

УДК 681.3.015

Система автоматизации разработки целевых диалоговых систем аналитических приборов. Мухина Л.А., Павлюк О.В., Россиков В.В. // Научное приборостроение. Л.: Наука, 1988, с. 28

Рассматриваются структура, принципы построения и основные характеристики системы ДИАНА, обеспечивающей автоматизированную разработку целевых диалоговых систем для аналитических приборов. Лит. - 6 назв., ил. - 2.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ ЦЕЛЕВЫХ ДИАЛОГОВЫХ СИСТЕМ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Успешный опыт применения диалоговых систем (ДС) доказал их эффективность при решении самых разнообразных задач. Однако высокая стоимость создания ДС породила проблему автоматизации их разработки, поскольку массовый выпуск ДС не может быть обеспечен путем разработки множества узкоспециализированных, оригинальных систем. Осознание этой проблемы привело разработчиков к необходимости реализации универсальных, адаптируемых ДС, а также систем автоматизации разработки (САР) проблемно-ориентированных ДС. Однако создание таких САР оказалось далеко не тривиальной задачей.

Несмотря на малочисленность и внешнее разнообразие описанных в литературе САР ДС, их анализ позволяет сделать вывод о том, что большинство САР ДС базируется на двух основных подходах: генерации или компиляции получаемых с их помощью целевых ДС [1].

В первом случае, при генерации целевых ДС, исходной информацией для САР является сценарий диалога, описанный с помощью принятого в данной системе аппарата. Сначала сценарий транслируется, возможно с использованием специальных инструментальных средств, в текст монитора целевой ДС на данном языке программирования, а затем переводится в рабочую (объектную) программу с помощью стандартных компиляторов используемой операционной системы. Процесс генерации сопровождается выдачей текстовой документации на программу, инструкцией по эксплуатации и списком сообщений. Сценарий встроен непосредственно в программу монитора, выполняющего все функции, требуемые для ведения диалога и обеспечения интерфейса с прикладными программами (ПП). Сами ПП создаются отдельно и включаются на уровне вызовов в описание монитора или описываются и генерируются совместно с ним.

При компилятивном способе формирование целевой ДС осуществляется путем ее сборки из набора типовых функциональных модулей некоторой базовой ДС. Это могут быть модули монитора, анализатора и интерпретатора языка, выдачи справочной ин-

формации о языке диалога и т.п. Их настройка на требуемый диалог происходит с помощью управляющих таблиц, которые являются результатом трансляции подаваемого на вход системы сценария. Как и при генерации, сценарий предварительно описывается с помощью средств, предоставляемых данной САР. Часть функциональных модулей является универсальной, не зависящей от приложения. Обычно это модули реализации того или иного способа общения с пользователем, протоколирования, глобальной справки, модификации сценария и т.п. Прикладные программы создаются с помощью обычных средств разработки и объединяются с блоками целевой ДС на заключительном этапе компоновки системы. Компиляция сопровождается выдачей текстовой документации, часть которой инвариантна относительно целевой ДС.

Поскольку одной из наиболее характерных черт ДС является их постоянная изменчивость, то и основным режимом работы с САР должен являться режим диалога как наиболее эффективно обеспечивающий процесс создания и корректировки целевых ДС.

Сравнение генерируемых целевых ДС с целевыми ДС, полученными в результате компиляции, позволяет сделать вывод о том, что последние обладают меньшей реактивностью и большей избыточностью модулей. Первое объясняется использованием в них принципа интерпретации сценария, а второе тем, что типовые модули должны обеспечивать работу целевой ДС в достаточно широком диапазоне условий. Кроме того, приспособительные и гностические средства ДС не всегда удается сделать независимыми друг от друга, что также ведет к некоторому увеличению объема соответствующих модулей. Однако в силу большей гибкости, получаемой за счет простоты модификации типовых функциональных модулей базовой ДС, и лучшей сопровождаемости, вытекающей из фактической необходимости сопровождения только базовой ДС, компилятивные САР распространены значительно шире генерационных, тем более что быстрдействие и память современных ЭВМ в основном обеспечивают для получаемых целевых ДС приемлемые характеристики работы. Решающую же роль в доминировании компилятивных САР сыграл фактор лучшей и более легкой модифицируемости создаваемых целевых ДС, позволяющий сильно скомпенсировать негативные для процесса разработки последствия частого изменения требований к ДС со стороны пользователей и проектировщиков системы.

Достаточно показательным в этом отношении является, например, тот факт, что только на заключительном этапе разработки одного из автоматизированных аналитических приборов – встраиваемого Оже-спектрометра – в язык диалога было внесено более трехсот изменений по требованиям потенциальных пользователей, разработчиков ПП и аналитической части прибора.

В настоящей работе рассмотрены структура, принципы построения и основные характеристики САР компилятивного типа, автоматизирующей процесс создания целевых ДС для автоматизированных аналитических приборов и установок.

Основой этой САР служит набор типовых функциональных модулей, образующих базовую ДС.

Базовая ДС

Одним из ключевых вопросов, решаемых при реализации ДС, является вопрос о том, встраивать ли собственные диалоговые функции в проблемное программное обеспечение (ППО) или выделить их в отдельную подсистему.

В описываемой разработке было принято последнее решение как обладающее определенными преимуществами [1], а соответствующая подсистема, обеспечивающая выполнение проблемно-независимых требований, предъявляемых ко всем целевым ДС

рассматриваемого класса и поддерживающая стандартный интерфейс с ППО, названа базовой ДС.

В процессе разработки базовой ДС были решены следующие задачи.

1. Сформулированы и систематизированы основные проблемно-независимые требования, предъявляемые к ДС управления и обработки информации, а также определены следующие способы реализации этих требований [2] :

ориентация ДС на конечного пользователя путем применения метода моделирования ситуаций, адаптируемости диалогового интерфейса к пользователю и организации развитой справочной службы;

обеспечение устойчивости ДС к ошибкам пользователей за счет максимально полного контроля и минимизации объема вводимой информации;

создание условий для оптимальной обратной связи ДС – пользователь;

ведение протокола диалога;

обеспечение самодокументируемости ДС реализацией средств непосредственного хранения и интерактивного просмотра описания ДС и руководства по работе с ней.

2. Выполнена классификация пользователей ДС и на основе анализа области применения целевых ДС – аналитических приборов и многофункциональных установок для научных исследований – определен основной тип пользователей: исследователи с творческим типом деятельности, высоким уровнем мотивации и способностью к самообучению.

3. На основании учета требований, предъявляемых к языку диалога, и рассмотрения ряда возможных языков диалога проведено сравнение этих языков, которое показало, что оптимальным способом взаимодействия исследователей с целевыми ДС рассматриваемого применения является язык директив. Показано, что такие формы диалога, как запрос-ответ и меню, являются производными от директивной формы и, следовательно, могут быть реализованы на ее основе [3] . Разработан стандартный синтаксис языка директив базовой ДС.

4. Проведен анализ возможных моделей [4] и разработана формальная модель базовой ДС [5] , учитывающая такие проблемно-независимые требования к ДС, как ориентация на конечного пользователя за счет предоставления различных типов интерфейса с базовой ДС и наличия аппарата макросов и умолчаний, а также обеспечение устойчивости к ошибкам пользователей и возможность протоколирования работы ДС.

5. Разработан и стандартизован интерфейс базовой ДС с ППО. Основой его служат разделяемая общая область, используемая для хранения необходимой информации о параметрах директив языка диалога, системные процедуры чтения/записи значений параметров в эту область, процедуры вызова и завершения задач ППО и пр. Совокупность системных процедур фактически образует надстройку над операционной системой, позволяющую существенно упростить и унифицировать организацию взаимодействия между прикладными задачами.

Структурная схема базовой ДС, которая в данном случае может рассматриваться как максимально полная по реализации проблемно-независимых функций целевая ДС, представлена на рис.1. Множество функций, которое поддерживает базовая ДС, задается набором системных директив диалога, реализуемых соответствующими модулями базовой ДС. Системные директивы разбиты на следующие группы:

смены типа интерфейса с ДС – директивного (системная директива РД), подсказки (РП) и меню (РМ);

выдачи справочной информации обо всех или только о затребованных параметрах

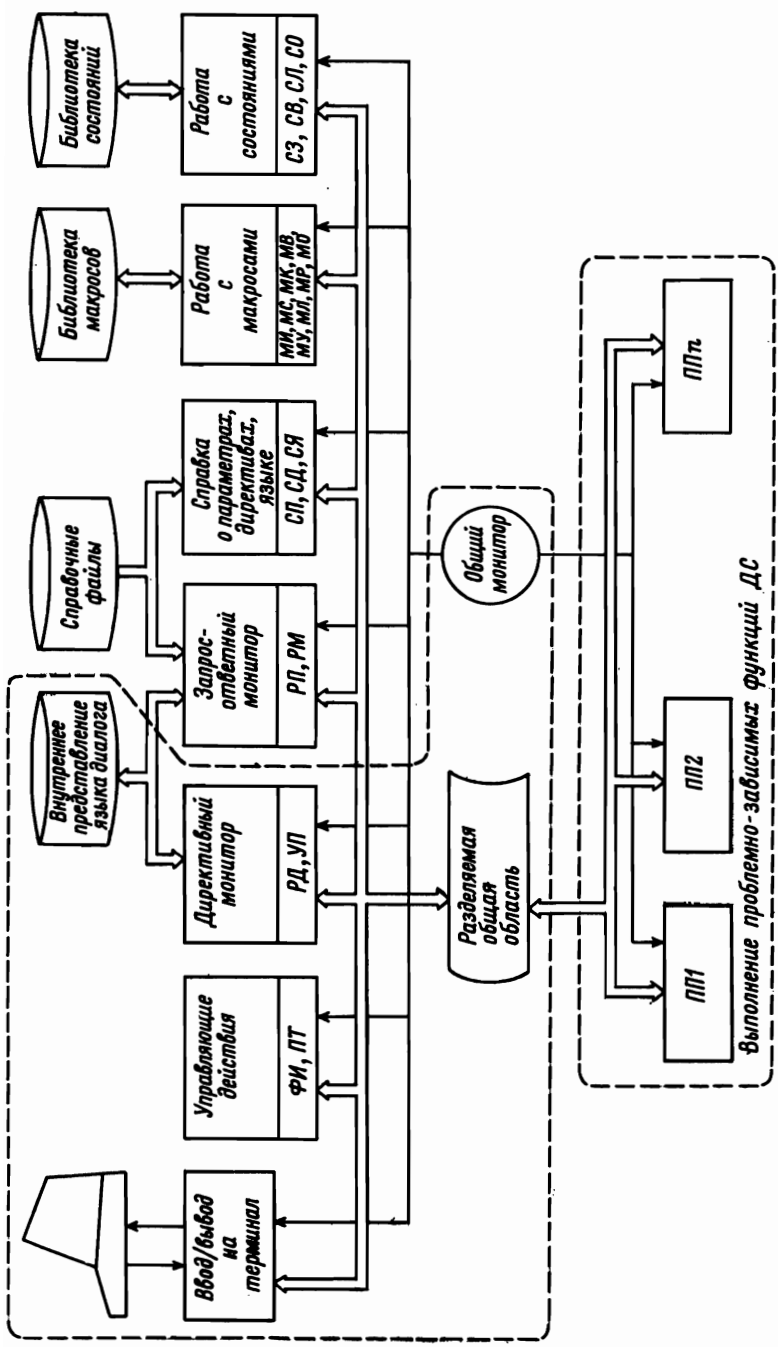


Рис.1. Структурная схема базовой (целевой) ДС

ДС и системы в целом (СП), выдачи информации о директивах, допустимых для выполняемого режима работы ДС* (СД), выдачи описания языка диалога целевой ДС (СЯ). Справка о языке организована в виде иерархического меню с удобными средствами прямого и обратного просмотра информации;

работы с макросами, обеспечивающими фиксацию начала формирования макроса (запоминания вводимых пользователем директив) с выполнением вводимых команд или без него (МН, МС), завершение формирования макроса (МК), запуск макроса на автоматическое выполнение (МВ), укорочение макроса на последнюю директиву или его ликвидацию (МУ, МЛ), распечатку макроса (МР) и вывод оглавления макроса (МО) – списка имен имеющихся в системе макросов;

работы с состояниями – состояние запомнить, вызвать, ликвидировать, распечатать оглавление состояний (СЗ, СВ, СЛ, СО соответственно). Здесь под состоянием понимается совокупность текущих значений всех параметров ДС, индивидуальный набор умолчаний, сформированный пользователем к данному моменту, а также библиотека макросов. Это средство позволяет каждому пользователю хранить индивидуальный "слепок" целевой ДС и работать со своим "экземпляром" системы;

установки значения любого из параметров общей области и выхода из ДС (УП и ФИ соответственно);

установки/сброса режима подтверждения. В этом режиме от пользователя требуется дополнительное подтверждение на исполнение каждой директивы. В случае отказа от подтверждения директива не исполняется. При выполнении макроса в режиме подтверждения пользователю предоставляются средства отказа от предъявляемой директивы, замены ее на другую и вставки требуемой директивы. Эти средства не изменяют исходного текста макроса и, таким образом, позволяют иметь типовые шаблоны наиболее часто выполняемых последовательностей действий и отклоняться от них в случае необходимости.

Система автоматизации разработки целевых ДС

Базовая диалоговая система может рассматриваться как дистрибутив программных модулей, выполняющих достаточно представительный и широкий набор функций по организации и реализации режима диалогового общения пользователей с приборами и создаваемыми на их базе исследовательскими установками. Следовательно, на основе этого дистрибутива может быть организован процесс сборки целевых ДС из готовых программных модулей, автоматизированное выполнение которого и реализует рассматриваемая САР. Эта САР, получившая название ДИАНА, позволяет пользователям-непрограммистам выполнять в форме активного диалога с системой сборку и корректировку целевых ДС. При этом обеспечиваются:

интерактивный ввод и коррекция языков диалога целевых ДС;

автоматическая генерация внутреннего представления языков целевых ДС;

расширение и коррекция общей области параметров целевых ДС;

интерактивный ввод и коррекция комментариев к параметрам общей области целевых ДС;

автоматизированная генерация и коррекция справочных файлов целевых ДС;

* Здесь под режимом работы ДС понимается множество рабочих действий, определяющих область применения ДС и связанных между собой функциональной общностью или общими обрабатываемыми данными. Применительно к рассматриваемому классу приборов это обычно законченный эксперимент: регистрация и обработка энергетического спектра, получение профиля образца по глубине и т.п.

автоматическая компоновка программных модулей целевых ДС на машинных носителях;

хранение языков диалога целевых ДС в библиотеке САР.

Исходной информацией для работы системы ДИАНА являются:

перечень режимов работы автоматизированного прибора или установки;

состав директив каждого режима с указанием их мнемокодов и параметров;

перечень параметров директив с указанием их имен, типов и областей допустимых значений;

список дополнительных программно доступных параметров прибора или установки;

набор требуемых системных директив;

содержательная информация о назначении директив и параметров языка диалога.

Результатом является сформированное на внешнем носителе информации (обычно на магнитном диске) ядро программного обеспечения системы автоматизации (ПО СА) прибора или установки, которое содержит целевую ДС и обеспечивает:

общение пользователей с установкой на этом языке диалога;

организацию и автоматическое выполнение на установке типовых планов экспериментов;

организацию функционирования ПО СА как многозадачной программной системы.

Результаты работы могут быть записаны в библиотеку САР ДИАНА, откуда они автоматически извлекаются при последующих модификациях целевой ДС. Кроме того, сформированные в процессе сборки справочные файлы и комментарии к параметрам языка представляют собой непосредственно доступный в процессе функционирования целевой ДС редуцированный вариант документации по работе с ней, который при необходимости может быть распечатан и рассматриваться как описание языка диалога целевой ДС.

Для завершения разработки ПО СА достаточно "подключить" к этому ядру совокупность прикладных программ и других необходимых программных подсистем, разработанных в соответствии с поддерживаемыми базовой ДС соглашениями по программному интерфейсу.

Общая структура САР ДИАНА представлена на рис.2. При работе с САР ДИАНА пользователю поочередно, в перечисленном ниже порядке, выводятся запросы на выполнение действий, реализуемых блоками САР, причем перечень возможностей, предоставляемых каждым блоком, может быть пояснен встроенным в систему справочным аппаратом, который доступен пользователю в любой момент работы.

Входной блок. Связывает все блоки САР с пользовательским диском и терминалом и предлагает общую краткую справку о системе.

Входной библиотечный блок. Позволяет вывести оглавление библиотеки САР и язык диалога, а также считать язык из библиотеки и настроить его на дальнейшую коррекцию.

Блок генерации (коррекции) языка диалога. Генерирует или корректирует язык диалога целевой ДС, считанный во входном библиотечном блоке.

Блок генерации (коррекции) параметров общей области. По описанию языка, введенного или скорректированного в предыдущем блоке, автоматически генерирует разделяемую общую область параметров и позволяет ввести или скорректировать дополнительные параметры этой области.

Блок генерации (коррекции) комментариев к параметрам. Вводит или корректирует комментарии к параметрам общей области.

Блок генерации (коррекции) справочных файлов. Формирует, вводит и корректирует справочные файлы целевой ДС.

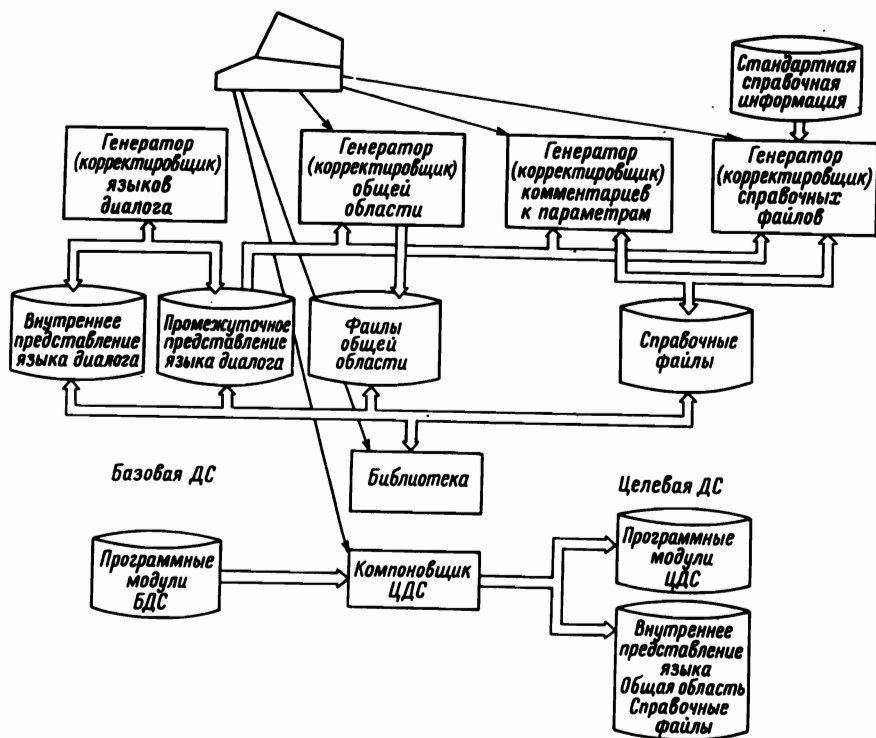


Рис.2. Структура SAP целевых ДС

Выходной библиотечный блок. Предоставляет возможность вывести оглавление библиотеки или языка целевой ДС, удалить или записать текущий вариант языка в библиотеку.

Компоновщик целевой ДС. На основании введенного языка диалога формирует на машинном носителе программные модули и данные, образующие требуемую целевую ДС.

Взаимодействие с SAP осуществляется в режиме запрос-ответ и меню по жесткому сценарию. Выбор данного типа интерфейса обусловлен необходимостью заполнения стандартных структур данных базовой ДС, а также ориентацией комплекса на системных разработчиков целевой ДС, которые в общем случае взаимодействуют с ним эпизодически, по мере необходимости генерации и коррекции целевой ДС. Такой интерфейс позволяет наилучшим образом контролировать информацию, вводимую в SAP ее пользователем. Дополнительным средством, улучшающим комфортность работы с SAP ДИАНА, является справочный аппарат, позволяющий получить подсказку на любой запрос системы введением символа "?".

После выдачи подсказки запрос повторяется. Кроме того, возможность ввода символа "/" в качестве ответа на запросы о вводе элементов языка позволяет выйти из описания этого элемента и вернуться к меню или запросу предыдущего уровня иерархии. На недопустимый ответ система отвечает сообщением об ошибке, и запрос повторяется. В случае синтаксической ошибки при вводе элементов данных также выдается диагностическое сообщение с повторным запросом на ввод.

Система ДИАНА реализована на ЭВМ типа СМ-4 в среде ОС РВ с использованием языков программирования Паскаль, Фортран, Макроассемблер и PLII. Объем

программного обеспечения базовой ДС – 11 тыс. строк исходного кода, остальных подсистем – 9 тыс. строк. Система позволяет получать целевые ДС, функционирующие на ЭВМ типа СМ-4 или СМ-3. При этом в качестве внешней памяти целевых ДС используются накопители на жестких магнитных дисках.

Минимальный объем ОЗУ, требуемый для целевой ДС, – 14К слов, а объем дискового пространства – 500 блоков. При этом она представляет собой набор загрузочных модулей, возможно с оверлейной структурой, которые загружаются в ОЗУ по мере их необходимости стандартными средствами ОС РВ. Аналогичную структуру имеют прикладные программы. При этом интерфейс с ними организован на базе разделяемой общей области и реализованных в рамках ДС системных процедур его поддержки: чтение/запись параметров общей области, активизация задачи следующего уровня и т.п.

Рассмотренная система ДИАНА поддерживает систематический подход к созданию целевых ДС, предназначенных для использования в автоматизированных аналитических приборах и установках [6]. В основу этого подхода положены следующие принципы:

ориентация на архитектурно и программно совместимые вычислительные средства; использование единой операционной системы как среды реализации комплексов ПО СА для различных приборов и установок заданного класса; использование единого синтаксиса языка диалога целевых ДС; использование типовой структуры комплексов ПО СА на уровне подсистем; унификация проблемно-независимой части комплексов ПО СА, способов ее реализации и интерфейса с прикладным программным обеспечением.

Использование системы ДИАНА позволяет автоматизировать реализацию целевых ДС, объем которых составляет не менее 30 % от общего объема ПО СА. При этом процесс получения ДС сводится фактически к разработке соответствующего языка диалога, так как формирование целевой ДС, "понимающей" этот язык, осуществляется во время сеанса диалога оператора с системой ДИАНА. Существенным при этом является тот факт, что от оператора не требуется высокой квалификации ни в области исследований, для которых предназначены прибор или установка, ни в области разработки программных систем.

С помощью описанной системы автоматизации разработки были получены и переданы в промышленную эксплуатацию целевые ДС для разработанных в НТО АН СССР встраиваемого Оже-спектрометра, электронных спектрометров для изучения угловых и энергетических распределений электронов, элементного состава и структуры твердых тел методами растровой Оже-спектрометрии и электронного спектрометра для высоко- и низкотемпературных исследований твердых тел.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлюк О.В.//Управляющие системы и машины. 1986. № 3. С.23–26.
2. Павлюк О.В., Россиков В.В.//Измерение, контроль, автоматизация. 1983, вып. 3 (47). С.61–71.
3. Павлюк О.В.//Научное приборостроение. Теоретические и экспериментальные исследования. Л.: Наука, 1984. С.119–125.
4. Павлюк О.В.//Управляющие системы и машины. 1983. № 6. С.74–78.
5. Павлюк О.В., Россиков В.В.//Программирование. 1986. № 5. С.53–59.
6. Россиков В.В.//Тез.докл.республ.семинара "Проблемно-ориентированные диалоговые комплексы". Кишинев, 1983. С.105–106.