

$$\theta = \theta_B = \arcsin \lambda_e / 2\lambda_s,$$

где θ_B – "брэгговский" угол.

В данном случае разность хода между ними равна длине световой волны λ_e . Когда электромагнитная волна ложится на звуковую под брэгговским углом, то происходит сложение амплитуд всех волн (синфазное сложение), которые отражены разными плоскостями и соседними зонами одной плоскости. Таким образом, в зеркальном направлении будет отслеживаться резонансный максимум рассеянного поля.

Как видно из рис. 2, угол ψ между направлением исходной и отраженной волн равен $2\theta_B$. При дифракции Рамана-Ната угол между соседними порядками тоже равен удвоенному углу Брэгга $\psi = 2\theta_B$, но так как отношение λ_e/λ_s очень мало, брэгговские углы также малы. Такое отличие приводит к тому, что при $\vec{q} \perp \vec{k}$ дифрагированное излучение распространяется симметрично в схожих к исходному направлениях, отклоняясь при каждом рассеянии на углы $\pm 2\theta_B$.

Так как геометрия дифракции брэгговского типа соответствует задаче зондирования, то она взята за основу идеи радиоакустического зондирования атмосферы. Значительно упрощает интерпретацию результатов то, что в данном случае для математического описания достаточно приближение однократного рассеяния. Достаточный для приема уровень рассеянного сигнала подбирается соотношением, при котором будет выполняться условие Брэгга, между длинами волн λ_e и λ_s и углом падения электромагнитной волны на звуковую:

$$2\lambda_s \cos \varphi = \lambda_e,$$

где φ – угол падения.

К тому же, с целью получения нужного уровня сигнала, следует применять достаточно длинную звуковую решетку.

КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ В МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

к.т.н. Я.Ю. Королева, О.С. Шарапова НТУ «ХПИ», г. Харьков

Причиной возникновения отказов в системах управления могут быть дефекты, допущенные при проектировании, производстве и ремонте, нарушения норм эксплуатации, воздействие окружающей среды, а также естественные процессы старения и изнашивания.

Анализ современных технологий проектирования однородной сети показывает, что ключевым подходом является проектирование «сверху – вниз». Каждому этапу проектирования соответствует уровень детализации и

модель поведения системы, упорядоченные в следующей последовательности:

- поведенческая модель, в соответствии с которой система представляется в виде «черного ящика» с заданными вход - выходными соотношениями, техническими параметрами и ограничениями, характеризующими его поведение и свойства;

- функциональная модель, которая представляет собой управляющие потоки, алгоритмы их обработки и функциональные блоки системы и связи между ними;

- структурно-аналитическая модель, которая связана непосредственно с аппаратно-вентильной реализацией функциональных блоков системы, аналитическим описанием их функционирования, системами логических функций, структурными конечно-автоматическими моделями.

Уровни описания системы определяют характер и терминологию дефектов, соответствующих каждому уровню. На поведенческом уровне для обозначения дефекта общепринятым термином является ошибка, например, ошибка величины отклонения параметра, коэффициента передаточной функции объекта, программная ошибка, ошибка четности управляющего вектора, ошибка передачи данных и др. На функциональном уровне «неисправности» и «ошибки» обусловлены дефектами программной реализации управляющих алгоритмов, искажениями автоматных диаграмм и таблиц истинности иерархических конечно - автоматных моделей функциональных узлов системы. На структурно-вентильном уровне дефекты обусловлены физическими изменениями в электронных компонентах, параметров сигналов логических элементов, которые приводят к появлению неисправностей типа «константа 0 и 1», перепутывание связей, замыкание соседних линий и др.

Для каждого уровня описания поведения системы дефекты в большинстве случаев соответствуют изменению функций этого уровня описания. Это позволяет для значительного числа дефектов определить их формализованные модели. Причем число таких моделей оказывается существенно меньше количества самих дефектов и повреждений.

Статистический анализ, а также опыт промышленного использования вычислительных и управляющих систем на основе микроконтроллеров и микропроцессоров показывает, что в большинстве случаев отказы в них обусловлены неустойчивыми неисправностями перемежающегося типа и сбоями, возникающими в результате помех по цепям питания и внешними электромагнитными наводками.

В многоуровневых распределенных вычислительных часто появляющиеся отказы связаны с классом оверлейных ошибок. Эти ошибки являются подмножеством неустойчивых программно-аппаратных ошибок, появляющихся в результате сбоев в процессе выборки данных из ОЗУ. Возрастание объемов и сложности управляющих программ, а также

тактовых частот до 1÷2 ГГц, приводят к ошибкам доступа к ОЗУ, когда данные одного оверлейного сегмента считываются (записываются) для другого. Экспериментальные исследования показали, что при наличии внешних возмущающих воздействий ошибки оверлейного типа составляют 78% всех ошибок обработки данных.

Для обнаружения этого типа ошибок было предложено использовать специальные «указатели безопасности» данных, которые позволяли фиксировать моменты неправильного доступа к данным. Этот подход эффективно использовался в процессе отладки сложных управляющих программ. Однако, как показали исследования, программная избыточность, вводимая с целью обнаружения ошибок доступа, снижает более чем на 300% производительность системы. В процессе эксплуатации установки "РОСТ-5" на промышленном производстве ИСМА НАН Украины фиксировались отказы в распределенной многопроцессорной системе управления процессом выращивания крупных монокристаллов. Анализ причин отказов в этой системе показывает, что сбои и перемежающиеся неисправности случаются значительно чаще, чем устойчивые отказы. Количественные соотношения между различными видами сбоев и отказами в различных процессорных модулях системы характеризуются данными, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Вид отказа	Процессор	Память, %	Интерфейс, %	Система прерываний, %	Удельный вес, %
Одиночные сбои	60	56	68	55	59,8
Кратные сбои (пакеты)	32	37	15	33	29,2
Устойчивые отказы	8	7	17	12	11,0
Удельный вес по типам модулей, %	36,5	2,7	3,6	57,2	

Экспериментальные оценки количественных соотношений между перемежающимися и устойчивыми отказами системы в условиях производства совпадают с оценками исследований, подтверждающих, что 90% неисправностей в многопроцессорных системах составляют неустойчивые неисправности.