

## АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ СПЕЦФАКТОРОВ

И.Ю. Чернявский, к.т.н. И.Н. Чепиль  
(представил проф. д.т.н. Е.И. Бобыр)

В статье предлагается способ повышения устойчивости ЭВМ, функционирующей в условиях воздействия спецфакторов.

Опыт разработки и эксплуатации ЭВМ показывает, что одной из наиболее важных проблем является обеспечение устойчивой работы ЭВМ в условиях воздействия спецфакторов.

Один из способов повышения помехозащищенности ЭВМ в условиях воздействия спецфакторов это уменьшение времени скрытого существования искаженной информации. С этой целью в современных ЭВМ используется комбинированный программно - аппаратный контроль за ходом вычислительного процесса (ВП) [1, 2]. При этом аппаратный контроль (АП) позволяет фиксировать ошибку сразу после ее появления, охватывает практически все оборудование ЭВМ, конструктивно объединен с контролируруемыми блоками и узлами ЭВМ. АК позволяет определить достоверность, т. е. истинность результата работы ЭВМ в том случае, если узлы и блоки ЭВМ функционировали правильно и сигнал ошибки АК не был выдан, либо когда блоки и узлы ЭВМ функционировали неправильно и это зафиксировали средства АК. При воздействии спецфакторов на ЭВМ, средства АК подвергаются их воздействию так же, как и все остальные блоки и узлы ЭВМ (рис. 1).

Помимо истинных результатов работы при воздействии спецфакторов средства АК могут не отражать действительное состояние ЭВМ. Возможны следующие случаи:

блоки и узлы ЭВМ функционируют неправильно, но сигнал ошибки от средств АК отсутствует;

блоки и узлы ЭВМ работают правильно, но средства АК сигнализируют о наличии ошибки (ложный сигнал ошибки).

© И.Ю. Чернявский, к.т.н. И.Н. Чепиль, 1998

В первом случае пропуск ошибки средствами АК вызван или неспособностью АК обнаруживать ошибку высокой кратности в блоках и узлах ЭВМ [5], или из - за отказа компонентов средства АК при воздействии спецфакторов. Во втором случае ложный сигнал формируется из - за того, что сред-

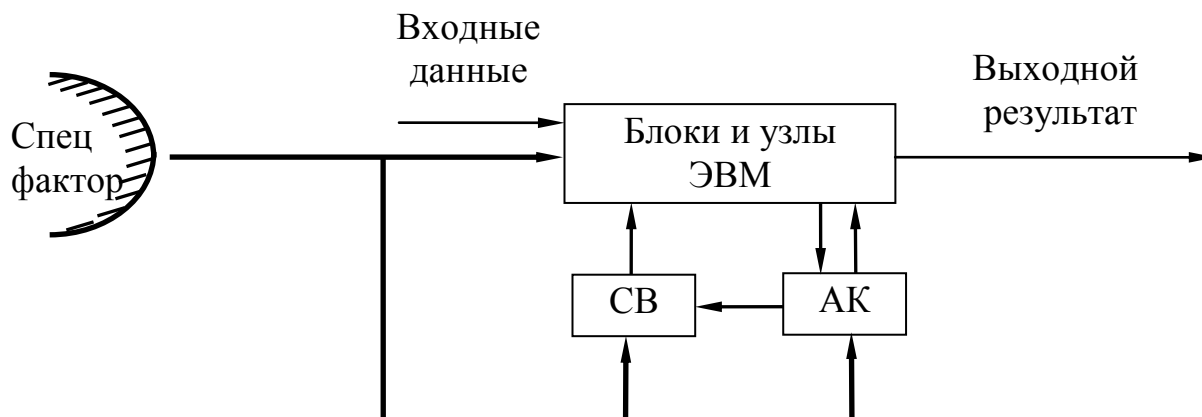
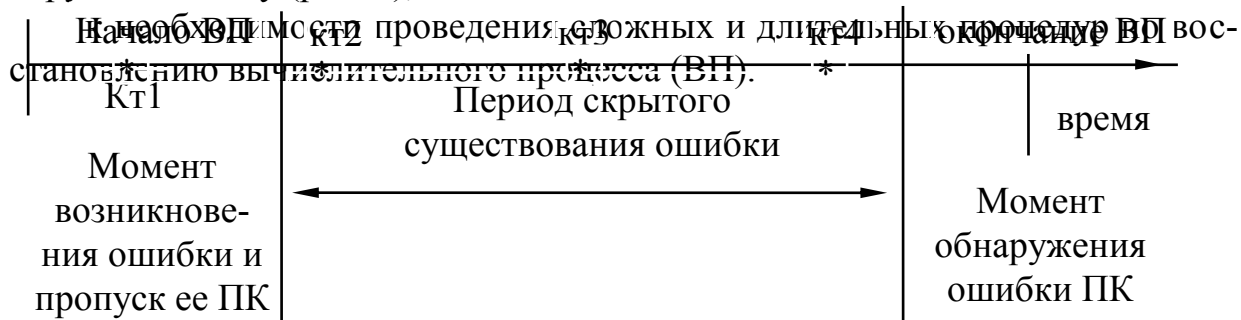


Рисунок1 - СВ - система восстановления

ства АК недостаточно стойки к воздействию спецфакторов. Ложные обрабатывания или необнаружения ошибок высокой кратности средствами АК приводят:

к возможности выдачи недостоверного результата до того, как ПК обнаружит ошибку (рис. 2);



кт - контрольные точки

Рисунок 2 - Возможность выдачи недостоверного результата

При наличии скрытых ошибок информации от средств АК для восстановления ВП нет. Поэтому обнаружение ошибок проводится только про-

граммным методом, что недопустимо для ЭВМ, работающих в реальном масштабе времени, в системах управления объектами повышенной опасности.

Повышение достоверности результатов функционирования ЭВМ в условиях воздействия спецфакторов и сокращение ложных восстановлений возможно либо за счет введения дополнительной аппаратуры, либо программных процедур диагностирования средств АК. Решить эту проблему в [5, 6, 7] пытаются за счет надежной защиты используемых в настоящее время аппаратных средств контроля от воздействия спецфакторов. Данные методы позволяют снизить уровень воздействия спецфакторов, однако не исключают его полностью.

Таким образом, при невозможности обеспечения высокой стойкости дополнительной аппаратуры контроля, достоверность функционирования ЭВМ не повышается, а применение методов ПК в общем случае, приводит к произвольным затратам полезного времени ЭВМ, что при высокой интенсивности запросов на решение задач может быть недопустимым.

Поэтому для повышения достоверности функционирования ЭВМ при воздействии спецфакторов предлагается способ прогнозирования технического состояния средств АК, узлов и блоков ЭВМ по данным об электромагнитной обстановке. При этом представим блоки и узлы ЭВМ в качестве объекта адаптации, а систему восстановления ВП в качестве адаптирующего устройства. Для этого случая обобщенная схема ЭВМ может быть представлена в следующем виде (рис. 3).

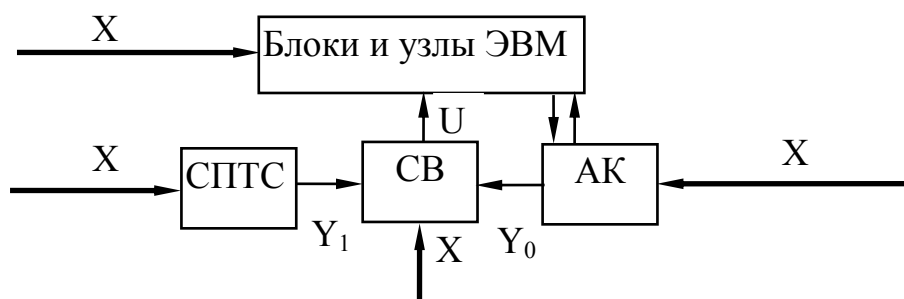


Рисунок 3 - Обобщенная схема воздействия спецфакторов на блоки и узлы ЭВМ

На рис. 3 показано, что на блоки и узлы ЭВМ воздействует среда  $X$ , в которой они располагаются, и управляющее воздействие  $U$ , генерируемое системой восстановления (СВ) вычислительного процесса. Для повышения достоверности функционирования ЭВМ в условиях, когда средства АК выдают информацию, не отражающую реальное состояние блоков и узлов ЭВМ, представляется возможным использовать данные о состоянии внеш-

ней среды  $X$ , сформированной измерительными элементами средств прогнозирования технического состояния (СПТС). На основании данной информации в СПТС вырабатывается прогнозная информация  $Y_1$  о техническом состоянии блоков и узлов ЭВМ и средств АК для СВ. Система восстановления оценивает степень доверия средств  $Y_1$  и принимает решение о путях проведения восстановления. Данный механизм СПТС представлен на рис. 4.

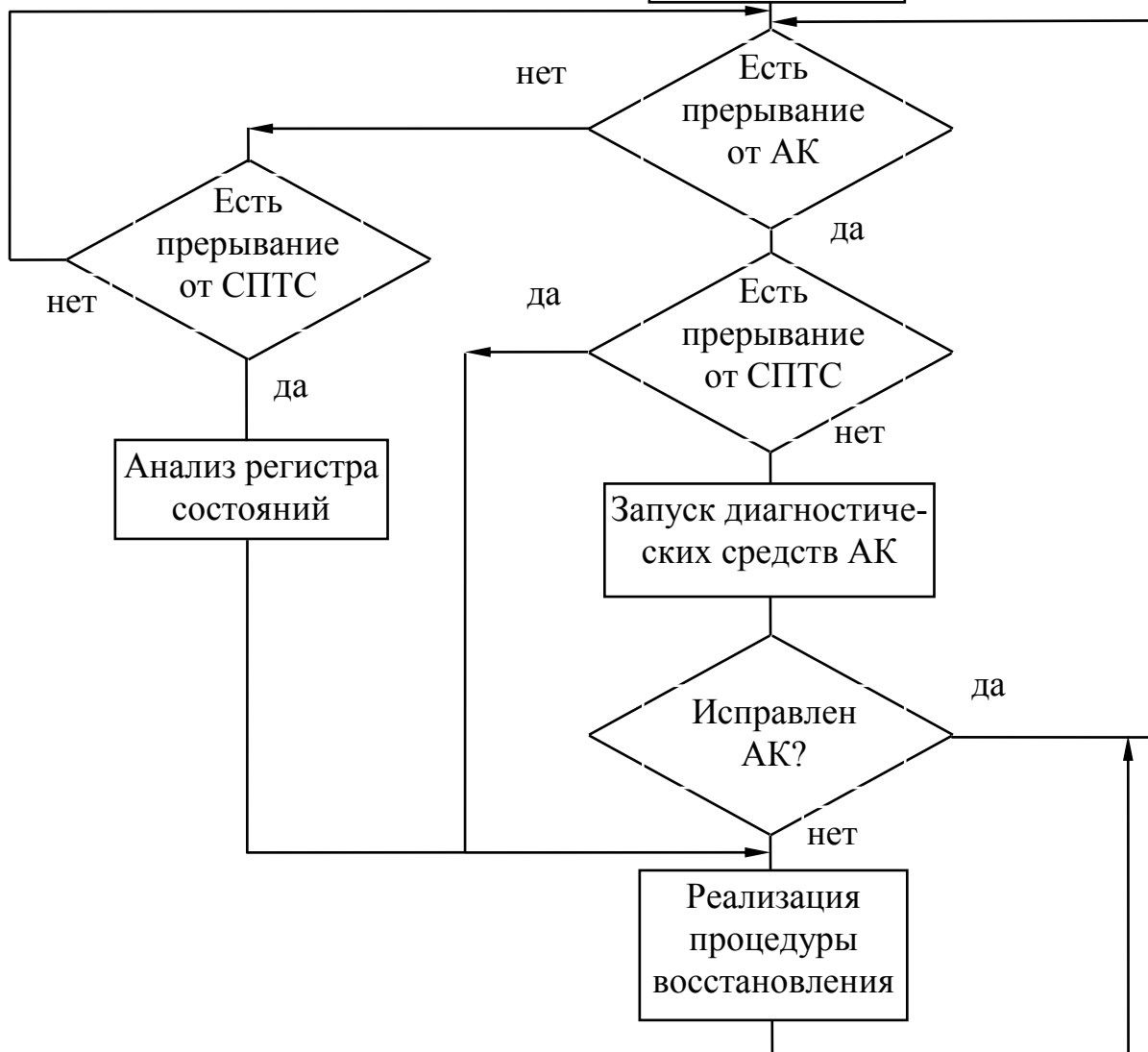


Рисунок 4 - Алгоритм процесса принятия решения о восстановлении

Исследования показали, что получение прогнозируемой информации  $Y_1$  о техническом состоянии средств контроля, блоков и узлов ЭВМ для разработки СПТС возможен путем применения методик оценки и моделей

взаимодействия ЭМИ и ИИ на внутришкафную аппаратуру типовых устройств ЭВМ [5, 6, 7]. Они позволяют учесть большое количество разных факторов, связанных с конструктивными особенностями ЭВМ, и позволяют получить расчетные данные по наводкам на внутришкафном монтаже при различных формах воздействия ЭМИ.

Разбиение пространства признаков воздействий спецфакторов на классы по эффекту воздействия представителей класса на каждый из типовых узлов и блоков позволяет применить схему ситуационного управления вычислительным процессом. Реализация схемы предполагается аппаратно - программными средствами ЭВМ.

Для оценки достоверности функционирования ЭВМ при воздействии спецфакторов, представим все события (когда средства контроля фиксируют истинный результат работы ЭВМ и когда средства контроля истинный результат не отражают) в полную группу событий, описываемую выражением:

$$P_{\text{пр}}(t) + P_{\text{o.o}}(t) + P_{\text{н.o}}(t) + P_{\text{o.н}}(t) = 1, \quad (1)$$

где  $P_{\text{пр}}(t)$  - вероятность правильной работы ЭВМ при воздействии спецфакторов;

$P_{\text{o.o}}(t)$  - вероятность выдачи средствами АК сигнала ошибки при правильной работе узлов и блоков ЭВМ;

$P_{\text{o.н}}(t)$  - вероятность выдачи средствами АК сигнала ошибки при неправильной работе узлов и блоков ЭВМ (вероятность ложного сигнала ошибки);

$P_{\text{н.o}}(t)$  - вероятность невыдачи средствами АК сигнала ошибки при неправильной работе ЭВМ (вероятность пропуска ошибки средствами контроля).

В соответствии с [4] введем показатель достоверности функционирования ЭВМ в условиях сложной помеховой ситуации, где достоверность функционирования ЭВМ есть условная вероятность того, что АК отражает истинный результат функционирования блоков и узлов ЭВМ при условии пропуска ошибки АК или наличия ложного сигнала ошибки на выходе АК, при воздействии спецфакторов.

$$D(t) = P_{\text{пр}}(t) + P_{\text{o.o}}(t) / (P_{\text{пр}}(t) + P_{\text{o.o}}(t) + P_{\text{н.o}}(t) + P_{\text{o.н}}(t)) \quad (2)$$

Учитывая (1), получим

$$D(t) = P_{\text{пр}}(t) + P_{\text{o.o}}(t) \quad (3)$$

или, иначе

$$D(t) = 1 - (P_{\text{н.o}}(t) + P_{\text{o.н}}(t)) \quad (4)$$

При одновременном анализе технического состояния блоков и узлов, как средствами АК, так и СПТС достоверность функционирования ЭВМ будет определяться:

$$D(t) = 1 - (P_{н.о}(t) + P_{о.н}(t))P_{сптс}, \quad (5)$$

где  $P_{сптс}$  - вероятность выдачи СПТС ошибочной информации о техническом состоянии блоков и узлов ЭВМ. В связи с тем, что СПТС предлагается включить в состав системы восстановления (СВ), то можно значительно сократить длину линий связи, а значит, и снизить вероятность выдачи ошибочной информации о техническом состоянии блоков и узлов СПТС из-за воздействия на механизм.

Таким образом, предлагается способ повышения достоверности ЭВМ, функционирующей в условиях воздействия спецфакторов. Он позволяет сократить уровень затрат на организацию защиты вычислительного процесса от воздействия спецфакторов. Применение данного способа предполагает, что воздействие спецфакторов на узлы и блоки ЭВМ не вызывают в них отказов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Журавлев Ю.П., Котелюк Л.А. Надежность и контроль ЭВМ. - М.: Сов. Радио, 1978. - 415 с.
2. Касаткин А.С. Эффективность автоматизированных систем контроля и управления. - М.: Знание, 1987. - 86 с.
3. Палюкова А.П. Устойчивость работы автоматизированных систем контроля и управления. - М.: Энергия, 1976. - 327 с.
4. Щербаков Н.С. Достоверность работы цифровых устройств. - М.: Машиностроение, 1989. - 255 с.
5. Мырова Л.О., Чепиженко А.З. Обеспечение стойкости аппаратуры связи к ИИ и электромагнитным излучениям. - М.: Радио и связь, 1988. - 295 с.
6. Кравченко В.И., Болотов В.А., Летунова Н.И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи. - М.: Радио и связь, 1987. - 255 с.
7. Риккетс Л.У., Бриджес Дж., Майлкетта Дж. Электромагнитный импульс и методы защиты: Пер. с англ./Под ред. Н. Укина. М.: Автоиздат, 1979. - 328 с.