мере один из элементов  $\Omega_i$  неработоспособен.

Тогда, предполагая, что все элементы ОД пронумерованы, каждому тесту  $T_i$  можно поставить в соответствие его двоичный код; перечень этих кодов составляет некоторую таблицу (матрицу) допустимых тестов:  $T = ||T_{ij}||$ ,  $i=1, \dots, m$ ,  $j=1, \dots, n$ . Элементы матрицы  $T_{ij}$  определяются следующим образом:

$$T_{ij}=1, \text{ если } j \in \Omega_i; T_{ij}=0, \text{ если } j \notin \Omega_i. \quad (1.1)$$

Данной матрице  $T$  ставится в соответствие вектор-столбец  $\{R_1, \dots, R_m\}$ , компоненты которого определяют затраты на применение каждого теста. Полная совокупность тестов определяется по формуле:

$$M=2^n - 1, \quad (1.2)$$

где:  $n$ -количество элементов в ФЛМ ОД.

В /13; 14/ изложен способ задания матрицы  $T$ , суть которого состоит в следующем.

Для ОД определяются все возможные его состояния и число столбцов матрицы  $T$  равно числу состояний  $N$ . По ФЛМ ОД необходимо определить исход  $i$ -го теста по  $j$ -му состоянию ОД. Если исход  $T_i$ ,  $i=1, \dots, m$ , в  $j$ -м состоянии ОД,  $j=1, \dots, N$  «исправен», то  $T_{ij}=1$ , в противном случае  $T_{ij}=0$ .

В /15/ рассматривается процесс поиска кратных отказов с восстановлением: каждый неработоспособный элемент заменяется работоспособным по мере нахождения отказов и замена продолжается до полного восстановления ОД. Это означает, что, с точки зрения построения таблицы  $T$ , каждая такая замена эквивалентна изменению множества допустимых состояний ОД, априори учесть которых невозможно из-за того, что неизвестны номера отказавших элементов. Следствием данного факта является то, что построенная таким образом таблица неисправностей  $T$  не будет соответствовать действительному положению.

Кроме рассмотренных подходов, используются квадратные таблицы неисправностей. При этом предполагаются возможными только одиночные отказы, а проверки заключаются в измерении выходов каждого элемента ФЛМ при подаче всех входных воздействий. В такой постановке задачи затраты на проведение каждой проверки полагаются равными и необходимо минимизировать число контрольных точек таким образом, чтобы измерения в этих точках обеспечили выполнение задачи контроля. Однако, такая постановка ограничивает возможности получения контрольной информации

из-за необходимости поочередной подачи входных воздействий, коммутации цепей ОД и т.д.

В работах /14,16/ ОД делятся на дискретные и непрерывные. Одним из основных требований, при этом, которому должен удовлетворять каждый тест  $T_i$  матрицы  $T$  состоит в том, что при отказе любого элемента подмножества  $\Omega_i$  исход  $T_i$  меняется с «исправен» на «неисправен» и дополнительный отказ любого элемента этого подмножества не может ввести значение параметра  $T_i$  в норму.

Для математической постановки задач оптимального контроля, кроме формального описания ОД (матрицы  $T$ ), необходимо определить модель самого процесса проверки, т.е. сформулировать предположение о допустимых состояниях ОД, определить процедуру контроля, цели, правила прекращения контроля, критерии оптимальности и т.д. Для составления такой модели, ее можно классифицировать по ряду признаков.

По способу проведения процедуры контроля:

- последовательные процедуры контроля;
- комбинационные процедуры контроля.

В первом случае выбор каждого следующего теста или окончание процедуры производится в соответствии с некоторой условной программой по результатам анализа предыдущих тестов. Совокупность тестов и, следовательно, суммарные затраты на их проведение в каждом конкретном случае осуществления процедуры определяются фактическим состоянием ОД, т.е. являются случайными величинами.

При втором способе контроля фактическое состояние ОД определяют после проведения всех тестов выбранной совокупности. При этом порядок проведения тестов не играет существенную роль, так как все они применяются раньше анализа результатов, а суммарные затраты проведения процедуры, детерминированы.

По глубине локализации отказов различают:

- контроль работоспособности;

- диагностирование ОД.

Целью контроля является отделение работоспособного состояния ОД от всех неработоспособных.

Диагностирование ОД производится до определения состояния каждого элемента, т.е. идентификации истинного состояния.

По совокупности непроверенных элементов различают:

- контроль с полным охватом элементов ОД;
- контроль с неполным охватом элементов ОД.

Задача оптимизации процессов контроля с полным охватом элементов рассматриваются без ограничений.

При неполном контроле дополнительно возникает задача выбора совокупности элементов, охваченных контролем и задачи на оптимум такого рода рассматриваются при наличии различных ограничений (например, задача максимизации апостериорной вероятности работоспособного состояния ОД при условии, что суммарные затраты не превысят максимально допустимых, или обратная задача /17/.

По степени надежности контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) различают:

- контроль достоверной КИА;
- контроль недостоверной КИА.

По степени детализации информации о состоянии ОД различают:

- принятие решений о фактическом состоянии ОД в условиях полной информации;
- принятие решений об истинном состоянии ОД в условиях неполной информации.

В первом случае решения принимаются естественным образом по результатам контроля без риска принятия ошибочного решения.

Во втором случае решения о фактическом состоянии ОД могут приниматься при отсутствии полной определенности и, как следствие, могут быть приняты ошибочные решения, приводящие к определенным потерям.

Поэтому в этом случае возникает задача планирования проверок и принятия решений по их результатам таким образом, чтобы свести к минимуму суммарные затраты на проведение тестов и потерь, связанных с принятием ошибочных решений.