

Структура прикладного программного обеспечения в Системе Управления комплекса У-70

Е.В. Клименков

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий, Протвино, Россия

Задача Системы Управления (СУ) обслуживания технологической подсистемы (ТП) может быть представлена в виде комбинации из базовых задач [1], соответствующих конкретным участкам ТП, каждая из которых относится к одному из трех типов задач – измерения данных, просмотра данных, управления данными. Разделение задач дает основу для унификации и стандартизации программного обеспечения СУ.

1. Анализ базовых задач СУ

Для хранения и передачи данных в СУ используется распределенная база данных реального времени [2] (БД). Это позволяет разработать структуру программного обеспечения ТП, составленную из прикладных программ, управляемых данными (data driven). Проектирование прикладных программ (ПП) учитывает особенности обслуживаемых задач, работающих с данными управления и измерения – значениями физических и технологических параметров и их описаний [3].

1.1. Задачи управления

Функции задач управления ТП заключаются в формировании физических управляющих параметров, преобразовании их в технологические и передачи технологических параметров в контроллер оборудования (КО) для последующей записи в аппаратуру.

Задачи управления загружаются пользователем только в случае необходимости настройки работы ТП.

Задачи управления выполняются в интерактивном режиме работы пользователя с физическими параметрами. Список таких параметров для данной задачи составляется разработчиком заранее и хранится в таблицах вывода [3], посредством которых пользователь работает с задачей. По правилам СУ, каждый параметр, воздействующий на состояние ТП, может быть включен в качестве управляющего параметра только в одну базовую задачу управления. Однако, этот же параметр может присутствовать в любых других задачах в качестве комментария [3].

1.2. Задачи измерения

Задачи измерения выполняют функции чтения из КО измеренных технологических параметров и преобразования их в физические параметры.

Диагностика процессов управления и измерения, реализуемая ПП в КО, является необходимой для выполнения задач измерения – чтение кодов измерительной аппаратуры из КО проводится только в том случае, если процесс измерения в КО завершился успешно. Диагностическую информацию об управлении и измерении можно рассматривать как разновидность информации об измерении – она также считывается из КО и обрабатывается для вывода пользователю.

Задачи измерения должны выполняться в течение всего сеанса работы ускорительного комплекса. Они работают без диалога с пользователем и используют параметры настройки, которые хранятся в таблицах БД. Редактирование параметров настройки является уже задачей управления.

1.3. Задачи просмотра данных

Просмотр всех данных должен быть доступен для просмотра любому пользователю в любое время.

2. Основные типы прикладных программ

Учитывая свойства базовых задач, программное обеспечение ТП может быть спроектировано как набор ПП, каждая из которых реализует только одну функцию – измерение, управление, просмотр. Это заметно упрощает создание программного обеспечения. Особенности реализации этих функций позволяют специфицировать типы программ.

Функция измерения (диагностики) реализуется одной ПП для всех измеряемых (диагностических) параметров, подготовленных в данном КО, даже если измеряемые параметры относятся к разным физическим задачам или разным ТП. Это правило позволяет оптимизировать сетевые запросы и соблюдается в том случае, если ТП обслуживается несколькими КО.

Так как каждый управляющий параметр относится только к одной задаче управления [3], то для работы с ней составляется уникальный по содержанию список из всех принадлежащих задаче параметров, алгоритм работы с которыми реализуется одной специально создаваемой для этого ПП, поддерживающей диалоговые функции. Потребность СУ в совместных задачах управления [1], объединяющих несколько базовых задач управления, реализуется совместной работой уже имеющихся ПП.

Функция просмотра данных заключается в периодическом просмотре значений семафоров параметров в паспортных таблицах [3].

Таким образом, ПП, реализующая функцию просмотра данных, может быть единой для всех задач просмотра данных. Кроме того, она может быть использована в качестве головной для пакета управляющих ПП и, наконец, она может работать в смешанной задаче просмотра и управления, список параметров которой содержит как управляемые, так и нередатируемые параметры [3].

Таким образом, СУ имеет следующие основные типы ПП, сопоставляемые трем типам базовых задач СУ (рис.1):

- Супервизор – постоянно работающая измерительно-диагностическая ПП.
- Master-программа – головная программа пакета ПП, а также ПП для задач просмотра параметров и для простых задач управления, в которых требуется только редактирование физических параметров.
- Slave-программа – ПП, обеспечивающая работу базовой задачи управления.

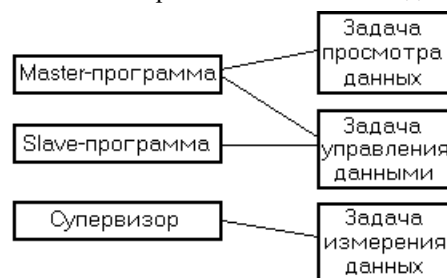


Рисунок 1

2.1. Супервизоры

Каждый Супервизор предназначен для работы только с одним КО. Таким образом, это широко распространенный в СУ тип ПП и для них разработан типичный алгоритм, схема которого приведена на рис.2.

Программно Супервизор организован в виде класса. Класс включает унифицированные для всех Супервизоров функции (светлые участки на схеме) и пустые виртуальные функции (серые участки). Виртуальные функции переопределяются в каждой реальной ПП для решения конкретной задачи измерения. Использование готового класса обеспечивает быстрое и качественное создание Супервизоров.

Если задача заключается только в диагностике программно-аппаратного комплекса какой-либо ТП, то в качестве диагностической ПП используется стандартный в СУ Супервизор – универсальная программа, созданная без переопределения виртуальных функций.

2.2. Master-программа

Master-программа является универсальной, существует в единственном экземпляре и призвана покрыть около 50% потребностей СУ в прикладном программном обеспечении.

Основная часть алгоритма Master-программы реализует все правила СУ взаимодействия прикладных программ на Рабочих Станциях, т.е. правила работы с семафорами параметров и семафорами списков параметров. Это обеспечивает ее работу в качестве головной программы любого пакета ПП, а также в любой задаче просмотра данных в качестве следящей ПП. Таким образом, основной алгоритм Master-программы обеспечивает ее вызов почти во всех конечных пунктах диалогового меню СУ, кроме нескольких специальных.

Однако алгоритм Master-программы имеет существенное дополнение – он включает правила СУ для работы со значениями физических параметров. Это позволяет непосредственно использовать Master-программу в задачах редактирования физических параметров, даже для ТП, поддерживающих PPM (Puls to Puls Modulation) – возможность нескольких независимых режимов работы. Такие задачи существуют в СУ

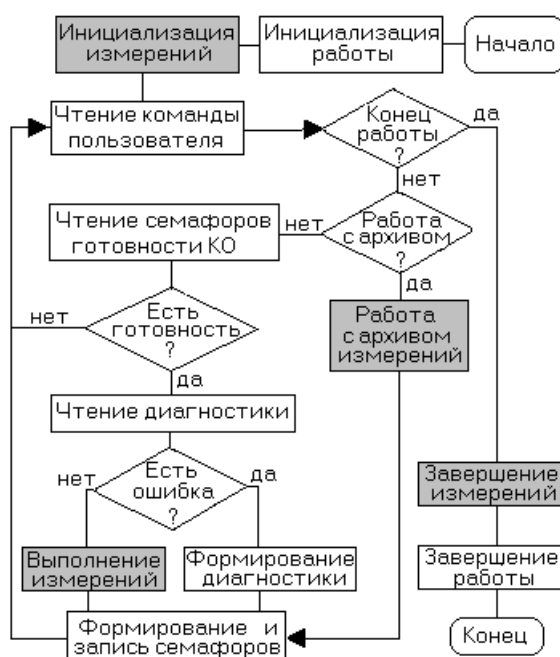


Рисунок 2

для каждой ТП – это установка различного рода коэффициентов, участвующих в алгоритмах ПП, настройка конфигурации ТП для разных режимов работы и т.д.

Универсальные свойства Master-программы обеспечиваются настройкой ее алгоритма посредством параметров, передаваемых Master-программе при ее загрузке - координаты задачи и наличие Slave-программ. Координаты задачи в описании задач СУ позволяют определить списки физических и технологических параметров, а из списков определить типы параметров (измеряемые и т.д.). Наличие Slave-программ означает, что требуется анализировать лишь семафоры параметров, а со значениями параметров работают другие ПП.

2.2.1. Специальные ПП на основе Master-программы

Организация Master-программы такова, что ее процедуры можно использовать в других ПП, которые реализуют специальные алгоритмы работы с параметрами и работают без пакета ПП.

Это свойство, а также все возможности алгоритма Master-программы в полной мере применены в двух специальных ПП, многократно используемых в стандартных задачах СУ [1]:

- копирование значений физических параметров из таблиц данных для одного режима работы любой ТП в таблицы данных для другого режима работы этой же ТП;
- управление работой всех Супервизоров СУ как в интерактивном, так и в автоматическом режиме.

2.3. Slave-программы

Slave-программа – это самый массовый тип ПП в СУ, обслуживающих все участки управления всех ТП. Slave-программа основана на использовании класса, специально разработанного для создания управляющих ПП, работающих в пакете. Класс реализует стандартный алгоритм Slave-программы, приведенный на рис.3. Использование готового класса обеспечивает быстрое и качественное создание ПП.

Класс включает унифицированные для Slave-программ функции (светлые участки на схеме), которые используют объекты работы со значениями физических и технологических параметров и их описаниями [3].

Виртуальные функции класса (серые участки на схеме) предназначены для реализации, собственно, конкретного алгоритма работы с управляющими параметрами. Виртуальные функции переопределяются в каждой ПП, делая ее уникальной в СУ.

Существует возможность оптимизации прикладного программного обеспечения ТП. Многие ТП имеют участки с одинаковым или почти одинаковым алгоритмом управления. Это позволяет использовать одну ПП для всех таких участков. Если ТП поддерживает возможность работы в нескольких режимах работы, то одна и та же ПП используется в соответствующих участках для каждого режима. Например, несколько управляющих ПП в подсистеме коррекции магнитного поля основного ускорителя У-70 используется в 144 базовых задачах управления, аналогичные ПП для кольцевого инжектора У-1.5 – в 160.

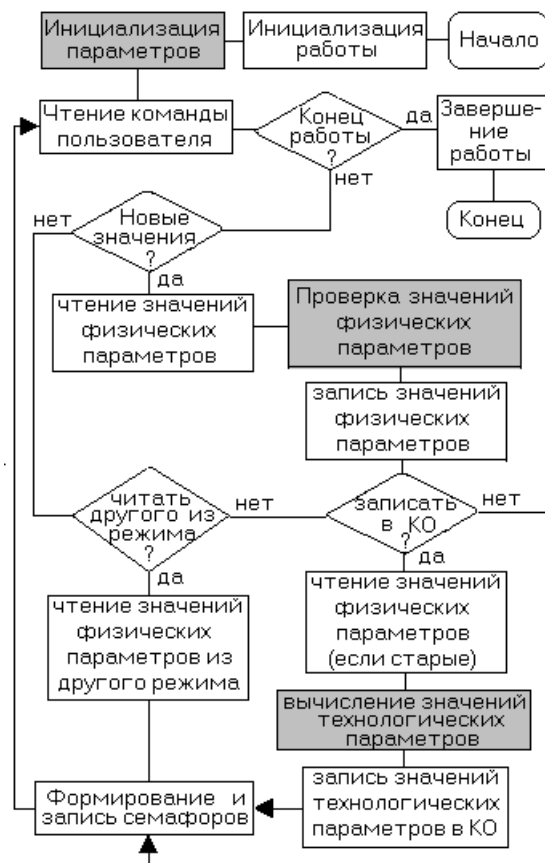


Рисунок 3

3. Правила взаимодействия ПП в СУ

Взаимодействие Супервизоров и ПП, работающих в КО, рассмотрено в [5]. Взаимодействие ПП, работающих на Рабочих Станциях, – Диалоговой программы, Master, Slave, Супервизоров – основано на правилах работы с семафорами параметров и списков параметров.

Каждому параметру СУ сопоставлено два семафора [3], включенных в описание параметра, – для передачи пользователю сообщения от ПП об обновлении значений параметра (семафор 1) и для передачи команды пользователя для ПП (семафор 2).

Списки параметров для вывода содержат три семафора [3]: для передачи пользователю сообщения от ПП об обновлении значений не редактируемых и управляющих параметров в списке (семафоры 1, 2) и для передачи команды пользователя для ПП (семафор 3). Не редактируемыми параметрами в списке могут быть управляющие и измеренные технологические, измеренные физические и комментарии.

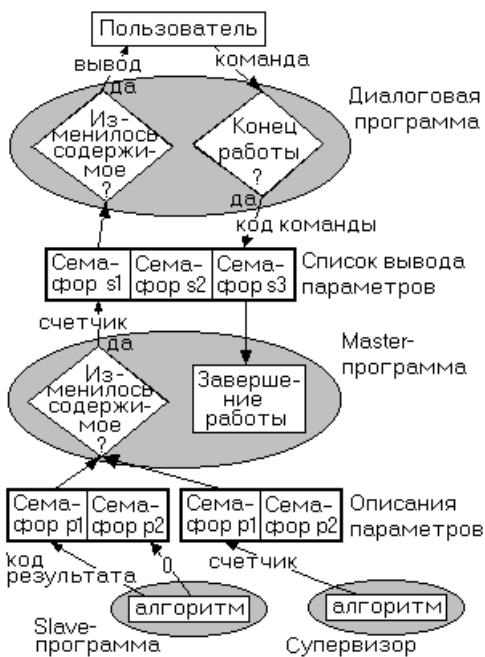


Рисунок 4

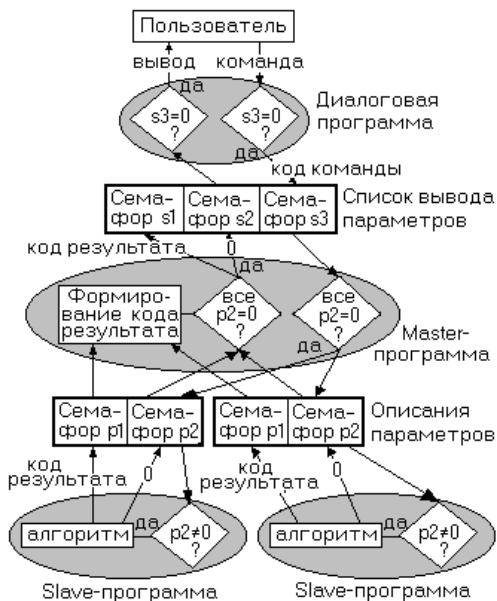


Рисунок 5

3.1. Взаимодействие в задаче просмотра данных

Диалоговая программа может прислать Master-программе единственную команду пользователя – закончить работу (рис.4). Вывод данных Диалоговая программа производит в том случае, если изменилось значение семафора 1 списка параметров.

Этот семафор формирует Master-программа, инкрементируя свой внутрипрограммный счетчик в случае, если изменилось значение семафора 1 хотя бы в одном описании параметра (есть новые значения). Эти семафоры записывают ПП, указывая на изменение значений соответствующих параметров.

3.2. Взаимодействие в задаче управления данными

Диалоговая программа может принять от пользователя команду в том случае (рис.5), если пакет ПП выполнил предыдущую команду – семафор 3 списка параметров обнулел.

Master-программа также проверяет выполнение предыдущей команды всеми Slave-программами – семафоры 2 в описаниях всех параметров должны быть обнулены.

Slave-программы выполняют команду пользователя, код которой записан в семафорах 2 описаний их параметров, и код результата записывают в семафор 1 с одновременным обнулением семафора 2.

3.3. Взаимодействие в смешанной задаче управления данными и измерения данных

Если список параметров задачи включает управляемые и не-редактируемые параметры, то Диалоговая программа и Master учитывают одновременно правила взаимодействия задач управления данными и просмотра данных.

Заключение

Библиотеки классов основных типов ПП обеспечивают создание в короткие сроки надежно работающих ПП. В настоящее время СУ имеет 14 Супервизоров, 52 Slave-программы, одну Master-программу, которая вызывается в 2691 из 3073 задач СУ (58% всех вызовов ПП), две ПП, основанные на Master-программе, которые вызываются в 96 задачах для различных ТП.

Список литературы

[1] Клименков Е.В. Организация задач контроля и управления в Системе Управления комплекса У-70. (Настоящее совещание.)

[2] Воеводин В.П. ССУДА – Специализированная Система Управления распределенными Данными реального времени. — Труды XVI Совещания по ускорителям заряженных частиц, Протвино, 1999, т.1, стр.135.

[3] Воеводин В.П., Клименков Е.В. Описания основных объектов Системы Управления комплекса У-70. (Настоящее совещание.)

[4] Воеводин В.П., Кузьменко В.Г., Щербаков С.Е. Пользовательский интерфейс в новой системе управления ускорительного комплекса У-70. — Труды XVI Совещания по ускорителям заряженных частиц, Протвино, 1999, т.1, стр.141.

[5] Балакин С.И., Клименков Е.В. Первичная диагностика в Системе Управления комплекса У-70. (Настоящее совещание.)