

Российская академия наук
Сибирское отделение

Институт систем информатики
Ежегодный отчет
1991

Новосибирск 1992

Директор чл.-кор. РАН *В.Е.Котов*
e-mail kotov@isi.itfs.nsk.su

Зам. директора по науке д.ф.-м.н. *И.В.Потмосин*
e-mail ivp@isi.itfs.nsk.su

Зам. директора по науке к.ф.-м.н. *А.Г.Марчук*
e-mail mag@isi.itfs.nsk.su

Зам. директора по экономике *Е.П.Кузнецов*
e-mail major@isi.itfs.nsk.su

Ученый секретарь к.ф.-м.н. *В.И.Константинов*
e-mail viknst@isi.itfs.nsk.su

Мемориальная библиотека А.П.Ершова,
Отдел научно-технической информации
e-mail cher@isi.itfs.nsk.su

630090
Новосибирск 90
Пр. Акад. Лаврентьева, 6
Институт систем информатики
Тел. (383-2) 35-56-52
Телекс 133128 Поиск
Факс (383-2) 32-34-94

Предлагаемый отчет Института систем информатики Сибирского отделения Российской Академии наук - первый из задуманной серии ежегодных отчетов.

Как самостоятельный институт Сибирского отделения ИСИ существует с апреля 1990 г., однако как научный коллектив, работающий по фундаментальным и прикладным областям системной информатики, он сложился за два десятилетия до этого. Организатором и руководителем этого коллектива был академик А.П.Ершов (1931-1988 гг.) Таким образом, ИСИ СО РАН - это новый институт, но с давними традициями сложившимися направлениями научных исследований: теория программирования, системное программирование и архитектуры перспективных ЭВМ.

Данный отчет предназначен для специалистов - коллег по исследованиям и потенциальных потребителей научных и практических результатов. Он дает достаточно полное представление о направлениях работ, ведущихся в институте, и их результатах, полученных в 1991 г. Так как институт является одним из базовых для специализации студентов Новосибирского университета по информатике, в отчете отражена и эта деятельность института, также отмечены существующие научные связи лабораторий и групп.

В нашей стране традиция издания печатных отчетов научных институтов, на которую можно было бы опереться, еще не устоялась, поэтому мы сознаем, что подготовленный нами текст далек от совершенства. Тем не менее мы надеемся, что заинтересованным читателям он будет полезен. Более того, мы думаем, что публикация подобной итоговой информации всеми коллективами о ведущихся работах содействовала бы укреплению профессиональных связей и способствовала как развитию исследований, так и внедрению их результатов.

И.Потмосин

ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Лаборатория теоретического программирования занимается исследованиями в области теории программирования и приложений к анализу, верификации и моделированию систем.

В состав лаборатории входят 4 группы, работающие в следующих областях:

- Теория и моделирование сетевых систем.
- Спецификация и верификация программ.
- Смешанные вычисления.
- Обработка информации сложной структуры.

Группа, возглавляемая чл.-кор. РАН Котовым В.Е. и включающая с.н.с. Черкасову Л.А., н.с. Алексеева Г.И., н.с. Быстрова А.В., н.с. Вирбицкайте И.Б., н.с. Мыльникова С.П., м.н.с. Чурину Т.Г., м.н.с. Трепакову С.Б., занимается исследованием сетевых систем, которые ведутся в трех направлениях: алгебраические спецификации, теория сетей и их модификаций, логики процессов.

Продолжая исследования по алгебраическим исчислениям процессов с семантикой «истинного» параллелизма, предложены алгебры конечных исдетерминированных процессов $AFP2$ и $SAFP2$, которые предназначаются как для описания моделируемых процессов, так и исследования их поведения. Алгебра $AFP2$ включает три базисные операции: параллельную композицию, последовательную композицию, альтернативу. В алгебру структурированных процессов $SAFP2$ дополнительно введен оператор абстракции. Денотационная семантика моделируемых процессов задается множеством частичных порядков, расширенных дополнительной «отрицательной» информацией об альтернативных и дефолтных действиях. Введено понятие «наблюдаемой» эквивалентности и установлено свойство полной абстрактности денотационной семантики $AFP2$ -процессов относительно «наблюдаемой» эквивалентности. Для алгебры $AFP2$ введена каноническая форма процессов и показано, что любая формула в этой алгебре может быть преобразована в каноническую форму. Также представлена система аксиом и доказана ее полнота. Операционная семантика $SAFP2$ -процессов построена на основе ациклических сетей Петри. Денотационная семантика $SAFP2$ -процессов обладает свойством полной абстрактности относительно построенной операционной семантики.

Второе направление развивается на базе сетей Петри (СП) и таких их модификаций, как потоковые сети и структуры событий.

Для иерархических СП исследованы различные семантики завершения срабатывания иерархических переходов. Запретив использование в иерархических СП для внутренних переходов коммуникации с переходами верхних уровней, выделяется подкласс строго иерархических СП, которые являются строго менее мощными, чем иерархические СП, и строго более мощными, чем СП. Проблемы ограниченности, безопасности, живости, достижимости произвольной разметки являются разрешимыми для строго иерархических СП, что делает их удобными для проектирования и моделирования модульных параллельных систем.

Для потоковых сетей с цветными фишками (n -сетей) разработан метод моделирования их операционной семантики в терминах локальных структур событий (s -структур). Введена операция детализации для n -сетей с хорошим поведением и исследованы ее свойства. Установлена связь между операциями детализации для локальных s -структур и n -сетей с хорошим поведением.

Для класса первичных s -структур исследован ряд свойств плотности и «перекрещивания», которые гарантируют адекватное представление реальных параллельных процессов. Установлено, что конечные первичные s -структуры обладают свойством «перекрещивания». Для s -структур, свободных от параллелизма, определены структурные ограничения, гарантирующие свойство L -плотности. Выделен подкласс первичных s -структур, обладающих свойством M -плотности. Исследован вопрос сохранения свойств плотности и «перекрещивания» при преобразовании ациклических СП в первичные s -структуры и обратно.

Логика процессов концентрируется на анализе поведения с помощью аппарата временной модальной логики. В качестве модели параллельных систем, функционирующих в режиме реального времени, выбраны временные СП, в которых с каждым переходом связаны нижняя и верхняя границы его срабатывания. Для анализа временных свойств систем реального времени используется язык темпоральной логики $TCTL$. Разработан алгоритм *model checking*, предварительная оценка сложности которого является полиномиальной.

Начата работа над проектом *NETCALC*, посвященном исследованию алгоритмов, принципов организации и разработки систем программирования для спецификации, анализа и моделирования распределенных параллельных систем, в частности систем информатики, систем управления сложными технологическими процессами, экономических систем и т.п. В качестве математической базы проекта выбраны модели

на основе сетей Петри и их разнообразные обобщения. Для ряда подклассов моделей изучены взаимосвязи между алгебраическими и сетевыми спецификациями.

Разработан проект программного комплекса и проведена пробная реализация на ПЭВМ основных его компонент:

- редактора, обеспечивающего создание и модификацию иерархических сетевых моделей в графическом виде;
- анализатора, проверяющего выполнимость различных свойств конкретных сетей в том или ином подклассе;
- интерпретатора, обеспечивающего диалоговое и автоматическое моделирование специфицированной системы с ведением подробного протокола, со сбором требуемой статистики и с развитыми сервисными средствами;

Реализация всех компонент поддерживает высокую степень интерактивного графического взаимодействия пользователя с системой.

Разработаны методы реализации в системе иерархических сетевых структур.

Алгоритмы анализа и классы моделей исследовались с точки зрения пригодности для эффективной реализации в рамках выбранной операционной среды. В качестве такой среды используется при реализации на ПЭВМ система *Microsoft Windows*. Предусматривается возможность переноса на другие платформы (*SUN, Macintosh, HP-Unix*).

Группа, возглавляемая в.н.с. Непомнящим В.А. и включающая н.с. Сулимова А.А., н.с. Шилова Н.В., м.н.с. Елохину М.А. и стажера Виноградова Н.В., занимается исследованиями в области верификации программ.

Основные научные результаты состоят в следующем. Описаны синтаксис и операционная семантика нового языка спецификации систем реального времени *REAL*, который базируется на средствах известного, имеющего международный стандарт, языка спецификации систем связи *SDL* и динамической логики. Для верификации конечно-автоматных спецификаций на языке *REAL* применяется метод разрешения на конечных моделях (*model-checking*). Для этого разработан полиномиальный алгоритм разрешения на конечных моделях формул пропозициональной динамической логики с неподвижными точками. Для такой логики доказана разрешимость с верхней временной оценкой сложности - двойной экспонентой. Начата экспериментальная реализация метода разрешения на конечных моделях.

Продолжается работа над проектом проблемно-ориентированной системы верификации программ Спектр. В рамках этого проекта реализованы новые версии подсистем верификации трансляторов и

программ линейной алгебры, а также начата реализация подсистемы верификации программ сортировки массивов. Основными блоками системы Спектр являются специализированные доказательства, ориентированные на перечисленные проблемные области. Эти доказательства содержат базу знаний, состоящую из совокупности аксиом, описывающих основные свойства понятий языка спецификаций, а также алгоритмические модули, которые доказывают посылки аксиом и некоторые члены условий корректности. Реализован специальный модуль, позволяющий расширять базу знаний без дополнительного программирования. В отличие от известных систем процесс верификации в системе Спектр автоматический. Для подсистемы верификации программ линейной алгебры реализован метод элиминации инвариантов внутренних циклов, что существенно упрощает задачу формальной спецификации этих программ. В процессе работы над подсистемой верификации трансляторов были разработаны средства спецификации, позволяющие описать основные действия транслятора, включая проверку семантических соглашений и генерацию кода, а также средства верификации, включающие аксиоматическое представление средств спецификации, ориентированное на автоматический перевод их в программные функции. С помощью этой системы доказана корректность транслятора с представительного подмножества языка Паскаль.

Группа, состоящая из с.н.с. Бульонкова М.А. и с.н.с. Иткина В.Э., занимается смешанными вычислениями.

Основным научным результатом, полученным в прошедшем году, был метод организации смешанных вычислений, основанный на обобщении поливариантного просцирования. Новый метод позволяет выражать результат доступных вычислений как в виде остаточной программы, так и в виде промежуточных данных. Доказана корректность этого метода и исследованы его потенциальные применения к проблеме автоматического построения трансляторов. Было показано, что смешанные вычисления в такой трактовке позволяют не только преобразовать программу при заданном интерпретаторе в объектный код, но и выделять из интерпретатора фазы трансляции, т. е. преобразовывать программу из одного представления в другое, более удобное для обработки.

Начата работа по экспериментальной реализации нового метода. С этой целью был перенесен на ЭВМ *IBM PC* автопроектор *Similix*, разработанный в Копенгагенском университете для языка *Scheme*.

Разработана модель синтеза информационных объектов посредством взаимодействия входных объектов с оракулом. Установлена связь этой модели синтеза с теорией смешанных вычислений.

Группа, возглавляемая н.с. Дудоровым Н.Н. и включающая м.н.с. Д.А. Касперовича, занимается системами обработки информации сложной структуры.

Продолжалась работа над комплексом программ, обеспечивающих автоматизацию работ коллектива конструкторов при создании образцов новой техники.

Основу комплекса программ составляет система организации данных и обрабатывающих их программ *Dos*, позволяющая:

- естественным образом структурировать используемые данные;
- сопоставить конкретным элементам данных некоторый тип (текстовый документ, таблица, графические данные и т.п.), реализуемый экранному меню, описывающим операции работы с элементом данных в профессиональных терминах конструктора;
- ввести для различных совокупностей данных ключи доступа, позволяющие, с одной стороны, контролировать доступ к ним разных участников совместной работы, а с другой - обеспечивать для каждого из них индивидуальное видение этих совокупностей данных в зависимости от характера выполняемой участником определенной работы.

В состав комплекса программ входят: универсальный текстовый редактор *Bed*, редактор графической информации *Beg*, табличный редактор *Numi*, редактор растровых шрифтов *Fed*, программа форматирования текстовой информации *Typer*, программа просмотра информации и вывода ее на различные печатающие устройства *Sprint*. Эффективная реализация взаимодействия программ комплекса обеспечивается базовым исполнителем *C-shell*, предоставляющим средства передачи параметров и управления между различными программами.

Прорабатывались вопросы переноса системы организации работ и отдельных программ комплекса с ЭВМ коллективного пользования, работающей под управлением *OS Unix*, на многомашинный комплекс, дополнительно включающий персональные ЭВМ, работающие в *MS DOS*. Программный комплекс был успешно внедрен в НПО «Машиностроитель», г. Москва.

Кроме того группа участвовала в работах по освоению и эксплуатации системы электронной почты *Relcom*. Прделанная работа обеспечила доступ сотрудников института к современным средствам телекоммуникаций, обеспечивающим оперативный обмен информацией с научными коллективами как внутри страны, так и во всем мире.

За отчетный период в лаборатории была защищена кандидатская диссертация А.А.Сулимова на тему «Функциональные средства

спецификации трансляторов и их применение в проблемно-ориентированной системе верификации программ».

Научно - педагогическая деятельность

Совместно с кафедрой НГУ «Вычислительные системы» регулярно проводится спецсеминар «Теоретическое и экспериментальное программирование» (рук. Котов В.Е. и Непомнящий В.А.). На этой кафедре прочитаны следующие спецкурсы:

- Введение в параллельное программирование (Черкасова Л.А.);
- Теория параллельных систем и процессов (Черкасова Л.А., Вирбицкайте И.Б.);
- Алгоритмические проблемы теории программирования (Шилов Н.В.).

Защищены следующие дипломные работы студентами механико-математического факультета НГУ:

- Автоматическая верификация программ сортировки массива (рук. Непомнящий В.А.),
- Конвертор текстовых форматов (рук. Быстров А.В.),
- Эквивалентные преобразования для подклассов сетей Тетри (рук. Черкасова Л.А.),
- Система деловой графики - многоформатные диаграммы (рук. Мыльников С.П.),
- Внутреннее устройство интерпретатора языка ассемблера на ЭВМ *Labtam* (рук. Касперович Д.А.),
- Экранный интерфейс для интерпретатора языка ассемблера на ЭВМ *Labtam* (рук. Касперович Д.А.).

Зарубежные контакты

Лаборатория активно участвовала в подготовке и проведении:

- Международной конференции «Перспективы системной информатики», посвященной памяти А.П.Ершова (Новосибирск, май 1991г.);
- Пятого советско-французского симпозиума «Информатика-91» (Гренобль, октябрь 1991г.).

На симпозиум «Информатика-91» от ИСИ были делегированы Бульонков М.А., Непомнящий В.А., Сулимов А.А.

Лаборатория участвует в двух научных проектах:

1. «Современные подходы и исследования теории программирования. Параллельные языки программирования» совместно с Университетом

Париж 7, ИНРИА, ЛИТП, НЦНИ (Франция). Ответственные исполнители: проф. Нива М., Котов В.Е.

2. «Исследование языков и средств спецификации и верификации программ и их приложений в системах управления базами данных» совместно с Институтом алгебры Отделения математики Дрезденского технического университета (Германия). Ответственные исполнители: проф. Бахман П., Непомнящий В.А.

Зарубежные командировки

Котов В.Е. - Швейцария, 15 дней, январь 1991г., Институт компьютерных систем, Цюрих.

Тема: «Модульные ЭВМ и системы программирования»..
- США, 4 недели, февраль - март 1991г., фирма Хьюлетт - Паккард.

Тема: «Экспериментальные архитектуры интеллектуальных многопроцессорных ЭВМ»..

- США, 1991 - 1992г., 1 год, контракт с фирмой Хьюлетт-Паккард.

Черкасова Л.А. - США, 42 дня, январь - февраль 1991г., Институт информатики, Техасский университет, Остин.

Тема: «Семантика параллельных систем».

- ФРГ, март 1991г., Технический университет, г. Мюнхен.

- Финляндия, 7 дней, апрель 1991г. Технический университет, г. Хельсинки, чтение лекций.

- Франция, июнь - июль 1991г., Исследовательская лаборатория LRI, Университет Париж - Юг.

- США, 1991 - 1992г., 1 год, контракт с фирмой Хьюлетт-Паккард.

Непомнящий В.А. - Германия, 7 дней, ноябрь 1991г., Дрезденский технический университет.

Бульонков М.А. - США, 14 дней, январь 1991г., участие в международной конференции по теории языков программирования (POPL'91).

В этом году в лаборатории были приняты следующие зарубежные ученые:

Проф. А. Бест - ФРГ, Университет г.Хильдесема.

Тема: «Сетевой и алгебраический подходы к описанию параллельных систем и процессов».

Дж. Гунаварден - Великобритания, Хьюлетт-Паккард.

Тема: «Разработка средств управления в языках параллельного программирования».

Д.Э. Кристенсен - США, Вашингтон.

К.Э. Хансен.

Тема: «Моделирование на базе сетей Петри».

Проф. Х. Генрих - ФРГ, Университет С.-Аугштайн.

Тема: «Теория сетей Петри».

Публикации:

1. Best E., Cherkasova L., Desel I. Compositional generation of home states in free choice systems //Lecture Notes in Computer Science. - 1991. - Vol. 490. - P.398-409.
2. Bulyonkov M. A. From partial evaluation to mixed computation // Images of Programming/ Ed. D. Bjorner and V. Kotov.- North Holland: Elsevier Science Publishers B.V., 1991.
3. Bulyonkov M. A. From partial evaluation to mixed computation// Current Topics in Informatics Systems Research. - Novosibirsk, 1991. - P. 9-23.
4. Bulyonkov M. A. From partial evaluation to mixed computation// Theoretical Computer Sci. - 1991. - Vol. 90, № 1. - P. 47-61.
5. Cherkasova L., Howell R., Rosier L. Bounded self-stabilizing Petri nets // Proceed. of Twelfth International Conference on Applications and Theory of Petri Nets. - 1991. - P. 42-61.
6. Cherkasova L., Howell R., Rosier L. Bounded self-stabilizing Petri nets // Lecture Notes in Computer Science (Advances in Petri Nets-91) - (To appear).
7. Cherkasova L. An Algebra AFP2 for concurrent nondeterministic processes: fully abstract model and complete axiomatization // Current Topics in Informatics Systems Research. - Novosibirsk 1991. - P. 38-60.
8. Cherkasova L., Kotov V.E. An algebra of concurrent nondeterministic processes //Theoretical Computer Sci. - 1991. - Vol. 90, №1. - P. 151-170.
9. Ikin V. E. An algebra of mixed computation // Images of Programming/ Ed. D. Bjorner and V. Kotov. - North Holland: Elsevier Science Publishers B.V., 1991.
10. Ikin V. E. An algebra of mixed computation// Theoretical Computer Sci. - 1991. - Vol. 90, №1. - P. 81-94.
11. Kotov V.E. Concurrency + Modularity + Programmability = MARS //Commun. ACM. - 1991. - Vol.34, № 6.
12. Nepomniaschy V.A., Sulimov A.A. Problem-oriented verification system and its application to linear algebra programs //Proc. 5-th Symp. INFORMATIKA'91 (Grenoble, France), INRIA. - 1991. - P.313-329.

13. *Nepomniashchy V.A., Sulimov A.A.* Problem-oriented verification system and its application to linear algebra programs //Current Topics in Informatics Systems Research. - Novosibirsk, 1991. - P.123-130.
14. *Shilov N.V.* Propositional dynamic logic with fixed points as a tool for verification of finite state machines //Ibid. - P.73-80.
15. *Virbitskaite I.B.* Behavioural notions for eager dataflow computing with I-structures //Ibid. - P.81-92.
16. *Бульонков М.А.* Приложение смешанных вычислений в теории трансляции //Системная информатика. Вып.1: Проблемы современного программирования. - Новосибирск, 1991. - С.8-39.
17. *Бульонков М.А.* От специализации к смешанным вычислениям // Смешанные вычисления и преобразование программ. - Новосибирск, 1991. - С. 40-49.
18. *Вирбицкайте И.Б., Проценко В.М.* Формальное описание систолических систем для их анализа и оптимизации // Первая Всесоюзн. конф. по однородным вычислительным средам и систолическим структурам, Львов, апрель, 1991. - С.47-51.
19. *Иткин В.Э.* К проблеме синтеза информационных объектов // Методы теоретического и системного программирования. - Новосибирск, 1991. - С. 50-62.
20. *Иткин В.Э., Котляров В.П.* Подход к модульному проектированию устойчивых программных средств // Смешанные вычисления и преобразование программ. - Новосибирск, 1991. - С. 26-32.
21. *Котлов В.Е.* МАРС: архитектуры и языки для реализации параллелизма, модульности и программируемости //Системная информатика. Вып.1: Проблемы современного программирования. - Новосибирск, 1991. - С.174-194.
22. *Котлов В.Е., Сабельфельд В.К.* Теория схем программ. - М.: Наука, 1991. - 248с.
23. *Непомнящий В.А., Сулимов А.А.* Проблемно-ориентированный подход к верификации программ линейной алгебры // Смешанные вычисления и преобразование программ. - Новосибирск, 1991.
24. *Непомнящий В.А., Шилов Н.В.* Язык спецификаций систем и свойств взаимодействующих процессов реального времени // Методы теоретического и системного программирования. - Новосибирск, 1991.

ЛАБОРАТОРИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АРХИТЕКТУРЫ СБИС

Лаборатория САПР и архитектуры СБИС занимается исследованиями алгоритмов, технических решений и методологии систем автоматизации проектирования сверхбольших интегральных схем, разработкой и исследованиями современных архитектур рабочих станций и их программного обеспечения.

Лаборатория состоит из двух основных частей и нескольких групп. Первая часть лаборатории занимается проблематикой САПР СБИС и микропроцессорами. Вторая - 32-разрядными рабочими станциями КРОНОС, архитектурой и программным обеспечением рабочих станций.

САПР СБИС

1. Выполнен комплекс исследований по алгоритмам логического моделирования. Разработаны новые и усовершенствованы старые программы логического моделирования. Реализован новый подход к построению интегрированной системы логического моделирования с дружественным интерфейсом.

2. Проведена систематизация задач логического моделирования и анализа схем. Исследованы логические аспекты задачи временного анализа цифровых схем, созданы алгоритмы, проведены экспериментальные расчеты, начата пробная реализация программной системы временного анализа схем.

3. Создан новый алгоритм канальной трассировки, реализована экспериментальная программа, проведены тестовые и сравнительные расчеты. Совершенствуется программный комплекс синтеза топологии, создана новая библиотека топологических реализаций элементов, проведено экспериментальное проектирование двух СБИС микропроцессорного уровня.

Архитектура и программное обеспечение рабочих станций

1. Завершен цикл экспериментальных исследований и разработок по рабочей станции КРОНОС-2.6WS, разработка передана для внедрения и коммерческого использования в Новосибирский региональный филиал СТАРТ. В частности, произведено более 60 рабочих станций. Продолжается работа по совершенствованию базового программного обеспечения процессоров семейства КРОНОС.

2. Проведена работа по техническим и программным средствам сопряжения рабочей станции КРОНОС с графической станцией Гамма-7.1. Для этого были реализованы новые микропрограммы графической обработки, значительно улучшившие скоростные характеристики графического комплекса при выводе изображений.

3. Проведена работа по переносу базового программного обеспечения, включая операционную систему *Excelsior* на компьютеры другой архитектуры (процессоры 80286, 80386).

4. Создана первая очередь системы программирования ОБЕРОН. Система является одной из первых реализаций языка Оберон в мире и первой реализацией в стране. Некоторые подходы к этой системе программирования являются уникальными и не имеют аналогов. Осуществлена постановка системы на разные типы компьютеров, существует версия системы, работающая на персональных компьютерах типа *IBM PC/AT/386*. Создан базовый пакет модулей поддержки машинной графики.

5. Продолжалась работа по разработке машиностроительного САПРа, создан графический редактор, функционально аналогичный редактору системы *AutoCAD*, система составляет около 20 тыс. строк программного текста.

6. Проводилась работа по созданию программных средств для построения сетей ЭВМ. Реализован стандартный протокол *TCP IP*, ведутся работы по созданию почтовой машины на базе рабочей станции КРОНОС-2.6WS. Реализована экспериментальная локальная сеть с использованием КРОНОСов и персональных компьютеров.

7. Создан многооконный графический интерфейс. Осуществлена его установка на технические и программные средства КРОНОСа, а также перенос системы на персональные компьютеры типа *IBM PC*.

8. Рассмотрен вопрос создания СУБД на основе системы аналитических преобразований под системой ОБЕРОН. Сформирован проект создания такой системы, проведены первичные эксперименты по реализации данного подхода.

Создано прикладное программное обеспечение для рабочих станций КРОНОС и операционной среды *Excelsior*. В частности, разработана система управления графическими окнами, функционально аналогичная системам *MS-Windows* и *X-Windows*, реализован сетевой протокол *TCP IP* для поддержки гибких сетевых конфигураций, созданы элементы машиностроительного САПРа.

9. Ведется активная работа в рамках внутрисоюзной и международной кооперации по языку программирования Модула-2.

Кроме того лаборатория участвовала в работах по созданию телекоммуникационной сети *Relcom*.

Сотрудники лаборатории участвовали в ряде всесоюзных конференций. Два доклада были приняты на международные конференции.

Подготавливается к защите одна диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Научно-педагогическая деятельность.

На кафедре НГУ «Вычислительные системы» прочитан годовой спецкурс «Системы проектирования ЭВМ и микроэлектроники», в лаборатории проходили специализацию ряд дипломников.

Лаборатория поддерживает контакты со значительным числом коллективов в нашей стране и с рядом ученых и фирм за рубежом. Сотрудники лаборатории принимали активное участие в организации международной конференции, посвященной памяти А.П.Ершова, были осуществлены содержательные контакты с проф. Н.Виртом (Швейцария), П.Каленгартом (США). Лаборатория принимала президента фирмы *NWT M.Мазарика*. В свою очередь ряд сотрудников выезжали в зарубежные командировки по приглашениям иностранных фирм и университетов. Ведется активная деятельность с инородными и зарубежными партнерами в рамках группы стандартизации Модула-2.

Планируются исследования и разработки в следующих направлениях:

- перенос программного обеспечения *Excelsior-4* на персональные компьютеры и рабочие станции;
- создание и совершенствование системы программирования ОБЕРОН;
- разработка средств создания локальных и телекоммуникационных сетей;
- создание прикладного программного обеспечения;
- формирование технического проекта новой системы автоматизации проектирования СБИС.

Лаборатория принимала участие в выполнении НИП ГКНТ по архитектуре параллельных ЭВМ и программному обеспечению.

Публикации

1. *Антонович З.В., Марчук А.Г.* Современные стили проектирования и алгоритмы размещения при проектировании СБИС // Системная информатика. Т. 1: Проблемы современного программирования.- Новосибирск, 1991.
2. *Бысалин Ю.А., Константинов В.И.* Об одном подходе к временной параметризации библиотечных элементов и его использованию в системе

- временного анализа. - Новосибирск, 1991. - 42 с. - (Препринт / АН СССР, Сиб. отд-ние. ИСИ; № 3).
3. Фурсенко А.А. Система создания и поддержки пользовательского интерфейса прикладных программных систем // Методы теоретического и системного программирования / Под ред. В.Е.Котова. - Новосибирск, 1991.- С.45-52.
 4. Соколов Г.В. Имитационная система функционального проектирования и моделирования СТАРТ СФ // Там же. - С.80-91.
 5. Апанович З.В., Марчук А.Г. Алгоритм размещения стандартных элементов для заказных и полузаказных схем // Current Topics in Informatics Systems Research / Ed. by V.E.Kotov. - Novosibirsk, 1991.- P.167-172.
 6. Константинов В.И. Иерархическое моделирование в кремниевом компиляторе// Current Topics in Informatics Systems Research / Ed. by V.E.Kotov. - Novosibirsk, 1991.-P. 173-178.

ЛАБОРАТОРИЯ СИСТЕМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ

Тема 1. Разработать и ввести в эксплуатацию систему неоднородных баз данных и знаний.

Руководитель: Замулин А.В. (зав.лаб.)

Исполнители: н.с. Коситов В.А., н.с. Рыжков В.Д., м.н.с. Пак Е.В., м.н.с. Людвина Н.А., лаборант Поддубная О.М.

В рамках темы была осуществлена реализация системы программирования баз данных АТЛАНТ на ЭВМ класса *IBM PC / AT*.

Ядром системы является язык программирования баз данных Атлант, принадлежащий к семейству языков типа Паскаль. Его существенная особенность - возможность определения произвольных типов данных, родовых компонентов (типов и процедур) и последовательных и ключевых файлов.

База данных (БД) языка Атлант состоит из совокупности переменных и констант различных типов. Схема базы данных - это совокупность определений типов, определений констант и описании переменных. Схема, составленная только из определений типов данных, представляет некоторую модель данных, которая в дальнейшем может быть использована для описания других баз данных.

Доступ к данным некоторой базы данных осуществляется только посредством разделов. При определении разделов задаются имена объектов и режим работы с ними (доступ или модификация). Раздел языка Атлант является аналогом подехемы в системах управления базами данных.

База данных присоединяется к прикладной программе с помощью оператора «над базой». В заголовке оператора указывается имя базы данных и имена разделов, а его тело представляет собой транзакцию. Возможна одновременная работа с любым числом баз данных.

Основными компонентами системы программирования АТЛАНТ-РС являются компилятор и подсистема управления данными.

Функции компилятора:

- трансляция определения базы данных (возможно в контексте созданной ранее модели данных);
- трансляция процедур базы данных;
- трансляция прикладных программ в контексте одной или нескольких баз данных;
- сборка программ из процедур баз данных;

- трансляция запросов конечных пользователей.

Функции системы управления данными:

- создание и уничтожение баз данных;
- создание и уничтожение отдельных файлов базы данных;
- открытие и закрытие базы данных;
- открытие и закрытие файлов базы данных;
- создание, обновление и уничтожение записей в файлах;
- выдача первой, следующей, последней или предыдущей записей данного файла;

- выдача записи с указанным ключом пользователя или ключом базы данных;

- обеспечение целостности базы данных в случае сбоя программы или аппаратуры;

- обеспечение секретности базы данных;

- координация работы с базой данных нескольких программ.

Благодаря указанным свойствам система программирования: АТЛАНТ сочетает в себе мощные функциональные возможности и простоту использования, являясь удобным инструментом для разработки информационных и экспертных систем.

Результаты работы представлены в виде действующего образца системы программирования баз данных и отражены в докладах на следующих научных собраниях:

- Пятой Всесоюзной конференции по системам баз данных и знаний (Львов, сентябрь 1991 г.);

- Пятом Франко-советском симпозиуме по информатике (Гренобль, октябрь 1991 г.);

- Международной конференции «Проблемы информатики» (Самара-Астрахань, май 1991 г.);

- Международной конференции памяти академика А.П. Ершова (Новосибирск, май 1991 г.).

Тема 2. Разработка и ввод в эксплуатацию системы программирования баз данных на основе языка Алгол 68.

Разработка системы производилась в рамках договора с ЛНПО «Красная Заря», г. Санкт-Петербург.

Руководитель: Замулин А.В. (зав.лаб.)

Исполнители: с.н.с. Бульонков М.А. (лаб.теоретич.прог.), м.н.с. Бульонкова А.А., стажер-исследователь Лерман К.Б.

В рамках темы была осуществлена реализация системы программирования баз данных АЛГОЛ 68 БД на ЭВМ типа *IBM PC*, ЕС ЭВМ и ЭВМ нового класса САМСОН.

Система предназначена для создания и ведения баз данных различных моделей в рамках системы программирования *WBC*, ядром которой является язык Алгол 68.

Основными компонентами системы АЛГОЛ 68 БД являются система управления данными (СУД) и экранный монитор, поддерживающий диалоговые средства создания и ведения информационных систем, интерпретатор подмножества языка запросов *SQL*.

Система позволяет:

- определять и транслировать схему базы данных как совокупность схем составляющих ее файлов;

- транслировать и исполнять прикладные программы на языке Алгол 68 в контексте базы данных;

- генерировать языки конечных пользователей, транслировать и исполнять запросы, выраженные в этих языках.

Система управления данными расширяет возможности языка Алгол 68 средствами создания и редактирования прямых, ключевых и индексных файлов.

В системе управления данными реализован механизм транзакций, который обеспечивает надежный механизм восстановления базы данных и сохранения целостности данных в случае сбоев. Кроме того транзакции обеспечивают координацию работы с базой данных нескольких программ. Структура файлов СУД основана на Б-деревьях, что обеспечивает быстрый логарифмический поиск не только в ключевых, но и в прямых файлах.

Монитор системы *A68BD* позволяет создавать файлы с записями, имеющими вид плоской структуры Алгола 68 и редактировать такие файлы в терминах полей их записей. Реализован механизм представлений данных (*views*), служащий обеспечению дисциплины доступа к данным файлов различных пользователей.

Реализован экранный помощник *dbhelp*, позволяющий получать справки по всем компонентам системы и документировать создаваемые информационные системы и прикладные программы.

Система АЛГОЛ 68 БД успешно прошла испытания и сдана в ГосФАП.

Международные связи

В 1991 г. лабораторию посетил сотрудник отдела вычислительных наук университета г.Глазго (Шотландия) доктор Ричард Купер. Он провел ряд бесед с сотрудниками данной и родственных лабораторий и сделал доклад на семинаре института, в котором рассказал о работах по системам баз данных в своем университете.

А.В. Замулин посетил с научным визитом Институт алгебры Дрезденского университета (Германия), где познакомился с работами по построению алгебраических спецификаций и их использованию для решения различных задач. Принято решение продолжить контакты с целью выработки системы спецификаций баз данных.

Публикации

1. Замулин А.В. Языки программирования баз данных // Тр. V Всесоюз. конф. «Системы баз данных и знаний», Львов, 23-27 сентября, 1991 г.
2. Замулин А.В. Основы свойства современных языков программирования БД // УСиМ. - 1991. - № 7. - С.53-62.
3. Коситов В.А., Лерман К.Б., Пак Е.В., Рышков В.Д. Система программирования баз данных Atlant-PC // УСиМ. - 1991. - № 7. - С.62-70.
4. Бульонкова А.А. Неформальная спецификация и реализация системы управления данными повышенной надежности // Методы теоретического и системного программирования. - Новосибирск, 1991. - С.90-99.
5. Zamulin A.V. An orthogonal programming system manifesto // Current Topics in Informatics Systems research. - Novosibirsk, 1991. - P.110-122.
6. Zamulin A.V., Kositov V.A., Kucherov G.A., Pak E.V., Ryshkov V.D. The database programming language Atlant: principal features and implementation techniques // Lecture Notes in Computer Science. - 1991. - Vol. 504. - P.385-402.
7. Zamulin A.V. Data type point of view of main features of a modern persistent language // Actes Preliminaires du Symposium Franco-Sovietique Informatika 91, 16 an 18 Octobre 1991. - Grenoble, 1991.

ЛАБОРАТОРИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Лаборатория занимается исследованием методов, языков и систем искусственного интеллекта.

В штате лаборатории 22 человека, 17 из которых - научные сотрудники. Можно выделить следующие основные направления исследований, проводимых лабораторией в 1991г.:

- разработка средств представления знаний;
- конструирование экспертных систем;
- создание инструментальных систем поддержки разработок искусственного интеллекта;
- подготовка и издание документации.

Средства представления знаний

Данное направление исследований возглавляет с.н.с. Нариньяни А.С.

В 1991 г. была завершена реализация версии комплекса *Semp-Tec* для операционной системы *MS-DOS*. Технологический комплекс *Semp-Tec* предназначен для создания семантических процессоров - программных систем, обеспечивающих эффективное представление и обработку знаний на основе семантических сетей и систем продукций. Семантические процессоры могут выступать в качестве интеллектуальной части в экспертных системах, логических базах данных и знаний, развитых САПР и др. За отчетный период были отлажены средства спецификации и реализован конструкторский монитор комплекса *Semp-Tec*, обеспечивающий редактирование, хранение и компиляцию спецификаций компонентов семантического процессора, а также его сборку, отладку и отторжение от комплекса. Был спроектирован объектно-ориентированный интерфейс для комплекса *Semp-Tec*, который предназначен для повышения уровня средств представления знаний. Такой тип интерфейса позволяет конструировать и использовать сложноструктурированные объекты (фреймы). Объектно-ориентированный интерфейс включает как средства конструирования классов объектов и конкретных объектов, так и продукционный язык, позволяющий работать с объектами такого типа. Средства конструирования объектов поддерживают механизм наследования свойств, позволяют не только оперировать объектами со сложной структурой, но и связывать с объектами вычислительные функции и продукционные правила.

Разработаны и реализованы недоопределенные типы данных и операций над ними. Научная новизна *n*-типов заключается в представ-

лении приближительных, неточных и неполных значений объектов из моделируемой предметной области.

H-типы успешно используются в таких программных системах, как *UniCalc* - интеллектуальный решатель нестандартных задач, *Time-Ex* - интеллектуальной системе временного планирования, *Nemo-Tec* - конструкторе виртуальных потоковых процессоров на основе недоопределенных моделей.

Разработана и реализована модель предметной области для задачи проектирования трансформаторов. Начата реализация препроцессора к технологическому комплексу *Nemo-Tec*. Необходимость такого препроцессора вызвана ограничениями, наложенными потоковым управлением в технологическом комплексе *Nemo-Tec*. Исследуется возможность подключения производственного модуля к *Nemo-Tec*.

Продолжались работы по созданию естественно-языковых интерфейсов. Система *Lingua.F* представляет собой универсальную фабрику лингвистических процессоров, предназначенных для различных предметных областей. *L*-процессор, построенный с помощью фабрики, переводит тексты на естественном языке в некоторое формальное представление, которое затем может быть обработано некоторой программной системой. В качестве таких текстов могут выступать запросы к базам данных, задания на конструирование, директивы и т. п. *L*-процессор, являющийся основой *EЯ*-интерфейса обеспечивает анализ запросов, сформулированных на естественном языке в произвольной форме, а также синтез их представления на формальный язык. *L*-процессор состоит из двух частей: производственного компонента и словаря. Для анализа *EЯ*-запросов используется семантически ориентированный подход, дающий возможность, опираясь на семантику лексем и сочетаемость их между собой, осуществлять перевод. При этом морфологический анализ применяется для автоматического выделения основ из словоформ, а синтаксис привлекается как вспомогательное средство для обработки некоторых явлений.

Кроме того продолжались теоретические разработки в области структуры языка и диалогового взаимодействия, а именно анализ связанного текста с целью извлечения информации для заполнения базы данных.

Экспертные системы

Данным направлением руководит зав. лаб. Яхно Т.М. В 1991 г. была реализована оболочка экспертных систем *DI*GEN*, предназначенная для построения экспертных систем, решающих задачи диагностики: технической и медицинской.

Научная новизна оболочки состоит в следующем:

- построена объектно-ориентированная система накопления знаний, которая позволяет создавать базу знаний в терминах предметной области, делая работу эксперта комфортной и эффективной;

- оболочка ориентирована на класс задач диагностики, что позволило зафиксировать операционную семантику объектов и функций и встроить их в оболочку;

- выбран компиляционный подход к созданию баз знаний, чем достигается эффективность и компактность генерируемых экспертных систем.

Построена экспертная система технической диагностики доменного процесса. Экспертная система создана средствами оболочки *DI*GEN* и предназначена для использования в НПО «Черметавтоматика».

Создана экспертная система дифференциальной медицинской диагностики кардиалгий. Экспертами являлись врачи института клинической и экспериментальной медицины СО АМН. В настоящее время система проходит независимую медицинскую экспертизу.

Выполнены макетные реализации широкого круга медицинских экспертных и информационно-справочных систем.

Инструментальные системы

Направлением работ, связанных с созданием инструментальных систем поддержки разработок систем искусственного интеллекта, руководит с.н.с. Швецов И.Е.

В 1991 г. разработана система *Panel-Kit*, которая является инструментальным средством разработчика прикладных информационно-вычислительных систем, предназначенным для создания эргономичного интерфейса этих систем с пользователем. Для конструирования интерфейсов прикладных систем *Panel-Kit* предоставляет язык спецификации интерфейса, компилятор текста, подсказки для прикладной системы, а также библиотеку сервисных функций, которыми разработчик прикладных систем может воспользоваться при написании своих систем.

Создан конструктор информационно-вычислительных систем *INFO-Tec*. Конструктор предназначен для создания прикладных систем, представляющих собой оболочки *dbASE*-совместимых СУБД. Научная новизна системы состоит в том, что в ней используется язык программирования баз данных, имеющий уровень выше, чем у многих существующих, и средства конструктора позволяют создавать прикладные системы, обладающие возможностью доуточнять данные в базе данных.

Подготовка документации

В лаборатории сформировано подразделение, которым руководит Смердина Г.В., связанное с написанием и подготовкой документации создаваемых программных систем. По всем описанным системам подготовлена документация как в стандарте ЕСПД, так и коммерческий вариант.

Научно-педагогическая деятельность

Сотрудники лаборатории ведут активную педагогическую деятельность. На кафедре Вычислительной математики Новосибирского государственного университета в 1991 г. прочитаны следующие курсы: «Методы языка и системы искусственного интеллекта», «Экспертные системы». Ведется спецсеминар «Технология проектирования экспертных систем», а также практические занятия по программированию.

В лаборатории в 1991 г. специализировалось 10 студентов Новосибирского университета.

Темы выполненных дипломных работ:

Рашидов Андрей Вячеславович. «Реализация подсистемы объяснений в экспертной системе технической диагностики».

Смола Владимир Владимирович. «Интеграция баз данных и баз знаний экспертных систем».

Домашенко Татьяна Владимировна. «Разработка и релизация программных средств для специальной задачи моделирования на основе n-моделей».

Щипунов Владимир Викторович. «Поиск по образцу в семантической сети».

Сотрудники лаборатории приняли участие в следующих конференциях и семинарах:

- Всесоюзной научно-технической конференции «Интеллектуальные системы в машиностроении» (Самара);

- Международном совещании по искусственному интеллекту (Колмна);

- Девятой школе по пакетам прикладных программ (Адлер);

- Семинаре по компьютерной лингвистике (Завидово),

а также в таких компьютерных выставках, как:

- Международный компьютерный форум (Москва);

- SofTool.91 (Москва);

- КузбасИнфо.91 (Кемерово).

В будущем году планируется создание новых версий систем, дальнейшая интеграция проектов, а также исследования по объектно-ориентированному подходу в искусственном интеллекте, созданию гибридных и интегрированных экспертных систем и развитым программным обстановкам.

Публикации

1. *Narin'ani A. S.* Intelligent software technology for the New Decade// Communs. of the ACM. -1991. - Vol.43, № 6.
2. *Grinberg S.Y., Yakhno T.M.* DI*GEN: the shell for diagnostic expert system construction// Current Topics in Informatics Systems Research. - Novosibirsk, 1991.- P.160-166.
3. *Гринберг С. Я., Яхно Т.М.* Разработка диагностических экспертных систем//Материалы Всесоюз. научно-технич. конф. «Интеллектуальные системы в машиностроении». - Самара, 1991.
4. *Трапезников С. П., Диденберг Ф.Г., Кучин С.И.* От фабрики лингвистических процессоров к системе конструирования ЕЯ-интерфейса для СУБД//Материалы Всесоюз. научно-технич. конф. «Интеллектуальные системы в машиностроении».- Самара, 1991.
5. *Швецов И.Е., Маркин В.С., Амитина А.Е.* PARTNER - оболочка для создания интеллектуальных прикладных систем на основе коммерческих СУБД//Материалы Всесоюз. научно-технич. конф. «Интеллектуальные системы в машиностроении». - Самара, 1991.

ЛАБОРАТОРИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Лаборатория параллельных систем (под руководством Ю.Л. Вишневого) занимается исследованием и разработкой прототипа высокопроизводительной ЭВМ потоковой динамической архитектуры.

Работы, выполнявшиеся в 1991 г., касались вопросов выбора архитектуры системы, проектирования аппаратуры, изучения методов создания надежного программного обеспечения.

Можно выделить следующие конкретные направления исследований:

1. Сравнительный анализ архитектур ЭВМ с длинным командным словом.

2. Проектирование аппаратного и микропрограммного обеспечения телекоммуникационного процессора.

3. Исследование объектно-ориентированного подхода к созданию надежного программного обеспечения.

4. Сравнительный анализ архитектур ЭВМ, управляемых потоками данных.

1. В качестве объекта исследований были выбраны архитектуры, ориентированные на выдачу процессором нескольких команд/операций в течение одного такта. К таким архитектурам относятся, во-первых, развязанные (*decoupled execute/access*) и, во-вторых, с длинным командным словом (*very-long-instruction-word*). Первые характеризуются динамическим «расщеплением» единого вычислительного процесса, как минимум, на два параллельно протекающих процесса, осуществляющих доступ к памяти и обработку данных, а также взаимодействующих через специальные очереди передачи данных. В свою очередь *VLIW*-архитектуры используют методы статического планирования для того, чтобы сформировать длинное командное слово, содержащее множество одновременно выдаваемых операций функциональных устройств процессора. Результаты исследований приведены в принятой для публикации в журнале *«Journal of Supercomputing»* (USA) совместной статье сотрудника лаборатории М.Н. Дорожневца и американского ученого из Аризонского университета Питера Волкотта, посвященной анализу различных подходов к реализации указанных архитектур в советских и американских системах, таких как Эльбрус-3, Марс-М, Trace, Cydra-5, PIPE и др.

2. При проектировании процессора основной задачей являлось нахождение оптимальных технических решений, обеспечивающих прием, буферизацию и передачу пакетов данных в реальном масштабе

времени. Специальным требованием было обеспечение определенного уровня надежности системы и ее устойчивости к ошибкам. Проектирование и тестирование ячеек телекоммуникационного процессора выполнено с использованием САПР «Пульс». Разработан пакет микропрограмм, реализующий систему команд данного процессора. Полученные результаты использованы Институтом точной механики и вычислительной техники АН СССР (Москва) при создании вычислительных систем серии «Эльбрус» нового поколения.

3. Дан сравнительный анализ целесообразности применения конструкций языков высокого уровня и архитектур вычислительных систем при разработке объектно-ориентированного программного обеспечения. Исследована эффективность применения существующих и перспективных средств поддержки интеллектуальных систем в прикладных областях.

Результаты исследования объектно-ориентированного подхода приведены в научном отчете лаборатории ПС.

Вопросам создания объектно-ориентированного программного обеспечения, его надежности и мобильности посвящены статьи сотрудников лаборатории Л.П. Кузнецовой, С.Г. Топоровой и В.А. Грошевой, опубликованные в сборнике трудов ИСИ СО АН.

4. Подготовлена к публикации статья сотрудника лаборатории О.В. Чудаевой, в которой дана характеристика статической и динамической моделей вычислений, управляемых потоками данных, проведен сравнительный анализ потоковых архитектур, отражены особенности потоковых языков программирования, а также представления данных и управления вычислениями.

В 1992 г. планируется продолжить исследования в области перспективных архитектурных решений вычислительных систем, а также в области создания экспертной системы для интеграции информационно-обрабатывающих блоков в проблемно-ориентированном комплексе.

Публикации

1. *Dorozhevets M.N., Wolcott P.* The Journal of Supercomputing, USA.-(to appear).
2. *Кузнецова Л.П., Топорова С.Г.* Об объектно-ориентированных прикладных системах и программах и обеспечении их мобильности// Методы теоретического и системного программирования.- Новосибирск, 1991.- С.40-48.

3. *Грошева В.А.* Сравнительный анализ некоторых моделей надежности программного обеспечения // Там же. - С.80-86.

Подготовлен к печати также отчет «Использование принципов объектно-ориентированного программирования при создании программного обеспечения высокопроизводительных потоково-конвейерных ЭВМ».

ЛАБОРАТОРИЯ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

1. Реализована версия ОС ДЕМОС-1210, совместимой с ОС *UNIX*, для двухмашинного варианта ЭВМ СМ-1210. Разработана версия системы программирования Си, поддерживающая оверлеи. Система передана на завод-изготовитель ЭВМ (Северодонецкий приборостроительный) для поставки пользователям и внедрена на нескольких предприятиях.

Проведена адаптация СУБД РУБИН для ЭВМ СМ-1210 под ОС ДЕМОС-1210. Проводится опытная эксплуатация системы.

2. Разрабатывается СУБД-окружение для профессиональных Модула-2-программистов.

Целью данной работы является создание комфортабельной обстановки для работы с базами данных в естественной для Модула-2-программистов среде. Работа ведется по следующим направлениям:

- разработка библиотеки, обеспечивающей средства доступа к наиболее популярным СУБД;
- разработка библиотеки, поддерживающей набор операций над записями древовидной структуры (работа завершена);
- разработка библиотеки, поддерживающей словарную базу данных с неключевыми записями древовидной структуры и операциями вставить, заменить, удалить, прочитать (работа завершена);
- разработка расширений языка Модула-2, ориентированных на язык баз данных (работа завершена);
- доработка компилятора Модула-2;
- разработка генератора отчетов и сервисных утилит.

Система может работать в различных операционных средах на ЭВМ КРОНОС-2.6 и *IBM PC AT /386*.

ЛАБОРАТОРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИНФОРМАТИКИ

В Лаборатории экспериментальной информатики (заведующий - с.н.с. А.А.Берс) работают два научных сотрудника: Л.Л.Змиевская и В.Г.Поляков и шесть младших научных сотрудников.

Лаборатория ведет исследования по созданию экспериментальных систем программного обеспечения рабочих мест интеллектуальной деятельности. Основной предметной областью разрабатываемых рабочих мест является редакционно-издательская подготовка полиграфической продукции.

Отчетный год был переходным. Весной в связи с крахом СЭВ исчезли надежды на производство РС МРАМОР, подготовленной к серийному выпуску на польском заводе «МЕРА-Блоне». Поэтому частично работы этого года служили завершению и продолжению работ по МРАМОРу и сохранению, посредством переноса на другую аппаратную базу, наработок по прикладным и общесистемным алгоритмам и программным средствам, а частично были направлены на освоение новой техники и заделу на будущее.

1. Завершена работа по системе подготовки книжно-журнальных изданий на РС МРАМОР. С выходом на фотоформное устройство «Линотроник-300» система использовалась в издательстве «Правда» для выпуска журнала «Наука и жизнь», но после подготовки первых трех номеров 1991 г. ее применение прекратилось из-за отсутствия поддержки работы МРАМОРа заводом-изготовителем («МЕРА-Блоне», Польша).

Версия этой системы с выходом на фотоавтомат ФА-1000, механизмы которого управляются непосредственно от разработанной и изготовленной в нашей лаборатории платы управления, эксплуатируется в лаборатории.

На базе использования этой же платы создана система подготовки книжных изданий для ЭВМ типа *IBM PC XT/AT*. Система внедрена в малом издательстве в Красноярске и в 4-й типографии издательства «Наука».

Проведены успешные эксперименты по управлению и выводу текстовых полос, подготовленных на РС МРАМОР, на фототелеграфное устройство «Газета-2» формата А2 с разрешением 24.5 лин/мм. Для сопряжения разработана и изготовлена специальная плата-адаптер, устанавливаемая на шину МРАМОРа.

2. В рамках договора о научно-техническом сотрудничестве с издательством «Советская Сибирь» проведена разработка и внедрение технологии подготовки многотиражных газет формата А3 в типографии издательства. По этой технологии издается 12 многотиражек и газета «Вечерний Новосибирск». Подготовленные на ЭВМ *IBM PC XT/AT* электронные оригиналы полос передаются в систему изготовления фотоформ на «Газете-2», где за одну экспозицию получается форма для двух полос формата А3. При этом время подготовки электронного оригинала к развертке на фототелеграфном аппарате не превышает 2.5 - 3 минут, а объем результирующего файла не превышает 400 Кбайт. Сам цикл развертки и проявления одной формы занимает на «Газете-2» около 10 минут.

Для сравнения стоит указать, что время подготовки электронного оригинала формата А4 на лазерном принтере *LaserJet II* с разрешением 300 лин/дюйм, включая загрузку шрифтов, занимает около 6 минут, а время подготовки к развертке сверстанной полосы формата А2 для обеих известных нам отечественных систем (созданных в Кирове и Барнауле) с выходом на «Газету-2» составляет 45 - 50 минут при объеме промежуточного побитового образа до 30 Мбайт на жестком диске.

3. В порядке подготовки к новому циклу работы велось освоение поступивших в лабораторию двух ЭВМ типа *IBM PC/AT*.

Сотрудниками лаборатории представлены 2 доклада на конференции всесоюзного уровня и 2 доклада на семинары рабочей группы по технологии МП.

Публикации

1. *Несговорова Г.П., Садомская М.В.* Система сбора, обработки и анализа данных для различных информационных структур // Автоматизированные библиотечно-информационные системы: Тез. докл. / IV Научн. семинар с международным участием, Новосибирск, 14-16 мая 1991. - Новосибирск, 1991.
2. *Несговорова Г.П.* Программно-методические средства подготовки русскоязычных текстов при разработке программных систем // Методы теоретического и системного программирования. - Новосибирск, 1991. - С. 120-128.
3. *Берс А.А.* Операционные обстановки высокого уровня // Современные вопросы технологии программирования. - Санкт-Петербург, 1991. - С. 40-64.

ЛАБОРАТОРИЯ СИСТЕМНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Лаборатория занимается исследованием методов построения систем программирования и языковых процессоров, принципов создания инструментов окружения программирования, системных частей прикладных проблемно-ориентированных систем.

Основной проект лаборатории - создание окружения программирования для встроенных ЭВМ, поддерживающего разработку надежных и эффективных программных систем (система СОКРАТ).

Был разработан эскизный проект системы (зав.лаб. И.В.Поттосин, с.н.с. С.Б.Покровский, Г.Г.Степанов, В.И. Шелехов, н.с. Л.А.Захаров, м.н.с. Т.В.Кузьминов, О.Б.Томе, Ш.И. Ходиев, С.К. Черноножкин, инженеры Т.Б.Болтаев, А.Г.Ершов, Л.В.Тен) совместно с Лабораторией конструирования и оптимизации программ. В соответствии с эскизным проектом была разработана первая версия системы для персональных ЭВМ, совместимых с *IBM PC/XT/AT*, работающая под *MS-DOS*. Языком реализации является язык компилятора *TopSpeed Modula-2*.

Целью этого проекта является построение открытой системы с богатым набором инструментов, позволяющих повышать эффективность и надежность разрабатываемого программного обеспечения, в том числе различных инструментов создания и обработки программ. В качестве языков реализации создаваемого программного обеспечения рассматриваются современные языки разработки программных систем, сейчас окружение программирования создается для языка Модула-2. С учетом взаимосвязи различных инструментов обработки программ создаваемая система предлагает разумные принципы их интеграции и необходимые интерфейсы.

Были разработаны и реализованы в соответствующих инструментах следующие принципы интеграции.

1. База данных разработки основывается на гипертекстовой среде. Система поддержки гипертекстовой среды (разработчики - С.Б.Покровский и Г.Г.Степанов) ориентирована на разработку программ (по типизации сегментов гипертекста, по средствам работы с гипертекстом). Система обеспечивает многоверсионность и вариантность. Она является оболочкой для разработанного текстового редактора (редактора гипертекста), интегрирована с транслятором и системой пропуска текстов.

2. Трансляция с входного языка (Модула-2) для всех инструментов обработки программ обеспечивается единой транслирующей компонентой - *front-end* (переводчиком). Интерфейс между переводчиком и другими инструментами основан на новой идее - так называемом операционном интерфейсе. Вместо традиционного получения программы на некотором внутреннем представлении в переводчике специфицированы модули генерации (Т.В. Кузьминов), подмена которых позволяет генерировать любое (удобное для инструмента) внутреннее представление или прямо объектную программу. Входным языком переводчика является Модула У (Т.В.Кузьминов) - расширение виртуальной версии Модула-2, близкое к Модулю Х (входной язык транслятора для КРОНОСа). Существующая версия транслятора с Модуля У состоит из переводчика (Т.В.Кузьминов, лаб. Д.В.Лесков) и генератора М-кода (Л.А.Захаров).

3. Существует единая дисциплина исполнения, общая для всех потенциально возможных интерпретаторов и исполнителей (интерпретаторы внутренних представлений, интерпретаторы встроенных ЭВМ, отладочные интерпретаторы, мониторы для *exe*-файлов *IBM PC* и пр.). На основе этой дисциплины построена исполняющая система (А.Г.Ершов, Т.В.Кузьминов, Л.А.Захаров, С.К. Черноножкин), состоящая из общих ядра и диспетчера и набора конкретных исполнителей. В ядре собрана поддержка объектов исполняемых компонент и запросов к ним, а также поддержка расширяемого набора исполнителей и загрузки компонент. Обращение к ядру происходит через диспетчер. Конкретный исполнитель, пользуясь ядром, организует исполнение компонент, посылая при этом запросы к их объектам и интерпретируя ответы. В качестве примера исполнителей реализованы отладчик и интерпретатор М-кода.

4. Все процессоры анализа, преобразований и оптимизации программ опираются на единое внутреннее представление Модуля-программ - внутренний язык (В.И.Шелехов). Этот внутренний язык основан на предложенной концепции языковых инвариантов, представляющих операционную семантику. Внутренний язык определяет унифицированное представление языковых конструкций и поэтому потенциально может быть расширен и стать универсальным для языков Паскаль, Ада, Си. Описана операционная семантика языка Модула-2 в терминах языковых инвариантов и зафиксировано ее отображение во внутренний язык. Частично реализована программная поддержка работы с конструкциями внутреннего языка, генерации внутреннего представления и его визуализации (В.И.Шелехов, О.Б.Томе с участием

лаборатории конструирования и оптимизации программ). Начато опробование внутреннего языка в алгоритмах потокового анализа и оптимизации программ (О.Б.Томе, Ш.И.Ходиев).

Разработанная на основе этих принципов первая версия системы СОКРАТ передана для внедрения. Эта версия включает гипертекстовую среду, редактор гипертекстов, транслятор с языка Модуля У, исполняющую систему с отладчиком и интерпретатором М-кода, систему пропуска текстов. Система пропуска текстов (В.И.Шелехов, Л.В.Тен) автоматизирует процесс тестирования, позволяя создавать набор текстов как гипертекст, пропускать его в пакетном и диалоговом режиме, хранить и сравнивать результаты пропуска с предыдущими.

Для совершенствования методов конструирования программ, предлагаемых пользователю системы СОКРАТ, была разработана концепция структурного конструирования. Структурное конструирование основывается на разработке программ в режиме структурного редактирования и предоставляет возможность в самом процессе конструирования отлаживать, исполнять и анализировать незавершенные программы. Разработанный для ЭВМ КРОНОС языково-настраиваемый структурный редактор (Т.В.Кузьминов) переносится с настройкой на Модуль У на IBM PC. Созданы прототипы интерпретатора незавершенных программ и анализатора неиспользуемых объектов на ЭВМ КРОНОС (Т.Б.Болтаев) и завершается их перенос на IBM PC.

Основные направления развития системы заключаются в:

- совершенствовании гипертекстовой среды с включением на ее основе средств проектирования, специализации, документирования и графических средств;
- включении в систему процессоров анализа, глобальной оптимизации и преобразования программ;
- развитию и совершенствовании отладочных средств и средств получения количественных характеристик программы;
- создании архитектурно настраиваемого оптимизирующего генератора кода;
- включении средств структурного конструирования.

Продолжались исследования лаборатории по методологии и прикладной теории оптимизации программ. Был проведен анализ состояния теории и практики оптимизации программ и намечены потенциальные пути перспективных исследований в этом направлении (И.В.Поттосин), получено заключение о корректности более слабых, чем были известны ранее, контекстных условий расчленения и объеди-

нения циклов, учитывающих влияние повторяющихся исполнений тела цикла (Ш.И.Ходиев).

Завершено программирование конвертора из языка Альфа в Фортран ЕС (А.Ф.Рар), прошли первые тесты. Конвертирование осуществляется для важных пользователям подмножества языка Альфа и имеет целью получение достаточно эффективных программ на Фортране.

Работы по системному обеспечению прикладных программных систем сводились к исследованиям и реализации диалогового и графического интерфейса задач геофизики. Разработаны диалоговый графический интерфейс для решения задач миграции в среде X. Windows под Юниксом (м.н.с. А.Печерская), специализированный графический редактор и визуализатор геофизических данных по скважинам (инж. Н.Г.Марочкина). Разработанные инструменты являются прототипом будущей экспертной системы прогноза месторождений по геофизическим данным, работа над которой начата совместно с ВЦ СО РАН.

Защищена одна кандидатская диссертация аспирантом лаборатории А.Г.Жарковым на тему «Управление вводом-выводом в системах программирования на основах иерархической модели» (Новосибирск, 1991 г.).

Сотрудники лаборатории ведут преподавательскую работу на мехмате НГУ, прочитаны курсы лекций по основам программирования, методам и языкам системного программирования, методам трансляции, велись семинарские занятия по программированию, практика на ЭВМ. Защищена одна дипломная работа и две курсовые.

Лаборатория находится в постоянных рабочих контактах с ВЦ ЛГУ, ВЦ РАН, ВЦ СО РАН, ИК УкрАН, НИИ прикладной механики, Международным центром технологии программирования, имеются контакты с ИИГ-ИА (Франция).

Сотрудники лаборатории участвуют в руководстве и организации работ таких всесоюзных групп, как группа по языкам и системам программирования (председатель - И.В.Поттосин, ученый секретарь - Г.Г.Степанов), рабочая группа по стандартизации языка Модуля-2 (председатель - И.В.Поттосин, ученый секретарь - Л.А.Захаров). Поттосин И.В. и Покровский С.Б. являются членами Ассоциации вычислительной техники (США) и ее рабочей группы SIGPLAN и входят в руководство советского локального отделения этой группы (И.В.Поттосин - председатель, С.Б.Покровский - ученый секретарь). Поттосин И.В. был сопредседателем программного комитета советско-французского симпозиума ИНФОРМАТИКА-91.

Сотрудники лаборатории участвовали в:

- Международной конференции «Перспективы систем информатики» (Новосибирск, май, 1991 г.), прочитав следующие доклады:

«Труды А.П.Ершова» - И.В.Поттосин;

«О связи между теорией и практикой в преобразованиях программ» - В.Н.Касьянов, И.В. Поттосин.

- Республиканской конференции по современным проблемам алгоритмизации (Ташкент, сентябрь, 1991 г.) с докладами:

«Конструирование прикладных программ и программных систем: от алгоритмов к программам» - И.В.Поттосин;

«О выборе алгоритмов оптимизации программ» - Ш.И.Ходиев.

- Открытом советско-французском симпозиуме ИНФОРМАТИКА-91 (Гренобль, ноябрь 1991 г.), представив доклад

«Гипертекст как окружение разработки программ» - С.Б. Покровский, Г.Г.Степанов.

И.В.Поттосин также сделал доклад на семинаре ИНРИА на тему: «Практические результаты теории оптимизации программ».

Публикации

1. *Ershov A.G., Shemelina N.V., Svetlakova F.G., Zanina I. V.* On an approach to machine translation problem: automation of technical prose translation// Current Topics in Informatics Systems Research. - Novosibirsk, 1991. - P.151-159.
2. *Кожухина С.К., Поттосин И.В., Томе О.Б., Ходиев Ш.И.* Глобальная оптимизация программ в многоязыковой транслирующей системе. - Новосибирск, 1991. - 30с. - (Препринт/АН СССР. Сиб. отд.-ние. ИСИ; 6).
3. *Pokrovsky S.B., Stepanov G.G.* Hypertext as a software development environment// Current Topics in Informatics Systems Research. - Novosibirsk, 1991. - P.144-150.
4. *Pokrovsky S.B., Stepanov G.G.* Hypertext as an environment for software development// Actes preliminaire du Symposium Franco-Sovietique INFORMATIKA 91. - INRIA, 1991.
5. *Pottosin I. V.* Andrej Petrovich Ershov// Images of Programming. - North-Holland, 1991.
6. *Pottosin I. V.* Selected bibliography of Ershov's paper// Ibid.

7. *Pottosin I. V.* Analysis of program optimization possibilities and further development//Theoretical Computer Science.- 1991.-Vol.90, №1. - (то же в Images of Programming, North-Holland, 1991).
8. *Поттосин И.В.* Анализ возможностей и путей развития оптимизации программ// Программирование. - 1991. - № 6.
9. *Ходиев Ш.И.* Контекстные условия для объединения и расчленения циклов с индексными выражениями// Тр. конф. по смешанным вычислениям и преобразованиям программ.- Новосибирск, 1991.
10. *Шелехов В.И.* Формализация семантики исполнения языка Модула-2// Методы теоретического и системного программирования. - Новосибирск, 1991. - С.46-63.

Захаровым Л.А. опубликованы в сборнике «Системная информатика» (Новосибирск, Наука, Сиб. отд., 1991) переводы статей:

1. Н.Вирг. Языки программирования Оберон.
2. Н.Вирг. От Модулы к Оберону.

ЛАБОРАТОРИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ПРОГРАММ

Исследования в лаборатории, возглавляемой Касьяновым В.Н., направлены на повышение качества математического обеспечения ЭВМ, главным образом его эффективности и надежности. Лаборатория ведет фундаментальные исследования по разработке теоретических основ для конструирования качественных программ на основе трансформационного подхода и аннотирования программ, а также осуществляет экспериментальные и прикладные проекты, базирующиеся на разрабатываемых теоретических концепциях и методах.

В штате лаборатории 18 человек, половина из которых научные сотрудники.

Теория и методы трансформационного и функционального программирования

Трансформационный подход трактует программирование как систематическое применение фундаментальных процессов семантической обработки программ, сохраняющих при преобразовании программы определенный ее семантический инвариант и образующих в совокупности «сумму технологий».

Исследования систем семантических преобразований и их применений показывают важность для различных видов работы с программами использования в процессе преобразования информации, известной о контексте применения преобразуемой программы, а также выполнения обобщающих и специализирующих преобразований, не являющихся эквивалентными. Например, стандартная схема конструирования эффективной программы предполагает переход от начальной спецификации к ее обобщению, а затем - к специализации полученного программного решения.

В отличие от эквивалентных преобразований, которые сохраняют функции, реализуемые преобразуемыми программами, обобщающее преобразование может перевести исходную программу в такую результирующую, которая решает более общую задачу, чем исходная программа (например, функция, реализуемая результирующей программой, может получаться из функции исходной программы путем пополнения ее новыми параметрами и результатами).

Специализация в некотором смысле дополняет обобщение и связана с переходом к менее универсальной программе. Хорошо известным примером специализирующего преобразования является переход от

исходной к остаточной программе при смешанных вычислениях программы на частично заданных ее входных данных.

Подобно выделению оптимизирующих преобразований из множества всех эквивалентных преобразований можно в множестве обобщающих и специализирующих преобразований выделять так называемые конкретизирующие преобразования, предназначенные для оптимизации исходных программ в рамках ограниченных и стабильных контекстов их применений. Каждое конкретизирующее преобразование ориентировано на улучшение программы в соответствии с заданным критерием качества (таким, как, например, эффективность, наглядность или надежность), без изменения смысла программы в заданном ограниченном контексте ее применения.

Статья [18] посвящена проблеме конкретизации программ методами семантически корректных преобразований аннотированных программ. В соответствии с описанным подходом заданная программа общего назначения может аннотироваться известной информацией о конкретном контексте ее применения и корректно преобразовываться в специализированную программу, которая эквивалентна исходной на определенных контекстах множеств входов и выходов и является более качественной по критерию, определенному контекстом. Рассматриваются инструменты для конкретизации программ методами преобразований аннотированных программ. В работах [7, 16, 17] рассматривается применение трансформационного подхода к основным видам обработки программ, встречающимся в практике современного программирования, а также к более общим вычислительным процессам - смешанным вычислениям и аннотированному программированию, по отношению к которым эти основные виды обработки программ выступают как их частные случаи или конкретные проявления.

В лаборатории проводятся исследования различных отношений эквивалентности и эквивалентных преобразований на разных моделях программ. Одна из важных моделей, приобретающая особую актуальность в связи с широким распространением функционального стиля программирования - это класс рекурсивных схем программ. Известно, что проблема функциональной эквивалентности рекурсивных схем является алгоритмически неразрешимой. Б.Розен ввел другое, более сильное отношение древесной эквивалентности рекурсивных схем. Неформально, две схемы древесно эквивалентны, если совпадают их (вообще говоря, бесконечные) развертки. Это отношение интересно не только с точки зрения построения эквивалентных преобразований. Проблема древесной эквивалентности рекурсивных схем оказалась

равносильной знаменитой открытой проблеме эквивалентности детерминированных магазинных автоматов. В работе [19] был описан новый класс преобразований, сохраняющих древесную эквивалентность. Общая формулировка правила преобразования использует понятие допустимой системы E правил переписывания термов, допустимость которой для заданной рекурсивной схемы S означает, по существу, что для любого правила $l \rightarrow r$ из E выполнены следующие условия:

1) термы l и r подобны, т. е. после удаления из них вызовов получаются «почти одинаковые термы»;

2) терм $R(l)$ можно перевести в терм $R(r)$ применением правил переписывания из E , а также правил вида $f(\dots, \Omega, \dots) \rightarrow \Omega$, $if(\Omega, x, y) \rightarrow \Omega$, $if(x, \Omega, \Omega) \rightarrow \Omega$, где R означает преобразование раскрытия всех самых внешних вызовов терма, f - произвольный базовый символ, отличный от if , а Ω - терм-вызов функции с определением $\Omega \leftarrow \Omega$.

В статье [19] доказано, что применение правил переписывания из допустимой системы правил переписывания термов сохраняет отношение древесной эквивалентности. В работе [20] описан ряд алгоритмов эффективного построения систем правил переписывания, допустимых для произвольной заданной рекурсивной схемы и соответствующих определенным содержательным ее преобразованиям. Среди этих преобразований - замены для несущественных вхождений термов, вставка и удаление неиспользуемых определений, вставка и удаление фиктивных параметров, стягивание зацикливаний, склеивание и копирование похожих определений функций, свертка и развертка, замена термов с использованием инвариантов. Здесь же описаны условия для корректного применения ряда известных преобразований, сохраняющих функциональную эквивалентность.

Выполнен анализ постановки задачи программно-методического обеспечения разработки учебно-экспериментальных программных средств в рамках функционального подхода к представлению информации, ориентированного на построение и поддержание банка типовых компонент для конструирования программных систем [3,4]. Работа использует результаты исследования и разработки экспериментальных и учебных систем программирования разного назначения, а также опыт обучения информатике и системному программированию, накопленный под руководством академика А.П.Ершова.

Основой функционального подхода к представлению информации, возникающей при разработке учебно-экспериментальных программных средств, служит классификация реализационной семантики про-

граммных систем, спроецированная на пространство требований к качеству программных комплексов, применяемых в учебном процессе. Усложненность такого пространства в сравнении с производственными программными комплексами актуализирует потребность в специальной технологии построения гибких программных средств, приспособленных к быстрому совершенствованию по мере осознания пользователями потенциальных возможностей компьютера, а также к переносу программно-методического обеспечения в разные условия.

Классификация семантики позволяет определить формальную спецификацию типовых семантических систем и параметров, необходимых для конструирования программных средств из некоторого конструктива, реализуемого, варьируемого и пополняемого по мере накопления удачных решений в форме реально действующих макетных образцов. Вывод конструктива и сборку программных средств из него предполагается выполнять специальными программными инструментами, представляющими собой комплексы из отладчика, анализатора и проектора программ на разных языках программирования.

Базовые алгоритмы и понятия информатики

Теория графов стала применяться в программировании с самого начала возникновения ЭВМ в силу больших удобств выражения задач обработки информации на теоретико-графовом языке. Модель программы в виде управляющего графа, модель арифметического выражения в виде ориентированного дерева, синтаксические деревья, деревья сортировки и другие теоретико-графовые конструкции внесли свой существенный вклад в прогресс программирования и его автоматизации.

В лаборатории ведется работа по систематизации основных математических понятий, методов и алгоритмов, применяемых в различных приложениях теории графов в программировании. Текущим результатом этой работы явилось решение проблемы в отношении наиболее важного для программирования класса алгоритмов обработки деревьев [5, 6]. Эти алгоритмы по своей фундаментальности для задач обработки информации можно сравнить только с алгоритмами вычисления функций анализа или алгоритмами линейной алгебры в вычислительной математике. Среди рассмотренных - задачи обходов и генерации деревьев, отыскания каркасов, построения структурных деревьев, изоморфизма, унификации и преобразования деревьев, организации и представления информации, а также синтаксического анализа.

Ведется также работа по разработке понятийной основы (учебной) информатики. Начата подготовка словаря по информатике.

Инструменты анализа, преобразования и конструирования программ

Для программиста, создающего и отлаживающего программы на языке Модула-2, в лаборатории разрабатываются экспериментальные программные системы (инструменты), предназначенные для быстрого построения надежных и эффективных программ, в том числе для встраиваемых ЭВМ.

Набор таких инструментов семантической обработки программ включает: специализатор, который предназначен для корректного преобразования универсальных Модула-программ в их частные (специализированные) версии методами редуцирующих конкретизаций; анализатор семантических свойств, который выявляет подозрительные семантические конструкции в тексте программы и сообщает пользователю о свойствах состояний вычислений в интересующих его точках; а также трансформационную машину, которая дает возможность автоматического применения корректных содержательных преобразований к конструируемой программе.

Все эти инструменты позволяют пользователю работать с программой на языке Модула-2, расширенном средствами аннотирования в синтаксической форме формализованных комментариев (т.е. с аннотированной Модула-программой), задавать в аннотациях и использовать в дальнейшем известную ему информацию о свойствах программы и конкретных условиях ее применения.

В 1991 г. было закончено построение простейшего анализатора свойств Модула-программ, который обнаруживает синтаксически или семантически неправдоподобные конструкции, выявляя, например, постоянные условия условных операторов и операторов цикла, постоянные дискриминанты операторов выбора и т.д. В настоящее время создается новая, более мощная, версия анализатора, которая обрабатывает программы на уровне специально разработанного внутреннего представления, общего для всех инструментов семантической обработки в рамках проекта СОКРАТ. При разработке этого внутреннего представления учитывались нужды всех семантических процессоров, реализуемых в проекте. Имеются, например, динамические структуры данных, с помощью которых можно эффективно строить и обрабатывать списочные структуры, последовательности и массивы переменной длины.

Перечень свойств, которые выявляются разрабатываемым анализатором, включает корректность цепочек от задания к использованию переменных, а также программные инварианты, представляющие собой

множества равенств термов, истинных в любом состоянии памяти, с которым можно прийти в данную программную точку.

Построение программных инвариантов оказалось серьезной задачей, для решения которой потребовалось не только развитие надлежащей теории и разработка эффективных алгоритмов, но и машинные эксперименты, связанные с выбором подходящей модели для программных инвариантов и алгоритмов выполнения основных операций над ними. На такой ЭВМ, как *IBM PC AT*, критическими для алгоритма построения инвариантов являются требования на оперативную память для хранения промежуточных данных, поэтому оптимизация этого алгоритма направлена в первую очередь на уменьшение емкостных характеристик.

Дружелюбный интерфейс программных комплексов

В рамках исследований по эффективной реализации учебно-производственного языка Рапира [13] производилась экспериментальная разработка Рапира-интерпретатора для ПЭВМ *MSX*, обладающего следующими отличиями от других, известных авторам реализаций языков подобного типа.

Предполагается, что синтаксический контроль правильности программы производится в процессе ее редактирования. При этом обычный текстовый редактор авторам представляется значительно удобнее структурного; обычный (опять-таки привычный авторам) стиль редактирования программ допускает создание на короткое время синтаксически неправильных программ; малый объем памяти ПЭВМ (64К) не позволяет одновременно хранить текстовое и «древесное» представление программы; синтаксическая правильность процедур фактически не зависит от описания других процедур. В процессе редактирования система где-то (рядом или в отдельном окне) пишет свои замечания, которые пользователь может игнорировать; должна существовать возможность вообще отключать выдачу этих сообщений.

Для достижения требуемой степени интерактивности приняты следующие решения:

- компиляция считается фоновым процессом с приоритетом меньшим, чем у редактора;
- лексическая свертка программы осуществляется один раз в процессе редактирования; при этом во внутреннем представлении сохраняются все пробелы и комментарии, чтобы пользователь не замечал, что он видит и редактирует уже не тот текст, что набрал;
- при написании компилирующей части основное внимание уделяется скорости синтаксического разбора.

Для повышения скорости выполнения программ были использованы следующие методы:

- программа сначала компилировалась в «шитый код»; при этом, чтобы не создавать явно видимой задержки перед началом исполнения, процедуры компилировались из хранимого представления (лексической свертки) только в момент вызова;

- все возможные проверки производились в момент компиляции; например, количество параметров у процедуры и способы их передачи выяснялись еще в процессе редактирования, поэтому корректность большинства вызовов процедур можно проверять на этом этапе;

- в качестве основного стека интерпретатора используется аппаратный стек;

- отсутствует единый «вычислитель»; каждая подпрограмма самостоятельно снимает со стека свои операнды и по их типам определяет, какую конкретно операцию следует выполнять; порядок проверки оптимизирован по частоте использования.

Предполагалось, что достигнутое ускорение позволит часть системы, где не требуется высокое быстродействие (например, редактор и отладчик), написать на Рапире.

Большое внимание уделялось возможности расширения синтаксиса и семантики языка программирования; фактически почти весь интерпретатор - это расширение очень маленького ядра. Расширение языка средствами самого языка пока не было сделано; в каждом расширяющем модуле следовало написать (на С или на ассемблере) синтаксический разбор вновь появившихся конструкций, а также подключить специальным образом новые варианты полиморфных операций. В дальнейшем предполагалось разбор некоторых стандартных вариантов сделать доступным из Рапиры, что позволило бы расширять язык его собственными средствами.

В настоящее время система функционирует в следующем варианте:

- интерпретатор - значительная часть; принятые меры позволили Рапира-программам исполняться в 4-8 раз быстрее программ на Бейсике, сохранив при этом всю гибкость Рапиры; на отдельных тестах программы на Рапире считались быстрее эквивалентных на Турбо-Паскале; написанный на Рапире прототип редактора работал с более чем приемлемой скоростью.

- компилятор - вариант, который компилирует ассемблерный файл;
- интегрированная система - не готова.

Представление знаний и обучающие программы (по информатике и системному программированию)

Ведется работа по направлению применения методов искусственного интеллекта в педагогических программных средствах [2]. На основе учебника А.П.Ершова по информатике собраны и систематизированы понятия для организации базы данных по информатике. Эту базу данных предполагается использовать при разработке обучающей экспертной системы, которая должна подготавливать учащихся к восприятию нового предмета (или материала), тестируя и знакомя с новыми понятиями, описанными на доступном уровне. При этом учащийся сам сможет определить уровень своих знаний, и система будет работать с ним на этом уровне, подводя его к следующему. Эта работа выполняется на основе системы «Expert builder».

Разработана экспериментальная система, осуществляющая интерпретацию рекурсивных программ и демонстрирующая систему базовых трансформаций рекурсивных программ. Входным языком является язык рекурсивных программ (упрощенный вариант инструментального Лиспа). В последнее время ведется много работ по построению систем проектирования и преобразования программ. Преобразования используются и для синтеза, и для оптимизации, и для доказательства правильности, и для отладки программ. Поэтому представляет интерес создание диалоговой системы, с помощью которой можно было бы на достаточно мощной модели языка исследовать возможности трансформационного подхода к разным видам семантической обработки программ.

Система рассчитана как на специалистов, так и на непрофессиональных программистов. Для специалистов она интересна как инструмент для экспериментов, а для остальных пользователей наряду с изучением трансформационного подхода должно представлять интерес составление программ на упрощенном варианте инструментального Лиспа и, тем самым, изучение и приобретение навыков функционального программирования на простой модели функционального языка.

В рамках дальнейшего развития данной системы можно предложить следующие направления:

- расширение возможностей работы с пользовательской программой, т.е. введение возможностей сохранять программу в памяти, редактировать текст непосредственно при вводе и т. д.;

- расширение возможностей системы как трансформационной машины, т.е. введение средств комбинирования трансформаций.

Ведется работа по реализации настраиваемой среды активного обучения программированию на базе языка Паскаль. Данная среда организуется в виде совокупности обучаемых модулей, каждый из которых имеет свое функциональное назначение. Модули среды обеспечивают: консультацию пользователей по основным алгоритмам изучаемых тем (*EXP*); проверку знаний пользователя и помощь по языку Паскаль (*LPAS*); практическое диалоговое программирование в среде с выбором метода решения (*PROG*); адаптацию к конкретному пользователю с помощью учета психологических и личностных характеристик (*ENTRY*); генерацию задач по соответствующей теме для конкретного пользователя (*GENTSK*); сбор статистики по работе пользователя (*STAT*).

На данный момент реализованы следующие модули: *EXP* (создана экспертная система на языке Паскаль, но не заполнена база данных); *LPAS* (создана программная оболочка с частично заполненной базой данных); *PROG* (создан редактор, падающее меню, выбор метода решения с возможностью работы в окне «АНАЛОГИЧНОЕ РЕШЕНИЕ», компиляция пользовательских файлов *.PAS*, вызов сгенерированной задачи, но нет отладчика и контекстной помощи); *ENTRY* (нет записи в файл из-за связи с модулем *STAT*); *GENTSK* (база данных заполнена частично).

Статья [1] посвящена разработке и реализации двух экспериментальных систем на базе языка Рапира. Одна из них - учебная система программирования интерпретирующего типа, позволяющая младшим школьникам в простой игровой форме преодолеть стартовый барьер в работе с ЭВМ. Система является саморазвивающейся и дает возможность пользователю не только действовать в установленных рамках, но и легко менять их по своему усмотрению.

Возможна эксплуатация системы как обучающей игры, для объяснения нового материала, тестирования, контрольных упражнений по любому теоретическому школьному курсу в зависимости от информационного наполнения.

Проект системы создан и реализован на базе системы программирования Рапира на ПЭВМ «Ямаха». Идея разработки системы с подобными возможностями была заимствована у Калифорнийской группы создания компьютерных обучающих программ.

Большинство систем, обслуживающих школьные кабинеты информатики, не поддерживают базы данных. Те же базы данных, которые имеются, обладают по крайней мере двумя недостатками: они не адаптированы к работе на русском языке и на локальной сети. Использовать промышленные базы данных трудно из-за низких эксплуа-

тационных характеристик школьной техники. Между тем базы данных нашли бы широкое применение в изучении практически любого предмета школьной программы; с их помощью можно было бы проводить контрольные работы и тесты по учебным дисциплинам, вести статистические работы, наконец, обучать школьников работать с базами данных. Кроме того, многие школьники хотели бы создавать базы данных для своих хобби и самостоятельно работать с ними, но не имеют такой возможности из-за отсутствия программных средств.

Работа [10] предлагает макет реляционной базы данных в системе программирования для языка Рапира на ПЭВМ «Ямаха».

Научно-педагогическая деятельность

Сотрудники лаборатории традиционно ведут основные курсы по программированию и практике на ЭВМ для прикладных математиков по кафедре «Вычислительная математика» НГУ. Они участвовали в подготовке учебных программ и планов, а также в чтении новых курсов в Высшем колледже информатики НГУ и на отделении вычислительной математики и информатики мехмата НГУ, организованных в середине 1991 г.

Кроме того, в 1991г. была возобновлена работа зимней и заочной школ юных программистов, а также проведена 16-я Летняя школа юных программистов. Она состоялась с 6 по 22 августа на базе Новосибирского политехникума. В работе школы приняли участие 119 человек.

Учебный процесс в Летней школе был организован в двух формах: в виде образовательного цикла лекций и в виде мастерских. В общеобразовательный цикл входили лекции и факультативы по языкам и системам программирования, обзорные лекции по проблемам программирования.

Работа по мастерским продолжала традиционное для новосибирских Летних школ распределение школьников по группам, работающим над тематическими проектами, подготовленными мастерами-специалистами по прикладным и системным программным разработкам.

В период подготовки школы был разработан и разослан предполагаемым мастерам информационно-рекомендательный материал по основам организации мастерских, составленный с учетом опыта прошлых школ. В первые дни Летней школы состоялись представления проектов и распределения по мастерским (предварительно была вывешена рекламная информация о мастерских).

Мастерские охватывали следующие темы: «Текстовый редактор», «Оптимизация программ», «IBM PC: взгляд изнутри», «InterHelp», «Game

Editor - Редактор игр», «Форт-мастерская», «Игры с неполной информацией: профсранс», «Логические игры: 'Калах', 'Замок'», «Трехмерные сцены на экране и бумаге», «Полеты во сне и наяву: изучение языка: C++», «Синтаксический анализатор языка Якоби-3», «Дискриминантный анализ», «СУБД *Clipper*», «Замечательные кривые», «Информатика для начинающих». Мастерские были укомплектованы в среднем в соответствии с первоначальными заявками: от 2 до 8 человек. Не состоялась (из-за отсутствия желающих) мастерская по географическим базам данных.

Локальный учебный процесс каждой мастерской обеспечивался:

- учебным (2 часа) и практическим (5 часов) временем;
- приданной мастерской вычислительной техникой (в среднем по 1 машине на 2-3 чел.);
- отдельным учебным классом для занятий.

По традиции были проведены 2 конференции: по домашним работам - в начале школы и по итогам работы мастерских - в конце. На итоговой конференции мастерскими были оформлены стенды-отчеты, характеризующие постановку задачи, распределение работ и достигнутые результаты. Были организованы конкурсы на лучший вопрос и предложение по доработке той или иной темы, а также конкурс-прогноз зрительских симпатий.

Была проведена дополнительная конференция для взрослых участников ЛШЮП с сообщениями мастеров о результатах работы мастерских с подведением итогов.

Публикации

1. Брюханова Ю.В., Соседкина Н.В. Использование языка РАПИРА при разработке экспериментальных систем // Методы теоретического и системного программирования. - Новосибирск, 1991.- С. 40-45.
2. Водольянова Н.С. Применение методов искусственного интеллекта в педагогических программных средствах // Методы теоретического и системного программирования. - Новосибирск, 1991.- С.60-68.
3. Городня Л.В. Задачи прикладной информатики и системного программирования в области информатизации образования // Методы теоретического и системного программирования. - Новосибирск, 1991.- С.37-45.
4. Городня Л.В. Программные инструменты для ПЭВМ. - Новосибирск, 1991. - 42 с. - (Препринт / АН СССР, Сиб. отд-ние. ИСИ; № 2).
5. Евстигнеев В.А., Касьянов В.Н. Теория графов: алгоритмы обработки деревьев.- Новосибирск: Наука (в печати).
6. Евстигнеев В.А., Касьянов В.Н. Деревья: основные понятия, свойства и алгоритмы.- Новосибирск: НГУ (в печати).

7. Касьянов В.Н. Трансформационный подход к конструированию и оптимизации программ // Смешанные вычисления и преобразование программ.- Новосибирск, 1991.- С.50-63.
8. Касьянов В.Н., Сабельфельд В.К. Сборник заданий и упражнений по программированию.- Новосибирск: НГУ (в печати).
9. Котов В.Е., Сабельфельд В.К. Теория схем программ.- М.: Наука, 1991.
10. Мирзитога И.Л. Об учебной базе данных на локальной ПЭВМ. - Новосибирск, 1991. - 42 с. - (Препринт / АН СССР, Сиб. отд-ние. ИСИ; № 5).
11. Сабельфельд В.К. Трансформации для рекурсивных схем программ // Смешанные вычисления и преобразование программ.- Новосибирск, 1991.- С. 64-72.
12. Соседкина Н. Живой или притворяется // Народное образование. - 1991. - № 8.- С. 37-41.
13. Baraz L.S. at all. Programming language Rapira. - Novosibirsk, 1991. - 30 p. - (Preprint / Institute of Informatics System; № 4).
14. Gorodniaia L.V., Kasyanov V.N. Educational software development // Current Topics in Informatics Systems Research.- Novosibirsk, 1991.- С.131-143.
15. Gorodniaia L.V., Kasyanov V.N. Influence of Andrey P.Ershov on computerization of education in the USSR // Proc. of Symp. « Information Technology in Support of Learning», Lancaster, 1991.
16. Kasyanov V.N. Annotated program transformations// Acta Informatica.- (to appear).
17. Kasyanov V.N. Tools and techniques of annotated programming// Lecture Notes in Computer Science. - 1991. - Vol.477. - P.117-131.
18. Kasyanov V.N. Transformational approach to program concretization// Theoretical Computer Science. - 1991. - Vol.90, № 1. -P. 37-46.
19. Sabelfeld V.K. On equivalent transformation for recursion schemes // Proc. of the Symposium «Informatika 91». - Grenoble, 1991.- P.295-312.
20. Sabelfeld V.K. Equivalent transformation for recursion schemes // Current Topics in Informatics Systems Research. - Novosibirsk, 1991.- P. 61-72.

Сотрудниками лаборатории сделано пять докладов на международных конференциях.

ЛАБОРАТОРИЯ ИНФОРМАЦИОННО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Основная научная тематика лаборатории, возглавляемой Ю.В.Метляевым, - информационно-вычислительные системы и сети ЭВМ.

В конце 1990 г. завершён пятилетний этап разработки и создания региональной вычислительной подсети Сибирского отделения АН СССР - РВПС «Сибирь» в составе Академсети.

Отчетный 1991 г. явился первым годом нового цикла работ по данной тематике.

В связи с этим надо выделить два направления работ этого периода. Первое - продолжение и развитие уже наработанного задела, второе - формирование новых планов и тематики лаборатории.

В плане совершенствования уже созданной региональной сети ЭВМ основные работы были связаны с развитием сервисных систем, направленных на реализацию конкретных запросов пользователей. Здесь были решены следующие наиболее важные, на наш взгляд, задачи:

1. Завершен комплекс работ по созданию и внедрению системы дистанционной передачи графических данных. Появление персональных ЭВМ в качестве терминала пользователя позволило решить эту проблему на качественно новом уровне (за счет «сжатия» передаваемых графических данных, буферизации их в памяти ПЭВМ, возможности их обработки и выдачи в удобной форме средствами ПЭВМ).

2. Созданы новые средства подключения ПЭВМ к сети ЭВМ, позволяющие уйти от традиционной схемы включения ПЭВМ в качестве сетевого терминала. Разработанная в лаборатории система *ВСКР* взамен системы *KERMIT* позволяет подключать ПЭВМ к сети в качестве обычной ЭВМ, что существенно меняет стиль и оперативность работы пользователя.

3. Расширены системные средства пользователя, обеспечивающие получение оперативных данных о состоянии его задач, о готовности и степени загрузки базовых ЭВМ; расширены средства системной диагностики и сбора статистики.

4. Выполнен целый ряд работ, нацеленных на развитие конфигурации и состава РВПС «Сибирь» (введен в состав сети периферийный центр в г. Улан-Удэ; в Иркутском филиале образован и включен в сеть базовый вычислительный комплекс на основе ЭВМ ЕС-1061; расширен состав терминального оборудования за счет подключения к сети ПЭВМ на основе *PC /XT, PC /AT*).

По итогам первого этапа практической работы сети в производственных условиях и на основании анализа полученных характеристик о ее работе можно сделать следующие выводы:

- по-прежнему «узким» местом в сети остаются технические средства, построенные на основе отечественных ЭВМ ЕС, СМ ЭВМ;

- стабильность и эффективность работы сети в большой степени зависит от завершенности и надежности работы сервисной подсистемы, обеспечивающей живучесть системы взаимодействия пользователей с ЭВМ в условиях частых отказов оборудования и некорректных действий самих пользователей и обслуживающего персонала.

Другое направление работ лаборатории было нацелено на выработку стратегических планов по сетевой тематике в реально складывающихся условиях. Наиболее перспективным, на наш взгляд, является путь интеграции созданной региональной сети с другими общегосударственными и зарубежными сетями, в том числе и коммерческими. В частности, уже ведутся работы по более глубокой интеграции сети ВЦКП НИЦ, РВПС «Сибирь», Академсети, ИАСНЕТ, РЕЛКОМ и др.

Необходимо обратить особое внимание на одну особенность организации работ по сетевой тематике, связанную с необходимостью достаточно тесного взаимодействия лаборатории ИСИ с другими подразделениями в других институтах или организациях. Например, по работам, связанным с развитием и эксплуатацией Академсети, лаборатория достаточно тесно взаимодействует с подобными подразделениями в СО РАН и в других региональных центрах страны.

По результатам анализа создавшейся реальной обстановки в развитии сетевых структур, а также с учетом общих тенденций развития и складывающихся условий была сформирована обобщенная программа работ по сетевой тематике на период до конца 1993г. с участием в ней нескольких институтов и заинтересованных организаций СО РАН.

Основные результаты научной работы лаборатории в 1991г. представляют следующие

Публикации

1. Бобровский И.И., Метляев Ю.В., Соколовский С.И., Фиалко Ф.А., Халабуди А.В. Академическая вычислительная сеть Сибирского региона // Междунар. конф. «Проблемы функционирования информационных сетей». Новосибирск, 1991.
2. Фиалко Ф.А. Сетевое программное обеспечение РВПС «Сибирь». - Новосибирск, 1992. - 20с. - (Препринт/ РАН, Сиб. отд.-ние. ИСИ; 8).

Лаборатория принимала участие в разработке проекта «Сеть передачи таможенных данных в Западно-Сибирском управлении ГТК» и «Телекоммуникации Сибирского Соглашения».

ПУБЛИКАЦИИ ИНСТИТУТА

Препринты

Кузьминов Т.В. Языково-настраиваемый структурный редактор для ЭВМ КРОНОС - Новосибирск, 1990. - 29 с. - (Препринт/ АН СССР. Сиб. отд.-ние. ИСИ; 1).

Городняя Л.В. Программные инструменты для ПЭВМ. - Новосибирск, 1991. - 44 с. - (Препринт/ АН СССР. Сиб. отд.-ние. ИСИ; 2).

Бывалин Ю.А., Константинов В.И. Об одном подходе к временной параметризации библиотечных элементов и его использовании в системе временного анализа. - Новосибирск, 1991. - 41 с. - (Препринт/ АН СССР. Сиб. отд.-ние. ИСИ; 3).

Baraz L.S., Borovikov E.V., Glagoleva N.G., Zemtsov P.A., Naitimov E.V., Tsikoza V.A. The Rapira programming language. - Novosibirsk, 1990. - 37 p. - (Preprint/ USSR Ac. Sci. Sib. Div. IIS; 4).

Мирзуитова И.Л. Об учебной базе данных на локальной ПЭВМ. - Новосибирск, 1991. - 25 с. - (Препринт/ АН СССР. Сиб. отд.-ние. ИСИ; 5).

Ходиев Ш.К., Кожухина С.К., Поттосин И.В., Томе О.Б. Глобальная оптимизация в многоязыковой транслирующей системе. - Новосибирск, 1991. - 32 с. - (Препринт/ АН СССР. Сиб. отд.-ние. ИСИ; 6).

Замулин А.В. Перспективы систем баз данных третьего поколения. - Новосибирск, 1991. - 28 с. - (Препринт/ АН СССР. Сиб. отд.-ние. ИСИ; 7).

Сборники

Системная информатика. Т.1 : Проблемы современного программирования / Под ред. В.Е.Котова; АН СССР. Сиб. отд.-ние. - Новосибирск: Наука, 1991. - 296с.

Методы теоретического и системного программирования: Сб. науч. тр. / Под ред. В.Е.Котова; АН СССР. Сиб. отд.-ние. ИСИ. - Новосибирск, 1991. - 160с.

Current Topics in Informatics Systems Research/ Ed. by V.Kotov; Siberian Division of the USSR Academy of Sciences. Institute of Informatics Systems. - Novosibirsk, 1991. - 179p.