

Применение корректирующих способностей кодов для обеспечения отказоустойчивости.

Ставропольский военный институт связи РВ

В настоящее время существует несколько разновидностей отказоустойчивости. Во-первых, в условиях дефектов изготовления, отказоустойчивость в некоторой форме должна быть введена на этапе изготовления компонентов СБИС процессора. Во-вторых, если отказы возникли после того, как процессорная матрица установлена в систему, в приемлемое время можно провести ее перенастройку. Третий вид отказоустойчивости необходим, чтобы устранять отказы, возникающие в процессе функционирования вычислителя, позволив тем самым системе функционировать непрерывно. Практические приемы обеспечения отказоустойчивости следующие: аппаратная избыточность, временная избыточность и алгоритмические подходы, основанные на применении корректирующих способностей кодов. Первый метод требует больших материальных затрат. Схемы временной избыточности не могут быть легко интегрированы в схемы обеспечения отказоустойчивости спецпроцессоров цифровой обработки сигналов (ЦОС) из-за высоких требований к производительности таких вычислительных устройств. Третий метод нашел наибольшее практическое применение.

Анализ технических реализаций алгоритмов ЦОС показывает, что правильный выбор алгебраической системы является мощным средством повышения устойчивости функционирования вычислительных устройств ЦОС. Большое значение имеет также способность системы счисления аккумулировать свою естественную (первичную) избыточность и вводимую дополнительную (вторичную) избыточность.

Основную массу вычислительных устройств ЦОС составляют СП, базирующиеся на математических моделях с позиционной системой счисления (ПСС). В ПСС выполнение арифметических операций полагает последовательную обработку разрядов операндов по правилам, определяемым содержанием данной операции, и не может быть закончено до тех пор, пока не будут определены последовательно значения всех результатов с учетом всех связей между разрядами. Но ПСС, являясь основой современных вычислительных средств, обладает минимальной первичной избыточностью. А это обуславливает необходимость принятия дополнительных мер по введению вторичной избыточности, что накладывает существенный отпечаток на способы реализации обеспечения отказоустойчивости вычислительных систем в процессе функционирования.

По способу введения вторичной (структурной, информационной и др.) избыточности существующие методы повышения устойчивости функционирования

СП ПСС цифровой обработки информации можно разбить на два основных класса. К первому из них относятся методы обеспечения отказоустойчивости, реализующие различные варианты кодирования данных. С точки зрения обеспечения информационной надежности позиционные коды, как правило, не обладают арифметичностью. Это свойство специальных кодовых конструкций препятствует их широкому применению в вычислительных устройствах ЦОС, поскольку введенные избыточные разряды не позволяют контролировать результаты арифметических операций в реальном масштабе времени.

Большую известность получили методы обеспечения отказоустойчивости позиционных вычислительных систем второго класса. Важнейшая особенность данных методов заключается в возможности организации пространственного распределения совмещенных во времени вычислительных процессов цифровой обработки информации или их составляющих. Благодаря параллелизму на уровне вычислительных процессов повышается не только производительность, но и отказоустойчивость системы. Но сложность реализации процедур поиска и локализации ошибок в процессе вычислений, возможность потери части обрабатываемых данных при восстановлении работоспособной структурной конструкции вычислительной системы значительно сужают сферу их применения.

Ключевую роль при обеспечении высокого качества обработки сигналов в реальном масштабе времени играет выбор математической модели ЦОС. Для обеспечения высокой точности конечного результата необходимо использовать алгебраические системы, обладающие свойством кольца или поля. Особое место среди задач ЦОС занимают ортогональные преобразования сигналов определяемые над расширенными полями Галуа $GF(p^v)$, которые в отличие от дискретного преобразования Фурье характеризуются целым рядом достоинств, таких как отсутствие конечных полей шума округления, снижение объема вычислений при их реализации, сохранение при вычислениях ассоциативного и коммутативного законов арифметических операций суммы и умножения по модулю, а также дистрибутивного закона операции умножения по отношению к сложению. Обеспечение высокой скорости обработки сигнала можно достичь за счет перехода от одномерной обработки сигнала к многомерной. Важную роль в решении данной задачи играет полиномиальная система классов вычетов (ПСКВ). Применение ПСКВ позволяет осуществлять ортогональные преобразования сигналов в расширенных полях Галуа с использованием модулярной арифметики. Также, применение ПСКВ позволяет повысить не только скорость обработки сигналов, но и обеспечить высокую информационную надежность вычислений.