

УДК 520.88

**КОМПЛЕКС УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ  
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ДИАЛоговом РЕЖИМЕ**

**А. Ф. Назаренко**

Описан комплекс управляющих программ, на базе которого в САО АН СССР создан ряд диалоговых автоматизированных систем обработки астрофизических данных.

A complex of control programs is described. Based on this complex a set of dialogue automatized systems for astrophysical data processing is formed in SAO USSR AS.

Получение научных данных на современных экспериментальных установках связано с решением комплекса сложных методических, технических, математических и т. п. проблем. Поэтому в настоящее время ни одна из таких экспериментальных установок не обходится без средств вычислительной техники. Важным при этом является создание программного обеспечения, адекватно отражающего суть исследуемых физических процессов (Тихонов, 1987) и в то же время достаточно доступного для пользователей — экспериментаторов, неспециалистов по программированию.

С этой целью, в качестве программного обеспечения экспериментальных установок, а также для решения вычислительных задач, часто используются диалоговые системы, позволяющие в интерактивном режиме вести накопление и обработку полученных данных (см. Борисов и Эрнандес-Пилото, 1985, с библиографией).

В САО АН СССР создано и эксплуатируется множество установок с применением вычислительной техники, обеспечивающих проведение астрофизических исследований. Обработка получаемых данных выполняется как в реальном времени, так и после наблюдений. Программное обеспечение астрофизического эксперимента, как правило, состоит из пакета прикладных программ, управляемого с помощью какой-либо инструментальной системы (Витковский и др., 1985; Ерухимов и Черненко, 1987; Драбек и др., 1986; Сомов, 1986; Назаренко и Шергин, 1985а).

Описываемый комплекс управляющих программ является инструментальной системой, предназначенной для создания автоматизированных систем регистрации и обработки данных с различных экспериментальных установок. Функциональным наполнением таких систем являются пакеты прикладных программ для решения задач конкретного астрофизического эксперимента.

Комплекс управляющих программ представляет собой интеллектуальный интерфейс между специализированным программным обеспечением и пользователем — специалистом в своей предметной области, имеющим минимальные навыки в работе с

вычислительной техникой. Автоматизированные системы, построенные на базе этого комплекса программ, позволяют управлять в диалоговом режиме ходом эксперимента и вычислительным процессом посредством фраз, приближающихся к русскому языку, и в терминах той предметной области, в которой выполняется работа. В случае какого-либо затруднения пользователь имеет возможность получить подсказку. Обработку однотипных данных можно выполнять в автоматическом режиме.

В настоящее время на базе комплекса управляющих программ уже эксплуатируются или готовятся к эксплуатации следующие системы:

- автоматизированная система обработки прямолинейных звездных спектров с мало изменяющейся дисперсией (система "Спектр") (Назаренко и Шергин, 1987);
- автоматизированная система обработки криволинейных спектров с сильно изменяющейся дисперсией (система "Спектр") (Назаренко и др., 1985б);
- автоматизированная система регистрации и обработки данных полевого электрофотометра БТА (система "Фотон") (Неизвестный и Назаренко, 1987);
- автоматизированная система регистрации и обработки данных магнитометра БТА (Назаренко и Найденов, 1985; Назаренко и Штоль, 1986).

Комплекс управляющих программ состоит из двух частей: программ постоянной части и программ переменной части.

Программы постоянной части выполняют следующие функции: ведение каталогов наблюдаемых или обрабатываемых небесных объектов, поддержку диалогового и пакетного режимов, обеспечение обращения к программам из пакета предметной области, ведение простейшей базы данных.

Переменная часть представляет собой набор нескольких таблиц, устанавливающих соответствие между физическим и логическим уровнями системы.

Для создания конкретной автоматизированной системы необходимо выполнить функциональное наполнение комплекса управляющих программ соответствующим пакетом из предметной области.

При работе вышеуказанных автоматизированных систем комплекс управляющих программ находится в резидентной области задачи, а вызываемые программы из пакета загружаются в область перекрытий.

Управление такими системами осуществляется с помощью двух типов команд: системных и технологических.

Системные команды предназначены для выполнения действий над объектом или серией объектов в целом, как то: регистрация в системе нового объекта для наблюдения или обработки, удаление объекта из системы, печать зарегистрированных в системе объектов, тестирование комплекса технических средств, с которыми работает система, настройка системы на обработку какого-либо объекта. Выполнение этих операций реализуется комплексом управляющих программ.

Технологические команды предназначены для выполнения технологических операций по обработке данных конкретного объекта, на который система настроена системной командой. Выполнение технологических операций должно обеспечиваться программами предметного пакета.

Комплекс управляющих программ можно легко модифицировать, исходя из конкретных технических заданий на разработку автоматизированных систем для научных исследований.

Рассмотрим работу комплекса на примере автоматизированных систем "Спектр" и

"Фотон".

В табл. 1 приведено извлечение из системных и технологических команд автоматизированных систем "Спектр" и "Фотон".

Таблица 1

	Система "Спектр"	Система "Фотон"
Системные команды	СЕРИЯ [буква]	НОМЕР НОЧИ [3 цифры]
	НАЧАТЬ ОБРАБОТКУ [имя объекта]	НАБЛЮДЕНИЕ [имя объекта]
	ПРОДОЛЖИТЬ ОБРАБОТКУ [имя объекта] [технологическая команда]	ОБРАБОТКА [имя объекта] [технологическая команда]
	ВЫВЕСТИ КАТАЛОГ ОБЪЕКТОВ на [имя устройства]	ВЫВЕСТИ КАТАЛОГ ОБЪЕКТОВ
	" " " " "	ТЕСТИРОВАНИЕ
	" " " " "	НОРМИРОВКА ПО ФОНУ
	" " " " "	" " " " "
Технологические команды	ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ КРИВОЙ	СТАТИСТИЧЕСКАЯ ЭКСТИНКЦИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
	ПЕРЕВОД В ИНТЕНСИВНОСТИ	ФОНА ЯРКОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
	ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ СПЕКТРА СРАВНЕНИЯ	ВЫВОД НА [имя устройства]
	ЛИНЕАРИЗАЦИЯ СПЕКТРА	[имя файла]
	ПЕРЕВОД В ОСТАТОЧНЫЕ ИНТЕНСИВН.	ВОЗВРАТ НА СИСТЕМНУЮ КОМАНДУ
	СЛОЖЕНИЕ СПЕКТРОВ	" " " " "
	ВВОД С [имя устройства] [имя файла]	" " " " "
	" " " " "	" " " " "
Информационные файлы	СПЕКТР ОБЪЕКТА В ПЛОТНОСТЯХ	ПРОТОКОЛ НОЧИ
	СПЕКТР ОБЪЕКТА В ИНТЕНСИВНОСТЯХ	МАНДАТ ОБЪЕКТА
	СПЕКТР СРАВНЕНИЯ	НОРМИРОВОЧНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ
	ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКАЯ КРИВАЯ	ПОТОК ОТ ОБЪЕКТА
	ДИСПЕРСИОННАЯ КРИВАЯ	ТЕМНОВОЙ ПОТОК
	ЛИНЕАРИЗОВАННЫЙ СПЕКТР	ПОТОК ОТ СТАНДАРТА
	ОСТАТОЧНЫЕ ИНТЕНСИВНОСТИ	РЕЗУЛЬТАТ СТАТ. ОБРАБОТКИ
	КОНТИНУУМ	ЭКСТИНКЦИЯ
	" " " " "	" " " " "
Устройства ввода - вывода	МАГНИТНЫЙ ДИСК	МАГНИТНЫЙ ДИСК
	МАГНИТНАЯ ЛЕНТА	МАГНИТНАЯ ЛЕНТА
	ПЕРФОЛЕНТА	ПЕРФОЛЕНТА
	ГРАФОПОСТРОИТЕЛЬ	ТЕРМИНАЛ
	ЕС-ЭВМ	
	ВИДЕОКОНТРОЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО	
" " " " "	" " " " "	

При запуске каждой из систем они запрашивают у пользователя информацию, которая служит для входа в соответствующий каталог наблюдаемых или обрабатываемых объектов. Для системы "Спектр" это код серии. В одну серию

можно объединить объекты, сходные по какому-либо критерию, определенному пользователем. Например, по типу наблюдаемых объектов, дате наблюдений, имени пользователя и т. п. В системе "Фотон" это номер наблюдательной ночи. Вся дальнейшая работа систем будет возможна лишь с объектами, объединенными в одну серию или одну наблюдательную ночь. В конечном счете эта информация служит для формирования имен файлов, с которыми будет работать система.

Ядром системы является диспетчер, который находится либо в состоянии ожидания ввода пользователем системной или технологической команды, либо в состоянии обращения к соответствующей исполнительной программе. Системные команды являются командами первого уровня, и из любой из них можно организовать обращение к технологическим командам – командам второго уровня.

Регистрация в названных системах каждого нового объекта происходит по командам "начать обработку" и "наблюдение". Пользователем должны быть введены реквизиты регистрируемых объектов в символьном формате. Состав этих реквизитов – их название и длина – задаются в специальной таблице переменной части комплекса управляющих программ. Для системы "Спектр" это: имя объекта, дата, дисперсия; для системы "Фотон" это: имя объекта, номер наблюдения. Базовое имя файлов объекта формируется комплексом управляющих программ автоматически и предназначено для установки соответствия между объектом (логическим уровнем) и принадлежащими ему данными на магнитном диске (физическим уровнем).

В приведенных примерах выход на технологические команды осуществляется по системной команде "ОБРАБОТКА". При этом надо указать объект (из уже зарегистрированных в системе), который пользователь желает обработать. Далее выполняется обработка этого объекта с использованием технологических команд. Возврат из состояния работы с технологическими командами в состояние работы с системными командами происходит по команде "ВОЗВРАТ НА СИСТЕМНУЮ КОМАНДУ".

Выполнение каждой технологической команды обеспечивается соответствующей прикладной программой из функционального наполнения системы. Все передачи данных между прикладными программами выполняются только через информационные файлы на магнитном диске с использованием комплекса управляющих программ. Существенным является то, что каждая технологическая программа знает, из каких файлов она должна взять данные и куда поместить. Поэтому технологические команды, как правило, не имеют аргументов. В случае сбоя достаточно повторить выполнение обработки, начиная со сбойного этапа.

Для обмена данными с внешней средой каждая прикладная программа пользуется услугами комплекса управляющих программ. Каждой прикладной программе из функционального наполнения систем предоставляется три типа возможностей пользования базой данных на магнитном диске.

1) Обратившись к комплексу управляющих программ, прикладная программа может получить полное имя файла требуемых данных и использовать его в операторах ввода-вывода Фортрана.

2) Осуществить за одно обращение ввод или вывод всего файла данных, расположенного в буфере программы.

3) Имеется возможность определить требуемый файл на диске как массив нескольких размерностей и обращаться к элементам этого файла по списку индексов как к элементам массива (Шергин, 1985).

Имеются также средства, позволяющие прикладным программам в отдельных случаях обращаться к данным не текущего, а других объектов (например, при выполнении команды "СЛОЖЕНИЕ СПЕКТРОВ").

Для ввода-вывода данных на системном уровне предназначены команды пользователя "ВВОД С" и "ВЫВОД НА". В качестве параметров этих команд необходимо указать имя устройства и имя вводимого (выводимого) файла. Все имена команд, устройств и файлов соответствуют их названиям. Пример команд: "ВВОД С МАГНИТНОЙ ЛЕНТЫ, СПЕКТР ОБЪЕКТА В ПЛОТНОСТЯХ", или "ВЫВОД НА, ТЕРМИНАЛ, НОРМИРОВОЧНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ". Действия, выполняемые системой по этим командам, очевидны.

Несмотря на то, что команды системы представляют собой целые фразы, организация системного диалога посредством комплекса управляющих программ такова, что позволяет ввести всю команду лишь несколькими нажатиями клавиш терминала. Предусмотрена следующая процедура выбора из "меню" в форме диалога: пользователь начинает набирать команду на клавиатуре пульта. Система осуществляет семантический анализ каждого вводимого символа и в том случае, если после очередного введенного символа команда идентифицируется однозначно – система приступает к ее выполнению. Если после очередного введенного символа в "меню" остаются коды, у которых следующий символ одинаков, то его вводить не надо, – он воспримется системой автоматически и выведется на экран терминала. Так, например, для команды "ВЫВОД НА", "ГРАФОПОСТРОИТЕЛЬ", "ОСТАТОЧНЫЕ ИНТЕНСИВНОСТИ" достаточно ввести с терминала лишь символы, выделенные курсивом, остальные символы система выведет на терминал автоматически и приступит к выполнению команды.

В комплексе управляющих программ имеются следующие "меню": системные команды, технологические команды, названия устройств ввода-вывода, имена информационных файлов. В прикладных программах возможно создание собственных "меню", обслуживание которых будет выполняться комплексом.

Об ожидании технологической команды система информирует пользователя выводом на экран стрелки: =>, об ожидании системной команды – выводом двойной стрелки: ==>.

На любом этапе управления системой пользователь может обратиться к ней за подсказкой. Для этого он должен набрать на клавиатуре терминала знак вопроса "?". В ответ система выведет на экран полный перечень допустимых ответов. Например, набрав знак "?" после команды "ВВОД С", система перечислит на экране терминала: "ПЕРФОЛЕНТЫ", "МАГНИТНОЙ ЛЕНТЫ", "ТЕРМИНАЛА" и т. п., то есть названия тех устройств или носителей, с которых возможен ввод данных в систему.

В то же время, если пользователь ошибся и выбрал символ, который не входит в "меню", то система сама выдаст на экран знак вопроса и будет ждать ввода правильного кода.

При разработке любой технологической программы можно воспользоваться средствами ведения диалога, принадлежащими комплексу управляющих программ, или своими собственными.

В автоматизированных системах обработки спектров часто приходится обрабатывать серии спектров, объединенных какими-либо общими признаками: например, фотоматериалом и условиями его проявления, каталогом линий спектра

сравнения и т. п. В таких случаях системы, созданные на основе описываемого комплекса управляющих программ, позволяют назначить один объект базовым (он выделяется среди остальных своим именем) и занести в него информационные файлы, являющиеся общими для всей серии спектров. В данном примере это файлы "ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКАЯ КРИВАЯ" и "КАТАЛОГ ЛИНИИ СПЕКТРА СРАВНЕНИЯ". При обработке конкретного спектра этой серии система попытается использовать файлы, принадлежащие только текущему объекту, но если какой-либо файл не будет обнаружен, то она использует соответствующий файл базового объекта, выдав предупреждающее сообщение. Тем самым экономится место на магнитном диске под информационные файлы и время на их ввод.

Всякую последовательность фраз системного диалога с любой точки и до любой точки комплекс управляющих программ может запомнить, а затем выполнить по требованию пользователя. Зафиксировав таким образом последовательность обработки одного объекта, можно, изменяя лишь имена объектов, выполнить их обработку в автоматическом режиме.

Комплекс управляющих программ написан на языках Ассемблер и Фортран и эксплуатируется в САО АН СССР на ЭВМ типа СМ-4 в операционных средах ДОС (с 1983 г.), РАФОС (с 1986 г.) и NTS (с 1988 г.).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Борисов В. М., Эрнандес-Пилото Э.: 1985, Вестн. Моск. ун-та, Сер. 15, Вычислительная математика и кибернетика, № 3, С. 67-71.
- Витковский В. В., Ерухимов Б. Л., Моносов М. Л., Черненко В. Н.: 1985, Радиоастрономическая аппаратура, XVIII Всесоюз. радиоастрон. конф., Тез. докл. Ереван.
- Драбек С. В., Копылов И. М., Сомов Н. Н., Сомова Т.А.: 1986, Астрофиз. исслед. (Изв. САО), 22, С. 64-72.
- Ерухимов Б. Л., Черненко В. Н.: 1987, Астрофиз. исслед. (Изв. САО), 24, С. 183-190.
- Назаренко И. И., Шергин В. С.: 1985а, Астрофиз. исслед. (Изв. САО), 19, С. 109-114.
- Назаренко А. Ф., Назаренко И. И., Шергин В. С., Калявинова А. Н.: 1985б, Научно-технический отчет Лаборатории автоматизированных систем обработки данных БТА по теме: Разработка автоматических лабораторных средств обработки астрофизической информации. САО АН СССР, № 120.
- Назаренко А. Ф., Найденов И.Д.: 1985, Научно-технический отчет САО АН СССР, № 121.
- Назаренко А. Ф., Штоль В. Г.: 1986, Научно-технический отчет САО АН СССР, № 124.
- Назаренко А. Ф., Шергин В. С.: 1987, Научно-технический отчет Лаборатории информатики по теме: Разработка автоматизированных лабораторных средств обработки астрофизической информации САО АН СССР.
- Неизвестный С. И., Назаренко А. Ф.: 1987, Научно-технический отчет Лаборатории внегалактических исследований и релятивистской астрофизики и Лаборатории информатики по теме: Разработка автоматических лабораторных

средств обработки астрофизической информации, САО АН СССР, № 137.  
Сомов Н. Н.: 1986, Астрофиз. исслед. (Изв. САО), 22, С. 73-76.  
Тихонов А. Н.: 1987, В кн.: Наука и человечество. М.: Знание, С. 282-289.  
Шергин В. В.: 1985, Научно-технический отчет САО АН СССР по теме:  
Автоматизация радиоастрономического эксперимента.

Поступила в редакцию  
10 марта 1989 г.