

УДК 519.68

Д.В. Гусев (5 курс, каф. КИТвП), И.В. Горбачев, к.т.н. (НИИ ГТСС).

## СИНХРОНИЗАЦИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ЭВМ

Данная задача возникла в рамках разработки управляющего вычислительного комплекса (УВК) для управления железнодорожной станцией.

Архитектура УВК является трехуровневой. На низшем уровне, называемом устройством сопряжения с объектом (УСО), находятся контроллеры, обеспечивающие выдачу управляющих сигналов на объект и сбор данных о состоянии объекта. На среднем уровне находятся ЭВМ, реализующие алгоритм управления объектом в соответствии с заданными критериями и командами с пульта дежурного, а также выдачу информации о состоянии объекта на пульт дежурного. На высшем уровне находится пульт дежурного, с помощью которого осуществляется контроль управления станцией оператором. Пульт дежурного осуществляет отображение в графическом виде информации о состоянии станции и передачу команд оператора на средний уровень.

Средний уровень, называемый вычислительным ядром УВК (ВЯ УВК), осуществляет управление станцией в соответствии со следующими критериями.

**Безопасность.** Запрещенным является перевод объекта (станции) в опасное состояние, т.е. в состояние, могущее вызвать аварию на станции.

**Надежность.** Интенсивность потока отказов ВЯ УВК не должна превышать 0.00001 1/ч.

**Оперативность.** Выдача управляющих сигналов на объект и сбор данных о состоянии объекта должны производиться не реже, чем каждые 1.2 сек.

Алгоритм управления, разработанный ранее, обеспечивает безопасное управление при условии бессбойной работы ЭВМ среднего уровня, но не гарантирует безопасности в случае сбоя ЭВМ.

В целях обеспечения безопасности и отказоустойчивости ВЯ УВК имеет следующую архитектуру. Имеется сеть из трех ЭВМ, дублирующих друг друга. Управление объектом осуществляется по принципу мажорирования, т.е. управляющая информация перед выдачей на УСО сравнивается и в качестве истинной выбирается управляющая информация, совпавшая у большинства. Кроме того, соединение ЭВМ с УСО осуществляется посредством блока сопряжения и коммутации (БСК), контролирующего работоспособность ЭВМ и могущего отключить сбойную ЭВМ от УСО. Каждая ЭВМ связана с двумя из трех пультов дежурного, каждый пульт дежурного связан с двумя из трех ЭВМ.

Задача синхронизации состоит в том, чтобы выравнять по времени начало цикла каждой машины, иными словами, процесс синхронизации обеспечивает синхронность выполнения программы на всех ЭВМ.

Синхронизация необходима для своевременного обмена управляющей информацией, без которого неосуществим принцип мажорирования. Необходимо синхронное начало обмена управляющей информацией, ибо в противном случае какой-либо машины приведет к затягиванию процесса обмена, в результате чего может нарушиться требование выдачи управляющей информации на УСО не реже раза в секунду.

Результат проекта разработка алгоритма синхронизации с учетом особенностей УВК и соблюдением требований к ВЯ УВК.

Требования.

1. Безопасность.

Требование безопасности к ВЯ УВК означает, что никакой отказ в ВЯ УВК не должен приводить к опасной ситуации. Применительно к синхронизации это означает, что никакой отказ в ВЯ УВК во время процесса синхронизации не должен приводить к опасной ситуации.

2. Надежность.

Это требование означает, что необходимо обеспечить устойчивую работу системы,

обеспечив интенсивность потока отказов (отключений) системы, согласно ТЗ, не более 0.00001 1/ч. Применительно к синхронизации это означает, что отказы отдельных элементов системы – ЭВМ и каналов связи - не должны привести к рассинхронизации ЭВМ.

### 3. Временные ограничения.

Исходя из требований обеспечения длительности цикла работы ВЯ не более 1.2 с и того, что каждый из шагов цикла требует определенных ресурсов времени, необходимо, чтобы процедура синхронизации занимала не более 0.3 с.

### 4. Учет особенностей аппаратной реализации.

Необходимо учесть конфигурацию системы – сеть-кольцо из трех ЭВМ, а также тот факт, что скорость связи составляет не более 115200 бод.

В данной работе рассматриваются существующие подходы к решению задачи синхронизации параллельных процессов: алгоритм Лампорта, алгоритм Кристиана, алгоритм Беркели, децентрализованный алгоритм усреднения. Показано, что наиболее удовлетворяет требованиям задачи алгоритм Лампорта. Показано также, что для обеспечения отказоустойчивости ВЯ алгоритм синхронизации должен решать коллизии, связанные с отказом одной из ЭВМ и отказом одной из связей между ЭВМ (решение коллизии подразумевает успешность синхронизации при подобных сбоях). Рассмотрены также коллизии, связанные с остальными видами сбоев. Авторами будет показано, какие модификации необходимо внести в алгоритм Лампорта для решения данных коллизий.