

УДК 519.68:510.25

СРЕДА СПЕЦИФИКАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СИГМА-ТЗ^{*)}

А.А.Москвитин

Процесс компьютерного решения логической задачи в рамках семантического программирования (проект СИГМА) мыслится как процесс доказательного построения ее формальной исполнительной спецификации.

Первым этапом реализации системы СИГМА является создание среды для спецификационной деятельности, чему и посвящена настоящая работа.

Общее понятие о системе специфицирования как о среде разработки спецификаций в рамках теоретико-модельного подхода было изложено в работах [1-3], а фрагмент ее реализации описывается ниже. С этой целью была разработана языковая среда, поддерживающая строгое описание результатов спецификационной деятельности на различных ее этапах, начиная с построения неформальных спецификаций задачи и фиксации требований к программе, реализующей решение этой задачи.

Подсистема СИГМА-ТЗ ориентирована на поддержку процесса постановки в содержательных терминах задачи, фиксацию и логический анализ требований к соответствующим программам, а также формирование технического задания на его разработку.

*) Работа частично профинансирована РФФИ (грант №093-01-01506)

1. Схема решения задач в подсистеме СИГМА-ТЗ

С появлением персональных компьютеров схема решения задач на ЭВМ претерпела существенные изменения. Связано это в первую очередь с желанием пользователя самому пройти все этапы решения задачи от ее постановки до анализа полученного решения (на рис.1 приведена схема решения задач на ПЭВМ).

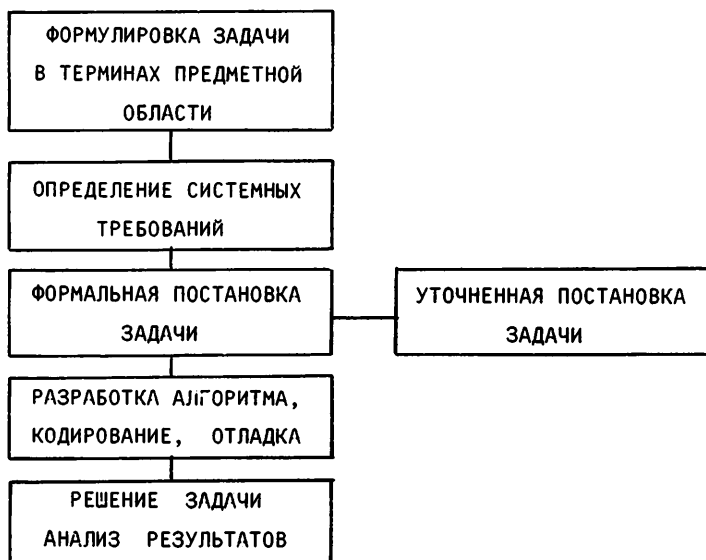


Рис. 1

Каждый из перечисленных этапов вызывает у пользователя определенные затруднения. Существует достаточное количество методов и средств преодоления этих затруднений для различных классов решаемых задач. Ограничимся рассмотрением логического подхода к решению задач, рассматриваемому в работах по семантическому программированию.

Целью семантического программирования является разработка интегральной среды, поддерживающей все этапы компьютерного ре-

шения логических задач, включая процесс формализации их спецификаций, верификацию логических и семантических свойств этих спецификаций, исполнение спецификаций и, если необходимо, то и доказательное кодирование соответствующих спецификациям программ.

В интегрированной среде СИГМА выделены следующие этапы решения задач:

- постановка задачи;
- спецификация задачи;
- конструктивизация задачи;
- программирование;
- исполнение.

Каждый из перечисленных этапов содержит несколько режимов работ.

В данной работе рассматривается реализация первых двух этапов, оформленная в виде подсистемы формирования технического задания и подсистемы выделения неформальной постановки задачи в терминах предметной области, а также определены системные требования на решаемую задачу. На этапе формирования технического задания предусмотрены следующие режимы работы:

- ввод исходных понятий;
- модификация;
- уточнение;
- обобщение;
- композиция;
- декомпозиция.

Разрабатываемый метод решения задач приобретает новые черты конкретного управляемого процесса организации человеко-машинной системы, позволяющего последней эффективно решать задачи рассматриваемого класса.

Рассмотрим более детально процесс решения задачи в подсистеме формирования технического задания и выделения неформальной постановки задачи.

2. Формирование исходных спецификаций в подсистеме СИГМА-ТЗ

Подсистема СИГМА-ТЗ является составной частью инструментального комплекса семантического программирования СИГМА и предназначена для предварительного описания программного изделия заказчиком. СИГМА-схема решения задач представляет собой развитые языковые средства поддержки процессов:

- постановки задачи,
- превращения неформальных постановок задачи в формальные спецификации,
- превращения формальных спецификаций в исполняемые спецификации задач,
- превращения исполнимых спецификаций в эффективно исполняемый код,
- оптимизации конструируемых исполнимых спецификаций и программ,
- модификации и повторной применимости имеющихся спецификаций,
- рассуждений о спецификациях и их свойствах, убедительного доказательства правильности принимаемых проектировочных решений.

Таким образом, СИГМА-метод представляет собой математическую версию метода "пошагового уточнения". Вся схема разбивается на ряд этапов. Первый этап - содержательная постановка задачи (с учетом системных требований). В определенном смысле этот этап соответствует этапу подготовки "Технического задания" в принятых терминах. Данный этап осуществляется в диалоге с заказчиком (постановщиком задачи) и исполнителем (специфи-

катором). Их обязанность - отвечая на определенные вопросы (это должен делать заказчик) и анализируя ответы (обязанность исполнителя) - заполнить специального вида документы (объединяемые под общим названием "Техническое задание").

В главном "меню" подсистемы СИГМА-ТЗ можно выделить следующие основные возможности (рис.2):

- описание задачи,
- создание технического задания,
- печать (выдача документа технического задания).

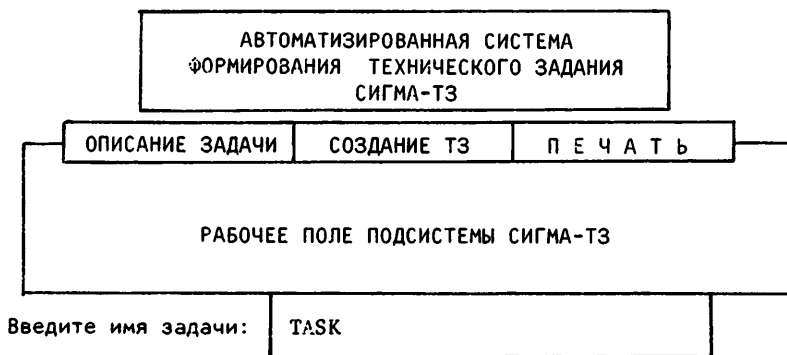


Рис. 2

Рассмотрим кратко каждый из перечисленных пунктов "меню".

2.1. Списание задачи в подсистеме СИГМА-ТЗ включает выполнение следующих действий: выделения, уточнения и детализации объекта исследования для последующей неформальной постановки задачи. Все указанные действия реализуются в пункте "меню" - "Описание задачи" (рис.3).

Этот пункт "меню" осуществляет пошаговую детализацию описания задачи с целью ее формальной постановки.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ
СИГМА-ТЗ

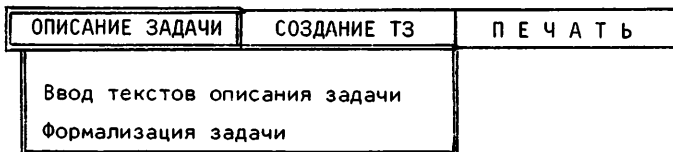


Рис. 3. Фрагмент "меню" описания задачи в СИГМА-ТЗ.

Схема работы ^{*)}.

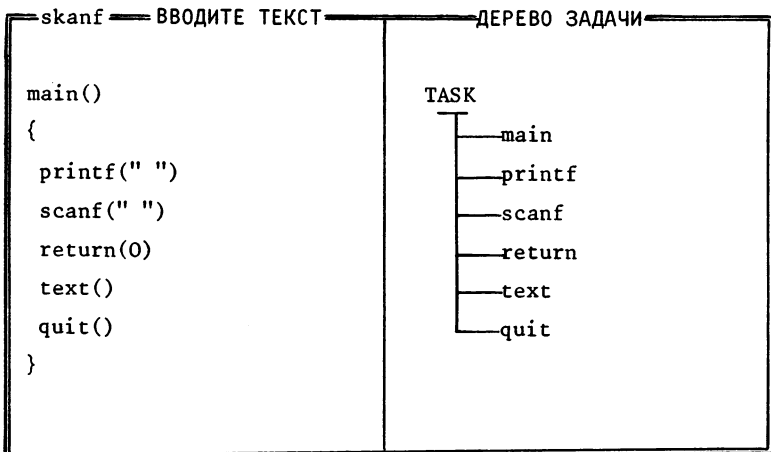
Шаг 1:

- заказчик вводит исходный текст описания задачи в терминах своей предметной области (рис.4);
- заказчик выделяет во введенном тексте ключевые слова, т.е. конструкции, несущие основную смысловую нагрузку;
- в системе автоматически строится дерево выделенных конструкций (рис.5).

Построение дерева смысловых конструкций осуществляется по следующему принципу. Все смысловые конструкции одного уровня (между которыми можно поставить операцию <И>) располагаются в одной горизонтали дерева; конструкции выбора (операция <ИЛИ>) располагаются в вертикальной плоскости на одном уровне дерева; конструкции взаимоисключения (операция <НЕ>) располагаются в дереве с разрывом.

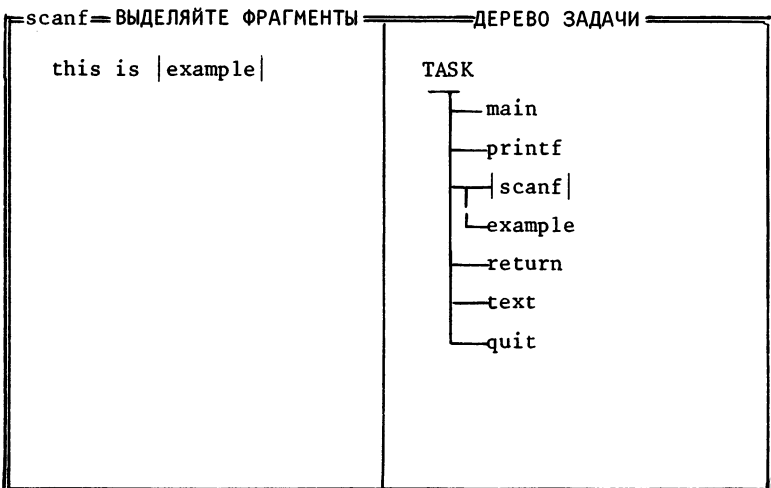
Описание задачи прекращается в том случае, когда на очередном шаге заказчик отказывается от дальнейшей детализации ее, считая задачу полностью сформулированной, и передает ее исполнителю. В противном случае выполняются следующие шаги.

*) Пример, рассмотренный ниже, носит чисто условный характер.



F10-quit Ins-select Del PgDn PgUp Enter-select Esc-quit

Рис.4. Фрагмент ввода текста задачи.



F10-quit Ins-select Del PgDn PgUp Enter-select Esc-quit

Рис.5. Фрагмент построения дерева задачи.

Шаги 2,3,...,n :

- вводятся тексты, поясняющие ключевые объекты, выделенные на предыдущем шаге;

- во введенных текстах вновь выделяются ключевые объекты следующего уровня;

- в дереве описания задачи строится *i*-й уровень, вершинами которого являются только что выделенные объекты.

Теперь рассмотрим этап формализации задачи по сформированному дереву смысловых конструкций (рис.6).

ОБЪЕКТ	ФОРМАЛЬНЫЙ ПАРАМЕТР
1 main	A
2 printf	B
3 scanf	C
4 example	CA
5 return	D
6 text	E
7 quit	F

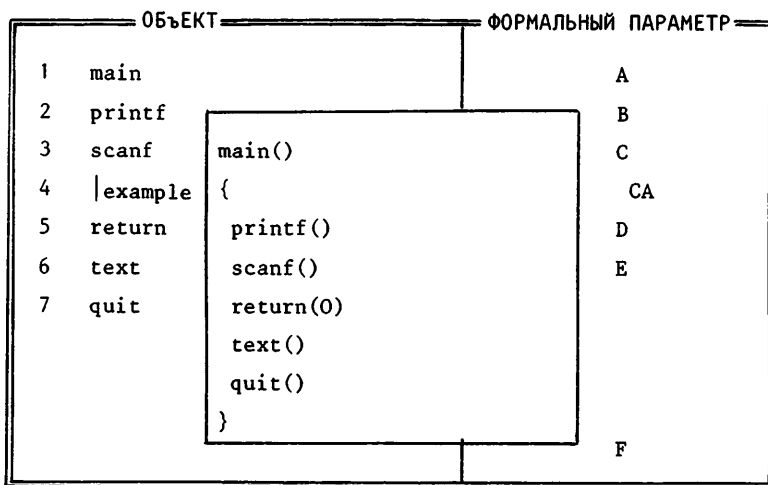
F1-справка F2-исх.текст F3-полн.наимен. ESC-выход Enter-выбор

Рис.6

В том случае, когда не ясен контекст, из которого выделен фрагмент, его можно посмотреть на экране (на рис.7 показан фрагмент возврата к исходному тексту).

Затем следует записать спецификации задачи в терминах языка СИГМА и решение задачи переходит на этап превращения формальных спецификаций в исполнимые. Для этих целей и разработана другая подсистема системы СИГМА.

Перейдем к рассмотрению второго пункта "меню" - "Создание технического задания".



F1-справка F2-исх.текст F3-полн.наимен. ESC-выход Enter-выбор

Рис. 7

2.2. Создание ТЗ включает стандартные и нестандартные действия. В подсистеме СИГМА-ТЗ имеется другая, по сравнению со стандартной не менее важная, возможность сформировать техническое задание на разработку программного изделия с одновременным выделением характеристик качества программного изделия и согласовать их между заказчиком, руководителем и исполнителем работ.

Описанию этих возможностей посвящено дальнейшее изложение.

Фиксация требований к программному изделию и формирование технического задания в подсистеме СИГМА-ТЗ. Процесс уточнения исходных требований осуществляется на основе анализа технического задания в соответствии с опытом работы коллектива разработчиков, заложенных в набор стандартных проектных решений Syst(k).

Результатом рассматриваемого этапа проектирования являются файлы исходных требований и спроектированное техническое

задание, которое далее вновь может уточняться заказчиком. Последовательность формирования исходных данных фиксирована сверху вниз и слева направо, т.е. вначале формируется файл исходных требований заказчика, далее руководителя проекта и уточняется исполнителем.

Уточняя исходные требования к программному продукту, пользователь, как правило, предъявляет к нему определенные и зачастую очень жесткие требования. Часть этих требований носит достаточно четкий количественный характер (например, ресурсные ограничения на время счета и объем оперативной памяти), а другая часть носит совершенно другой характер - качественный (например, мобильность программного обеспечения, точность и завершенность его и т.п.). Все указанные выше требования заказчика сведены в подсистеме СИГМА-ТЗ в некий, достаточно универсальный набор характеристик качества программного изделия, который предъявляется пользователю в качестве специальных вопросов в ходе диалога с ним.

При оценке качества решения задачи пользователю необходимо ответить, по крайней мере, на следующие три вопроса.

1. Возможно ли использовать полученное решение в исходном виде?
2. Удобно ли программное обеспечение в эксплуатации?
3. Можно ли применять созданное программное обеспечение в иных условиях, отличных от решения данного класса задач?

При ответе на первый вопрос необходимо: понять, что способна делать программа; получить достоверные результаты, выявить и устранить источники недостоверности и ненадежности; обеспечить рациональное и эффективное использование человеческих и машинных ресурсов.

Для ответа на второй вопрос необходимо: понять структуру программы; разработать и реализовать требуемые модификации; провести тестирование в целях гарантирования надежной рабо-

ты; обеспечить рациональное и эффективное использование человеческих и машинных ресурсов.

Отвечая на третий вопрос, необходимо: оценить полезность программы; оценить степень удобства эксплуатации; оценить мобильность; приспособить работу программы в новых условиях.

Решения, принимаемые пользователем по вышеперечисленным вопросам, носят чаще всего субъективный характер. В подсистеме СИГМА-ТЗ приводятся методика анализов ответов пользователя и оценка их качества, но в данной работе это не рассматривается.

Полный перечень характеристик качества программного изделия следующий: машиннезависимость, завершенность, точность, согласованность, коммуникативность, структурированность, информативность, осмысленность, открытость и эффективность. Каждая характеристика качества поддерживается рядом вопросов к пользователю, содержащихся в базе данных подсистемы СИГМА-ТЗ.

Конечно же, полнота и точность ответов на поставленные вопросы напрямую зависят от квалификации, пунктуальности и умения формулировать задачи самим пользователем. В ответ на это замечание мы можем дать следующий ответ. Мы не решаем задачу за пользователя, мы стараемся помочь ему поставить и решить ее более квалифицированно и решить ту задачу, которую хочет решить сам пользователь. Именно поэтому процесс решения задачи в системе СИГМА начинается с работы в среде спецификационной деятельности СИГМА-ТЗ.

Фиксация требований к программному изделию и формирование технического задания в подсистеме СИГМА-ТЗ начинаются с выбора пункта "меню" - "Создание ТЗ".

Формирование технического задания в подсистеме СИГМА-ТЗ включает следующие виды работ:

- определение общих положений в выходном документе;
- определение значений характеристик качества программного изделия;

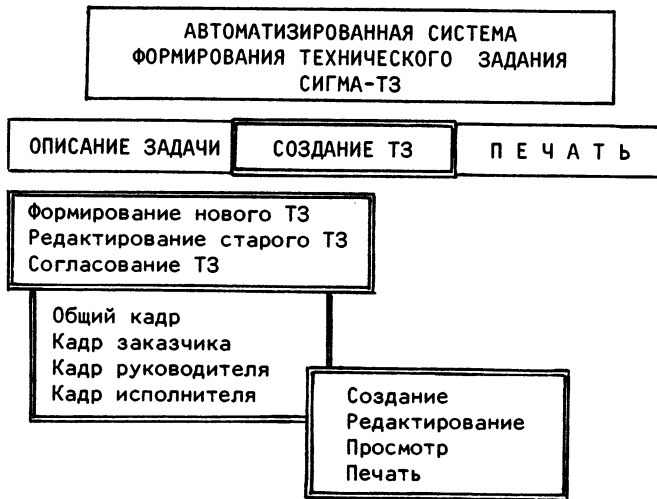


Рис. 8. "Меню" создания технического задания.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1.1 Полное наименование и условное обозначение разработки

Среда семантического программирования

1.2 Основание для ее проведения

Проект фундаментальных исследований

1.3 Дата начала и дата окончания разработки

1 января 1993 года

30 декабря 1995 года

1.4 Наименование организаций, участвующих в создании и их реквизиты

Институт математики СО РАН

Рис.9. Фрагмент общего кадра технического задания.

- согласование выделенных значений характеристик качества по этапам (заказчик-руководитель-исполнитель);
- распечатка окончательно сформированного документа.

Выбор пункта "меню" "Создание ТЗ" позволяет выполнить следующие функции (см.рис.8):

- сформировать новое ТЗ,
- отредактировать старое ТЗ,
- согласовать ТЗ (имеются в виду последние версии ответов заказчика, руководителя и исполнителя).

Формирование общих положений технического задания на создание программного изделия включает: название, цель работы, предполагаемые результаты, ответственных лиц и т.п. Для осуществления этой функции пользователь должен выбрать в главном "меню" пункт "Общий кадр" (рис.9).

Формирование технического задания организовано так, что позволяет работать с ним даже неподготовленному пользователю. Для этого каждая группа пользователей (заказчик, руководитель и исполнитель) при создании и редактировании технического задания работает со своей группой вопросов, которые отображаются на экране в специальном виде.

Пользователю остается вписать в пустые прямоугольные окна ответы на поставленные выше вопросы. Вписав ответ в одно окно, пользователь нажимает пару клавиш CTRL/W и ответ сохраняется в базе данных, одновременно осуществляется переход к следующему вопросу. Если ответ не может быть сформулирован или для данного ТЗ он не требуется, то для перехода к следующему вопросу нажимается пара клавиш CTRL/W.

Работая таким образом, пользователь с помощью пункта "меню" "Создание ТЗ" имеет возможности:

- определить требуемые характеристики качества программного изделия со стороны заказчика, руководителя и исполнителя;

- отредактировать, просмотреть и распечатать общие положения технического задания и "Приложения" согласно определенным качественным характеристикам программного изделия.

Основу реализации данного пункта "меню" составляют: база данных, в которой содержатся различные справочники, ответы пользователей и диалоговые средства общения, основанные на следующих методах организации интерфейса: "меню", заполнение бланка, ответы на вопросы типа да/нет и др. Пример организации такого интерфейса представлен на рис. 10.

СИГМА-ТЗ			
Кадр:	Заказчика	Дата:	29-11-90
		Время:	18:23:45
Характеристики качества программного изделия:			
МАШИНОНЕЗАВИСИМОСТЬ ЗАВЕРШЕННОСТЬ ТОЧНОСТЬ		Потенциальная выгодность:	
		5	
Вопрос:			
Фиксирован ли тип ЭВМ?			
Выберете ответ:			
Да Нет Не знаю		Произвольный ответ на вопрос	

Рис.10. Фрагмент заполнения бланка создания технического задания заказчиком.

Особенности реализации указанного выше пункта "меню" следующие.

База данных реляционного типа формата dBASE.

В сценарии диалога следует отметить следующие особенности:

- весь экран дисплея разбит на несколько окон. В тех случаях, когда информация полностью не вмещается в окно, работает режим скроллинга (т.е. имеется доступ к информации, размещенной за пределами окна);
- переход между окнами осуществляется по команде ESC;
- введенная информация сохраняется одновременным нажатием клавиш CTRL/W;
- имеется возможность прервать выполнение действия в любой момент времени нажатием клавиши END. При этом вся предыдущая информация сохраняется;
- выбор одной из представленных характеристик качества автоматически исключает ее из дальнейшего рассмотрения в процессе формирования данного технического задания;
- ответственность за правильность синтаксиса ответов возлагается на самого пользователя;
- ответы типа "да/нет/не знаю" выбираются из специального "меню" стрелками и фиксируются клавишей ENTER;
- доступ к текущему окну завершается вслед за нажатием клавиши ENTER.

Отвечая на вопрос о потенциальной выгодности характеристики качества программного изделия (в пятибалльной системе, рис.10), пользователь тем самым заостряет внимание на важности данной характеристики для разрабатываемого программного изделия.

Режим редактирования предоставляет возможность пользователю изменять те или иные пункты технического задания, переопределять ответы по отдельным характеристикам качества програм-

много изделия, удалять или вставлять пропущенные ранее ответы и т.п. Иначе говоря, пользователю предоставляется возможность уточнить все перечисленные выше пункты.

Редактирование данных осуществляется на фоне ранее полученных системой ответов пользователя, которые хранятся в базе данных (последний экземпляр) и автоматически выдаются в рассматриваемое окно экрана (см., например, рис.10).

Заметим, что "Создание ТЗ" в подсистеме СИГМА-ТЗ позволяет просмотреть ВСЕ характеристики качества программного изделия (машинонезависимость, завершенность, точность и др.) вне зависимости от того, были получены на них ответы ранее или же нет. Таким образом, в подсистеме СИГМА-ТЗ можно одновременно работать и в режиме уточнения технического задания на разработку программного изделия.

Все вновь введенные параметры заменяют прежние и автоматически фиксируются в базе данных. Поэтому процесс редактирования технического задания должен предшествовать режиму СОГЛАСОВАНИЯ.

Согласовать требования к техническому заданию между заказчиком, руководителем и исполнителем необходимо по всем определенным характеристикам качества, в которых подсистемой автоматически обнаружено расхождение в ответах различных групп пользователей. Процесс согласования проводится в два этапа.

На первом этапе согласовываются ответы руководителя и исполнителя. Результат записывается в файл с именем SOGL3.dbf. На втором этапе согласовываются ответы заказчика и руководителя, причем рабочим файлом для руководителя является файл SOGL3.dbf, полученный на первом этапе. Результат запоминается в файле SOGL1.dbf. Окончательные результаты согласования записываются в файл SOGL1.dbf, который является входным для следующего пункта "меню" - "Печать" технического задания и приложения, содержащего всю вспомогательную информацию (характеристики качества программного изделия, информацию о различных этапах создания и

согласования технического задания, неформальную спецификацию решаемой задачи и т.п.).

На рис.11 представлен фрагмент экрана, с которым работают пользователи в режиме согласования. При согласовании ответов между руководителем и заказчиком меняется содержание первого окна и заголовки первого и третьего окон.

2.3. Печать ТЗ подразумевает выдачу технического задания и его приложения на экран или печатающее устройство.

Рассмотрим выдачу документов, изготовленных на предыдущих этапах.

Для окончательного изготовления технического задания и его выдачи пользователь должен воспользоваться пунктом "меню" - "Выдача ТЗ" (рис.12).

Выбор из основного "меню" пункта "Печать", а из "подменю" - "Техническое задание" позволяет получить сформированное по определенному образцу техническое задание на разработку программного изделия с включенными в него характеристиками качества.

Выбор данных пунктов "меню" позволяет использовать два режима:

экранный режим - формирование, просмотр и редактирование технического задания на экране дисплея;

режим печати - получение "твердой" копии на печатающем устройстве или в виде готового для печати файла.

Одновременно с выдачей технического задания пользователь может получить и его приложение, записываемое в файл PFILE.rpn. Для этого необходимо выбрать из основного "меню" пункт "Печать", а из "подменю" - пункт "Приложение".

В заключение хочется выразить глубокую благодарность Е.М.Бутовой и А.И.Мартыновой, принимавшим непосредственное участие в разработке и реализации программного обеспечения подсистемы СИГМА-ТЗ.

РУКОВОДИТЕЛЬ	ИСПОЛНИТЕЛЬ
Иванов И.И.	Петров П.П.
Характеристика качества: ТОЧНОСТЬ Какая степень точности выражений результата допускается данной программой?	
РУКОВОДИТЕЛЬ	ИСПОЛНИТЕЛЬ
текст рассогласования	текст рассогласования
8 разрядов	16 разрядов
ПРИНЯТОЕ РЕШЕНИЕ: 16 разрядов	
ОБОСНОВАНИЕ: Разрядность используемой ПК IBM PC/AT-286 - 16 разрядов	

Рис.11. Фрагмент экрана согласования технического задания.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
 ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ
 СИГМА-ТЗ

ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ

СОЗДАНИЕ ТЗ

ПЕЧАТЬ

Техн. задание
 Приложение

Рис.12. Варианты "меню" получения "твердой" копии сформированного технического задания.

Л и т е р а т у р а

1. ГОНЧАРОВ С.С., ЕРШОВ Ю.Л., СВИРИДЕНКО Д.И. Методологические аспекты семантического программирования // Научное знание: логика, понятия, структура. - Новосибирск: Наука, 1987. - С. 154-184.
2. ГОНЧАРОВ С.С., СВИРИДЕНКО Д.И. Σ -программирование // Логико-математические проблемы МОЗ. - Новосибирск, 1985.-Вып. 107: Вычислительные системы. - С. 3-29.
3. СВИРИДЕНКО Д.И. Проект СИГМА. Цели и задачи // Логические методы в программировании. - Новосибирск, 1990. - Вып. 133: Вычислительные системы. - С. 68-94.

Поступила в редакцию

21 ноября 1994 года