

Российская академия наук  
Сибирское отделение  
Институт систем информатики  
им. А.П.Ершова

## Отчет

о научной и научно-организационной деятельности  
Института систем информатики им А.П.Ершова  
за 1997 год

Новосибирск 1997

Директор д.ф.-м.н. И. В. Поттосин  
*e-mail* ivp@iis.nsk.su

Зам. директора по науке д.ф.-м.н. А. Г. Марчук  
*e-mail* mag@iis.nsk.su

Зам. директора по экономике к.ф.-м.н. С. В. Кузнецов  
*e-mail* svk@iis.nsk.su

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

Мемориальная библиотека А. П. Ершова и  
Отдел научно-технической информации  
*e-mail* cher@iis.nsk.su

630090  
Новосибирск 90  
пр. Акад. Лаврентьева, 6  
Институт систем информатики  
им. А. П. Ершова  
Тел. (383-2) 343-652  
Факс (383-2) 323-494  
*e-mail* iis@iis.nsk.su

## 1. ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАВЕРШЕННЫХ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 1997 г. в институте проводились научно-исследовательские работы по программе СО РАН "Математическое моделирование, информационные технологии и вычислительная техника", а также по ряду проектов, поддержанных РФФИ, INTAS-РФФИ, РГНФ, Президиумом СО РАН, программой INCO-Corpernicus и фондом Фольксвагена.

Получены следующие важнейшие результаты:

1. Разработано и реализовано экспериментальное средство симуляции и валидации распределенных систем, представленных на стандартном языке выполнимых спецификаций Estelle, включающее систему перевода Estelle-спецификаций в раскрашенные сети Петри, а также систему симуляции и валидации таких сетей. Проведены успешные эксперименты по обнаружению семантических ошибок для Estelle-спецификаций коммуникационных протоколов.

*Авторы:* Непомнящий В.А., зав. лаб., к.ф.-м.н.; Алексеев Г.И., н.с.; Быстров А.В., н.с.; Куртов С.В., ст.лаб.; Мильников С.П., н.с.; Окунишникова Е.В., м.н.с.; Чубарев П.А., ст.лаб.; Чурина Т.Г., н.с.

2. Разработаны теоретико-графовые модели и методы конструирования эффективных и надежных программ в рамках трансформационного подхода; в системе манипулирования программами ПРОГРЕСС экспериментально реализованы компоненты, поддерживающие трансляцию, анализ, визуализацию и преобразование императивных и функциональных программ; создана макетная версия информационно-инструментальной системы поддержки исследований по преобразованиям программ — ТРАНСФОРМ.

*Авторы:* Касьянов В.Н., г.н.с., д.ф.-м.н.; Евстигнцев В.А., в.н.с., д.ф.-м.н.; Бирюкова Ю.В., аспирант; Лисицын И.А., программист; Малинина Ю.В., м.н.с.; Маркин В.А., аспирант; Мирзунтова И.Л., программист; Цикоза С.Г., программист.

3. Разработаны теоретические основы механизма спецификации динамических систем. Динамическая система представлена в виде множества многоосновных алгебр (состояний) со статической и динамической частями. Предложен ряд правил перехода, служащих для задания преобразований состояний системы. По сравнению с традиционными алгебраическими спецификациями разработанный механизм существенно упрощает формальное описание динамической системы и тем самым сокращает время ее спецификации и реализации.

*Автор:* Замулин А.В., г.н.с., д.ф.-м.н.

4. Разработана технология активных объектов, являющаяся новым подходом к созданию интеллектуальных мультиагентных систем и базирующаяся на интеграции динамического программирования в ограничениях и объектно-ориентированного подхода. Технология существенно повышает эффективность разработки мультиагентных систем, обеспечивая комплексную поддержку при спецификации реактивного, целенаправленного и кооперативного поведения агентов.

*Авторы:* Швецов И.Е., с.н.с., к.т.н.; Нестеренко Т.В., и.с.

## 2. ОТЧЕТЫ НАУЧНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Работы, проводимые по программе фундаментальных исследований, тематически охватывают как теоретические основания информатики, так и практические аспекты построения современных программных и программно-аппаратных систем. Охарактеризуем их более подробно.

### 2.1. Лаборатория теоретического программирования

*Зав. лабораторией* к.ф.-м.н. Непомнящий В. А.

В штате лаборатории 18 человек, из них научных сотрудников — 14, в том числе к.ф.-м.н. Вирбишкайте И.Б., к.ф.-м.н. Шилов Н.В., к.ф.-м.н. Сулимов А.А., к.ф.-м.н. Устименко А. П., к.ф.-м.н. Тарасюк И.В., к.ф.-м.н. Вотинцева А.В.

В лаборатории проходят обучение 2 аспиранта ИСИ и 2 аспиранта НГУ.

Общее направление работ — исследование формальных моделей и методов описания семантики, спецификации и верификации параллельных и распределенных систем.

Результаты исследований за 1997 г.

Тема "Исследование формальных моделей и методов описания семантики, спецификации и верификации параллельных и распределенных систем".

Исследования по данной теме поддержаны грантами РФФИ, ИНТАС-РФФИ, Президиума СО РАН и фонда Фольксвагена.

Этап 1997 г. — "Создание и апробация методов спецификации и верификации для моделей параллельных и распределенных систем. Разработка экспериментальных средств анализа, симуляции и верификации распределенных систем".

В области теории сетевых моделей изучались свойства сетей Петри, структур событий и причинно-следственных структур.

Введены и исследованы "слабые" варианты бисимуляционных эквивалентностей на структурах событий с "невидимыми" действиями.

отражающие основные отношения между событиями. Эти бисимуляции различают только видимое для внешнего наблюдателя поведение систем. Построена полная иерархия указанных "слабых" эквивалентностей и установлены их взаимосвязи с исследованными ранее "сильными" бисимуляциями. Для каждой рассмотренной бисимуляционной эквивалентности установлено, сохраняется ли она под действием алгебраической операции уточнения действий.

В рамках сетей Петри с видимыми и невидимыми переходами введен и исследован широкий набор поведенческих эквивалентностей в семантиках — от интерливинговой до истинного параллелизма и от линейного до ветвистого времени, позволяющих абстрагироваться от структурных и поведенческих свойств моделируемых систем. Рассмотрены базисные, бисимуляционные и обратные-прямые бисимуляционные эквивалентности мест. Получена диаграмма взаимосвязей указанных эквивалентностей, позволяющая выбрать наиболее подходящую эквивалентность для моделируемых систем и предотвращающая возможное дублирование уже известных семантик. Дана логическая характеристика обратных-прямых эквивалентностей, которая позволяет рассуждать о поведении параллельных систем в терминах формул темпоральных логик. Описан метод эффективной, сохраняющей поведение редукции сетей на основе эквивалентностей мест. Установлена взаимосвязь эквивалентностных отношений на подклассах сетей для лучшего сравнения их поведения и лучшего понимания природы эквивалентностей.

На временных сетях Петри с видимыми и невидимыми переходами исследован ряд временных, не-временных и региональных эквивалентностей, способных в разной степени учитывать временные аспекты поведения моделируемых систем. Выяснено соотношение указанных эквивалентностей и построена диаграмма их взаимосвязей. Дана региональная характеристика временных эквивалентностей, позволяющая упростить проверку последних. Установлена взаимосвязь эквивалентностей на некоторых подклассах временных сетей.

Исследованы языки темпоральных логик  $L1^*$  и  $L1g$ , являющихся расширениями логики  $L1$ , введенной Мукундом и Тиагараджаном для структур событий.  $L1^*$  получена введением дополнительных бинарных операторов "будущего" и "прошлого" и унарных операторов минимального конфликта, "непосредственного будущего" и "непосредственного прошлого".  $L1g$  включает дополнительный символ для обозначения максимальной конфигурации структуры событий. Указанные логики

сравниваются сопоставлением логических эквивалентностей (т. е. порождаемых данными логиками) с бисимуляционными.

Для формализма причинно-следственных структур исследуются две взаимодополняющие семантики, включая новую — полицветную семантику операции умножения. Построен алгоритм отображения раскрашенных причинно-следственных структур в эквивалентные раскрашенные сети Петри и доказана его корректность.

В области теории программных логик изучались пропозициональная динамическая и временная логика ветвящегося времени (CTL). Построена аксиоматизация Генценовского типа без сечения для пропозициональной динамической логики, что является существенным продвижением, поскольку до сих пор без сечения удавалось аксиоматизировать только фрагменты этой логики без циклов.

Для увеличения выразительной мощности временной логики CTL\* рассмотрен ряд дополнительных операторов, с помощью которых определены расширения указанной логики:

CTL\*b — с новыми операторами, допускающими ветвление прошлого;

CTL\*a — с новым оператором конфликта;

CTL\*c — с новым оператором параллелизма;

CTL\*abc — комбинация перечисленных расширений.

Установлены поведенческие эквиваленты для полученных расширений CTL\*.

В области верификации программ проводились исследования как алгоритмического метода верификации — метода проверки моделей (model-checking method), так и дедуктивного метода индуктивных рассуждений. Разработаны алгоритмы верификации методом проверки моделей временных сетей Петри относительно известной логики TCTL — расширения временной логики CTL — за счет введения количественных временных характеристик. Для повышения эффективности алгоритмов верификации применен метод частичных порядков, позволяющий использовать параллелизм сетей для упрощения структуры графов достижимых состояний, представляющих поведение временных сетей.

Разработанный ранее символический метод верификации финитной итерации над различными структурами данных (массивами, файлами, деревьями и т. п.), обобщающей for-циклы, расширен иерархическими структурами данных. Такие структуры позволяют выразить не только for-циклы, но и некоторые случаи while-циклов, а также завершение итерации посредством выхода из ее тела по условию. Символический

метод базируется на добавлении в язык спецификаций операции замены, которая в символической форме выражает действие итерации и символический ее инвариант. Для доказательства условий корректности, содержащих операцию замены, применяются специальные принципы индукции.

Предложена методика верификации распределенных систем, специфицированных на языке Basic-REAL. Методика комбинирует метод проверки моделей и принципы индуктивного доказательства. С ее помощью доказаны свойства прогресса для некоторых протоколов.

Завершена разработка и реализация экспериментального средства симуляции и валидации распределенных систем, специфицированных на языке Estelle. Это средство состоит из двух основных блоков: системы трансляции Estelle-спецификаций в раскрашенные сети Петри и системы NetCalc для симуляции и валидации таких сетей.

Ранее предложенная процедура трансляции для одноуровневых Estelle-спецификаций расширена на случай иерархических спецификаций, для чего предложена сетевая конструкция, позволяющая моделировать шаг вычислений. Расширенная процедура позволяет транслировать спецификации, содержащие переходы с задержками и приоритетами. Для таких трансляций потребовалось разработать принципы расширения основной модели раскрашенных сетей механизмами времени и приоритетов. На основании этих принципов разработано правило срабатывания, реализованное в системе NetCalc.

Особенности правил выполнения для задержанных переходов Estelle привели к созданию специальных сетевых конструкций, реализующих разные типы задержек. Успешные эксперименты по обнаружению семантических ошибок коммуникационных протоколов продемонстрировали преимущества предложенной методики валидации. Данное средство валидации распределенных систем функционирует на ЭВМ IBM PC.

Разработан и реализован прототип системы проверки конечно-автоматных моделей относительно известной логики — мю-исчисления. Такая система применяется для полуавтоматической верификации спецификаций распределенных систем, представленных на языке Basic-REAL.

## 2.2. Лаборатория автоматизации проектирования и архитектуры СБИС

*Зав. лабораторией* д.ф.-м.н. Марчук А. Г.

В штате лаборатории 29 человек, из них научных сотрудников — 16, в том числе д.т.н. Берс А.А., к.т.н. Вишневский Ю.Л., к.ф.-м.н. Апанович З.В., к.т.н. Поляков В.Г.



В лаборатории также проходят обучение 4 магистранта НГУ, 4 аспиранта, 11 студентов.

Общее направление работ:

- разработка систем автоматизации проектирования и программирования;
- создание информационных и телекоммуникационных систем и сетей.

Результаты исследований за 1997 г.

Тема "Система автоматизации проектирования и программирования".

Создан макет системы преобразования "плоской" топологии СБИС в символьное представление и блочно-иерархическую схему. Программа позволяет производить декомпозицию реальных топологий интегральных схем с последующим синтезом и оптимизацией новой топологии средствами САПР типа Cadence. Проведены успешные эксперименты с топологией двух интегральных схем.

Актуальность задачи определяется тем фактом, что микроэлектронным фирмам приходится постоянно адаптировать выпускаемые СБИС к требованиям быстро меняющейся технологии. В результате экспериментов предложен новый подход к решению данной задачи для случаев, когда нельзя произвести перепроектирование микроприбора. Подход заключается в том, что специальными алгоритмами анализируются имеющиеся фотошаблоны, выделяется существенная информация о структуре и характеристиках СБИС, таких как транзисторная схема прибора, блочная его структура, списки сигнальных соединений и подводки питания. После этого осуществляется переход к символьной форме описания и формирование новой структуры с использованием выделенной блочной иерархии и основных элементов геометрии реализации подблоков. Полученная информация позволяет произвести синтез новой реализации СБИС на модифицированных конструкторско-технологических ограничениях.

Предложенные решения в совокупности не имеют аналогов и представляют интерес для промышленных фирм. Алгоритмы реализованы в виде экспериментальной системы, опробованной на фрагментах реальных топологий СБИС.

Продолжены исследования по системам трехмерной графики, в частности разработан, опробован и реализован подход к созданию пользовательского интерфейса к 3D-системам на основе языка программирования Java. Исследован новый подход, позволяющий увеличить

скорость генерации графических объектов на основе "огрубления" описывающей информации и уменьшающий количество ребер в 8 раз.

Выполнены исследования и проведены эксперименты по созданию средств отображения объемных сцен в реальном масштабе времени, разработана функциональная поддержка выполнения логических операций над полигональными поверхностями.

Выпущена для массового тестирования реализация bCAD для работы в среде Windows95 и Windows NT. Новая версия системы сохраняет все функциональные свойства предшествующих реализаций и представляет собой полноценное приложение, совместимое со стандартом Win32 и целиком интегрированное в среду операционных систем Windows95 и Windows NT. Добавлены средства отображения объемных сцен в реальном масштабе времени, базирующиеся на технологии OpenGL. Создана подсистема распределения процесса получения фотореалистичных изображений для смешанных сетей на базе кластеров Windows95, Windows NT и UNIX, модернизирован графический интерфейс пользователя.

На базе технологии HTML и Java разработана методика формирования высокоэффективных гипертекстовых систем, с использованием которой построен WWW-узел, представляющий разработки группы bCAD. По результатам эксплуатации узел вошел в число десяти процентов наиболее посещаемых узлов в России. Кроме предоставления информационных материалов Web-узел обеспечивает следующие дополнительные функции:

- сбор информации о процессе тестирования и эксплуатации системы bCAD, сообщения об ошибках и пожелания пользователям;
- доступ к HTML-версии технического руководства и методическим пособиям по системе bCAD;
- регистрацию пользователей, запросивших демонстрационную версию системы.

Тема "Информационные и телекоммуникационные системы и сети".

Исследования поддержаны координационным грантом Президиума СО РАН, грантом РГНФ, грантом РФФИ № 96-07-92014 "Центр разработки и эксплуатации сетевых информационных и прикладных систем" и грантом по программе INCO-Corpnicus.

Проводились исследования и разработки по клиент-серверным системам, в частности создан макет системы WWW-доступа к базам данных. Особенность системы — возможность работы с находящейся в базе данных информацией в реальном масштабе времени. Кроме того, в рамках совместного с ИЭиОПП и ГПНТБ гранта РГНФ созданы

две системы: экспериментальная библиографическая система для библиотек институтского уровня и система поддержки электронных публикаций и архива электронных документов.

Грантом Европейского сообщества поддержана двухлетняя программа SYTIC, предполагающая создание центров СБИС-технологий, ориентированных на поддержку образовательного процесса по технологиям и проектированию СБИС, методическую поддержку предприятий, разрабатывающих современные микроприборы, инструментальную поддержку исследовательской работы в данной тематике.

В 1997 г. в рамках гранта

- создан и эксплуатируется информационный сервер, доступный через региональную сеть;
- поставлены два свободно распространяемых пакета проектирования СБИС: Magic и Alliance;
- осуществлены консультации пользователей;
- сформирована методология применения современных (западных) средств для проектирования СБИС в наших условиях;
- реализован ряд интерфейсных и содержательных компонентов;
- в качестве экспериментальной апробации методологии спроектированы (перепроектированы) две схемы средней сложности, ведутся переговоры по изготовлению одной из них.

В рамках координационного гранта СО РАН исследованы проблемы создания технологии поддержки периодических электронных публикаций. Решалась, в частности, задача создания инструментальной обстановки, обеспечивающей эффективное преобразование один раз набранного текста в сколь угодно разнообразные формы его представления (при отображении на экран в виде WWW-страниц, при выдаче твердой копии и т. п.). Для решения данной задачи предложено использовать объектно-организованные обстановки. Выделен базовый набор структурных элементов текстового документа, сформированы механизмы поддержания целостности и трансформации в итоговое представление. Прототипная система частично реализована с применением WWW- и Java-технологий. Результаты исследований использованы для создания и поддержки ряда WWW-страниц.

Продолжались работы по совершенствованию институтской локальной сети, в частности создано два новых общеинститутских сервера и произведена частичная модернизация пользовательских машин. Один из серверов ориентирован на Unix/WWW/Java-функции, другой — на предоставление пользователям дискового пространства и ряда других ресурсов.

### 2.3. Лаборатория искусственного интеллекта

*Зав. лабораторией д.ф.-м.н. Яхно Т.М.*

В штате лаборатории 10 человек, из них научных сотрудников — 7, в том числе к.т.н. И.Е.Швецов, к.т.н. Ю.А.Загоруйко, к.т.н. В.В.Телерман.

В лаборатории проходят обучение 3 аспиранта ИСИ, 2 аспиранта НГУ, 26 студентов и магистрантов НГУ.

Основные направления исследований — методы и системы искусственного интеллекта.

Основные результаты исследований за 1997 г.

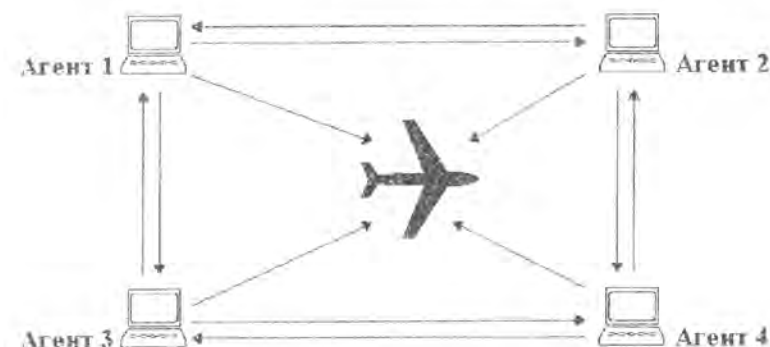
Тема "Исследование и разработка методов интеграции логической и теоретико-множественной парадигм вычислений".

Исследования по теме поддержаны грантом РФФИ № 96-01-01608.

*Этап 1997 г.:* "Разработка средств описания и методов решения динамических и иерархических систем ограничений".

Работы по этапу выполнялись в рамках четырех проектов.

Проект "Мультиагентная технология активных объектов (ТАО)".



*Специализированные интеллектуальные агенты, взаимодействуя друг с другом, решают общую задачу — проектирование самолета*

Пример использования ТАО для проектирования самолетов

Концепция ТАО расширена механизмами работы с динамическими мультиагентными системами, в которых состав агентов и их взаимосвязи могут меняться со временем. Предложено понятие иерархии

активных объектов, которое используется для спецификации структурированных сообществ агентов. Разработана семантика взаимодействия агентов разных уровней. Определена стратегия дальнейшего развития ТАО, которая состоит в переходе от чисто реактивной модели поведения агентов к их планируемому и целенаправленным действиям, а также к кооперации агентов при решении общих задач.

В текущую реализацию ТАО (систему ТАО-KIT) добавлен ряд новых возможностей. Введены средства определения пользовательских функций и отношений. Улучшено качество работы подсистемы графического отображения. Реализован механизм взаимодействия с датчиками (мышью и клавиатурой). Подготовлен проект реализации следующей версии системы ТАО-KIT, которая поддержит работу с динамическими и структурированными мультиагентными системами.

**Проект "Разработка программной обстановки на основе интеграции различных средств представления знаний".**

Выполнялись работы по развитию программного технологического комплекса SemP-ТАО, предназначенного для создания широкого класса прикладных интеллектуальных систем, в частности гибридных экспертных систем, использующих различные аппараты представления знаний.

Основное внимание уделялось повышению эффективности и гибкости средств представления знаний, наиболее полному использованию тех возможностей, которые предоставляют объектно-ориентированный подход и интегрированная модель. В частности, включенный в комплекс язык представления и обработки знаний (ЯПОЗ) стал полноценным объектно-ориентированным языком. Теперь иерархия классов объектов учитывается не только при описании классов и в операциях манипулирования объектами, но и в продукционных правилах, что значительно повышает их выразительную мощность.

В языке ЯПОЗ получил дальнейшее развитие механизм альтернатив, поддерживающий получение различных вариантов точных значений параметров, имеющих в описании задачи недоопределенные значения. Другое важное направление развития ЯПОЗ — введение новых графических возможностей, обеспечивающих и облегчающих создание систем проектирования и планирования. Разработана, в частности, новая графическая библиотека, поддерживающая работу с клавиатурой и "мышью". Введены также средства, поддерживающие работу с файлами, что делает возможным обработку данных, содержащихся в файлах внешней базы данных.

**Проект "Разработка инструментальных средств программирования на основе недоопределенных моделей".**

В отчетный период основные усилия были направлены на развитие теории объектно-ориентированных недоопределенных моделей, отладку и тестирование объектно-ориентированного программного комплекса HeMo+, предназначенного для решения задач на основе недоопределенных моделей, наполнение его библиотеками с различными типами данных и отношениями, решение различных прикладных задач с его помощью.

Созданный ранее объектно-ориентированный программный комплекс HeMo+ содержит средства для спецификации и решения различных задач удовлетворения ограничений. Первоначальное наполнение комплекса включало в себя целый, вещественный и логический типы данных с видами недоопределенности — точное, перечислимое и интервальное — и основными отношениями над ними.

За отчетный период в комплекс добавлены новые типы данных: недоопределенные массивы, множества, строки и операции над ними, а также возможность спецификации табличных ограничений. Определена семантика динамических ограничений, добавлены различные их виды, реализующие перебор с откатами. Ведется теоретическая работа в области баз данных с ограничениями. Началась разработка библиотеки, организующей связь HeMo+ с различными системами управления базами данных. На языке HeMo+ специфицирована библиотека типов данных и отношений, реализующих понятия недекартовой геометрии. С помощью такой библиотеки решены различные задачи проектирования сложных объектов (совместно с французской фирмой Dassault Systemes).

**Проект "Исследование и разработка методов интеграции логической и теоретико-множественной парадигм вычислений"** (грант РФФИ № 96-01-01608).

В 1997 г. завершена работа по данному проекту. В результате разработаны методы интеграции и создана система LogiCalc, предназначенная для решения логико-комбинаторных задач. Предложен оригинальный метод обработки частично специфицированных множеств, что позволяет компактно описывать и эффективно решать при помощи системы LogiCalc задачи планирования ресурсов, нелинейной целочисленной оптимизации, графовые задачи.

Система LogiCalc использована в качестве прототипа приложения для расчета оптимальной (электрической и т. п.) сети. Такая задача в теории графов известна как задача о штейнеровском дереве. Пред-



ложен метод сведения расчета оптимальной (в смысле общей длины использованных кабелей) сети к решению нелинейных ограничений. Такой метод позволяет решать имеющие практическое значение задачи, требующие совместной оптимизации прокладки нескольких конфликтующих между собой сетей. На основе прототипа разработано специальное приложение. Результаты решения набора задач свидетельствуют о практической пригодности предложенного метода.

#### 2.4. Лаборатория системного программирования

*Зав. лабораторией* д.ф.-м.н., проф. Поттосин И. В.

В штате лаборатории 13 человек, из них научных сотрудников — 10, в том числе д.ф.-м.н., проф. Замулин А.В., к.ф.-м.н. Степанов Г.Г., к.ф.-м.н. Покровский С.Б., к.т.н. Шелехов В.И., к.ф.-м.н. Погудин Ю.М., к.ф.-м.н. Кузьминов Т.В.

В лаборатории проходят обучение 2 аспиранта и 4 магистранта НГУ, 9 студентов НГУ и ВКИ НГУ.

Основное направление исследований лаборатории — создание методов и экспериментальных инструментов конструирования и спецификаций программ в окружениях надежного программирования.

Результаты исследований за 1997 г.

Тема "Создание методов и экспериментальных инструментов конструирования и специализации программ в окружениях надежного программирования".

С этой темой связаны два проекта, поддержанные грантами.

Проект "Разработка методов и алгоритмов понимания программ для оценки их качества и степени корректности" (грант РФФИ № 97-01-00724).

Разработаны новые модели и алгоритмы межпроцедурного контекстно-чувствительного потокового анализа с аппроксимацией обязательных информационных связей. Методом ручной специализации программы потокового анализа реализован режим контекстно-нечувствительного потокового анализа, позволяющий существенно ускорить фазу контекстно-чувствительного анализа.

Разработан механизм отображения абстрактной памяти на низкоуровневую память для эффективного анализа произвольных программ, использующих низкоуровневые средства языка (типа `type cast`). Поточковый анализ реализован для полного языка Модула-2. Разработана новая, более простая и надежная схема эффективной параметризации контекста в потоковом анализе.

На базе контекстно-чувствительного потокового анализа создан статический анализатор семантических ошибок периода исполнения для программ на языках Оберон-2/Модула-2, реализованный в виде программного продукта в окружении системы программирования XDS для OS/2, Windows 95/NT и SunSparc. С июля 1997 г. анализатор ошибок доступен через Интернет (<http://www.xds.ru/osa/>) всем пользователям. В рамках оболочки системы XDS реализован визуализатор сообщений, обеспечивающий автоматическую привязку найденных анализатором ошибок к тексту исходной программы. Анализатор ошибок успешно применяется для реальных программ, в частности им обнаружено 25 принципиально разных ошибок в двух программах (объемом 20 тыс. строк) системы OBERON System 3, интенсивно эксплуатируемой в течение трех лет.

Реализован инструмент вычисления мер сложности Модула-2/Оберон-2-программ для ранее предложенной модели сложности программ. Модель сложности содержит комплекс мер для модуля и составляющих его процедур. Для каждой процедуры вычисляется порядка двадцати мер сложности, оценивающих разные ее аспекты. Разработан комплексный критерий тестирования Модула-2/Оберон-2-программ, состоящий из семи критериев: C1, покрытия условий, покрытия циклов, покрытия отношений, покрытия рекурсивных процедур, покрытия вызовов процедур и покрытия входных параметров и результатов процедур. Для описания тестовых условий критериев покрытия вызовов и типов входных параметров, а также результатов процедур разработан специальный язык. На основе комплексного критерия реализована система ОСТ оценки полноты набора тестов (или тестируемости) для программ, написанных на M2/O2. Данная система позволяет оценить качество тестового набора и обеспечивает хорошие возможности для его улучшения.

Предложена модель оценки регулярности информационных связей в линейных программах.

Проект "Система спецификации баз данных Руслан" (Грант РФФИ, 95-01-00878).

Разработаны и автономно отлажены три основных компонента системы: компилятор языка алгебраических спецификаций Руслан, верификатор спецификаций и вычислитель термов. Компилятор создает машинное представление спецификации, написанной на языке Руслан, верификатор проверяет семантическую корректность спецификации, а вычислитель термов приводит сколь угодно сложный терм к нормальной форме.



В рамках проекта исследовано применение языка спецификаций Руслан для моделирования динамических объектов и формального описания объектно-ориентированной модели данных. Предложены средства расширения языка для формального описания динамических систем, в частности дано представление динамической системы в виде множества многоосновных алгебр (состояний) со статической и динамической частями. Предложен ряд правил перехода, служащих для задания преобразований состояний системы.

По сравнению с традиционными алгебраическими спецификациями разработанный механизм существенно упрощает формальное описание динамической системы и тем самым сокращает время ее спецификации и реализации.

В рамках основной темы исследований разработан ряд программных систем.

Для операционной системы MS-DOS 3.0 и выше на IBM PC модели AT-386 и выше завершена разработка отчуждаемой версии гипертекстовой среды с возможностями взаимного обмена информацией с редакторами текстов в форматах HTML и TeX и подготовкой документации (в частности по правилам ЕСПД). На базе гипертекстовой среды завершена разработка матобеспечения для создания и сопровождения локальных баз данных.

Разработана экспериментальная версия системы параллельного программирования на базе языка СуперПаскаль в составе конвертора с СуперПаскаля в Турбо-Паскаль и отладчика параллельных программ.

Выполнено проектирование и начата реализация экспериментальной системы верификации описаний классов языка C++.

Создан инструментарий для разработки в системе XDS программных компонентов, использующих объектную модель Microsoft COM. Инструментарий позволяет реализовать клиенты и серверы объектов и автоматизирует многие механизмы COM: учет количества ссылок, поиск интерфейса, агрегирование объектов, регистрацию сервера. Выполнены работы по усовершенствованию данного инструментария, в частности автоматизации порождения описаний COM-объектов на языке Oberon-2.

## 2.5. Лаборатория конструирования и оптимизации программ

*Зав. лабораторией* д.ф.-м.н., проф., чл.-кор. РАЕН Касьянов В.И.

В штате лаборатории 18 сотрудников, из них научных сотрудников — 8, в том числе д.ф.-м.н., проф. Евстигнцев В.А., к.ф.-м.н., доцент

Городняя Л.В., к.т.н. Булышева Л.А., к.ф.-м.н. Мурзин Ф.А., к.ф.-м.н., доцент Калинина Н.А. — совместитель.

В лаборатории проходят обучение 2 аспиранта очного обучения, 2 заочного, 1 соискатель, ряд студентов НГУ.

Основные направления исследований лаборатории:

— развитие теории трансформационного программирования и разработка методов и средств конструирования эффективных и надежных программ;

— разработка программно-методических средств поддержки преподавания фундаментальных основ информатики и программирования;

— создание инструментально-информационной системы по оптимизирующим и реструктурирующим преобразованиям программ для ЭВМ параллельных архитектур;

— подготовка "энциклопедии" по алгоритмам и методам теории графов для программистов.

## Результаты исследований за 1997 г.

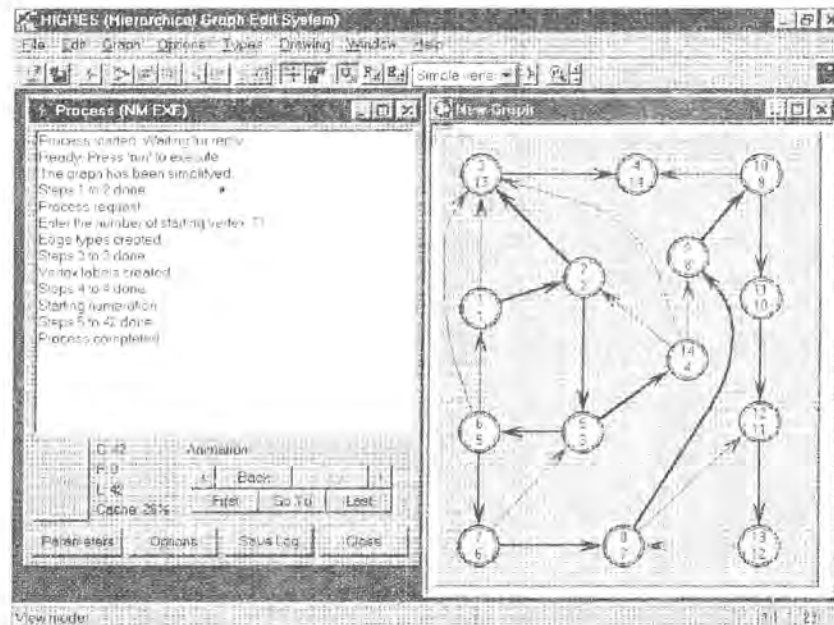
Тема: "Теория оптимизации и конструирования эффективных и надежных программ", в том числе по функциональным и логическим спецификациям, и методология инструментальных средств трансформационного программирования для ЭВМ перспективных архитектур".

Сделан очередной шаг в создании "энциклопедии" теоретико-графовых алгоритмов и их применении в программировании. Завершена работа над книгой "Теория графов: алгоритмы обработки бесконечных графов", в которой излагаются базисные методы и алгоритмы, связанные с различными приложениями бесконечных графов в информатике, в том числе элементы теории частично упорядоченных множеств, решеток и полурешеток. Рассматриваются также методы и алгоритмы контекстного анализа и генерации объектного кода программ — основные этапы трансляции программ.

Начата работа по исследованию и систематизации алгоритмов обработки сводимых и регуляризуемых графов, образующих наряду с алгоритмами на деревьях и бесконечных графах, описанными авторами в ранее изданных книгах, класс важных и широко используемых в программировании алгоритмов теории графов. Регуляризуемые графы представляют собой наиболее общий тип граф-моделей структурированных программ. Они поддерживают эффективное оптимизирующее и распараллеливающее преобразование программ и являются основой трансформационного подхода к конструированию надежного и эффективного программного обеспечения. Проводился отбор матери-

ала для справочника программиста по алгоритмам обработки регуляризируемых и сводимых графов, подготовлена рукопись учебного пособия "Сводимые графы и граф-модели в программировании", заявка на издание которого подана в рамках программы "Интеграция".

Продолжались исследования процессов оптимизирующей трансляции для параллельных ЭВМ. Готовился обзор структур векторизирующих и распараллеливающих компиляторов (CFT, CFT 2, KAP/205, Fortran-77VP, Fortran 77/SX, FORT 77/HAP, Convex, IBM 3090VF, Pascal-XT фирмы Siemens, Parafrase-2 и др.) и инструментальных систем, ориентированных на автоматическое распараллеливание программ (PAT, SUIF, Faust, FALCON, PTOPP, PEPP). Завершена работа над первой редакцией учебного пособия по методам векторизации.



Пример работы компонента визуальной обработки иерархических графовых моделей системы ПРОГРЕСС

Выполнена экспериментальная реализация компонентов системы манипулирования программами ПРОГРЕСС, поддерживающих трансляцию, анализ, визуализацию и преобразование императивных и

функциональных программ. Разрабатываемая система ПРОГРЕСС ориентирована на поддержку быстрого прототипирования компиляторов (в том числе оптимизирующих) для целевых архитектур и конкретных машин (VLIW- и суперскалярных, мультипроцессоров с распределенной памятью и т.д.). Система ориентирована на поддержку исследований вопросов эффективного применения при трансляции различных систем преобразований для разных классов программ и ЭВМ, в том числе в зависимости от форм промежуточного представления программ, наборов трансформаций, их контекстных условий и стратегий применения преобразований.

Исследованы способы спецификации и реализации синтаксиса и семантики языков программирования средствами функционального языка. Разработан механизм описания синтаксиса и семантики, соответствующий адекватной поддержке реализации трансляторов в среде функционального программирования. На основе языка Лисп определены элементы спецификации синтаксиса и семантики для целевого языка программирования, а также создан макет операционной среды для экспериментов с представлением синтаксиса и семантики, в рамках которого построен экспериментальный компилятор и изучались возможности настройки операционной среды для функционирования в различных операционных системах (MS-DOS, Windows, Unix).

В области распределенных вычислений проводились исследования, связанные с локальными алгоритмами, изучавшимися Ю.И.Журавлевым, В.А.Евстигнессвым и др., и системами переписывания графов, разработанными в университете г. Бордо. Изучались задачи распознавания типов графов, таких как интервальные и хордальные графы, поскольку эти классы графов позволяют эффективно решать задачи, NP-полные для графов общего вида (например раскраска вершин графов). Подготовлен обзор по хордальным графам. Начаты исследования способов пересылки сообщений по сети межпроцессорной связи в случае, когда пересылаемое сообщение представляет собой связку порций, занимающую достаточно большое место на дугах сети (так называемая червеобразная модель сообщения).

Для исследования задач, связанных со сложными распределенными системами управления, предложена информационная модель, называемая качественной моделью. Модель представляет собой ориентированный граф с функциями изменения состояний вершин, аналогично нейрокомпьютерной сети, но в отличие от нее позволяет различать активную и пассивную информацию, а также моделировать информационные процессы трех видов: наблюдение, управление и развитие.

Исследовались вопросы преобразования содержательной информации об объектах различной природы в модель указанного вида. Выполнена программная реализация, ориентированная на исследование информационных процессов, протекающих в качественной модели, и позволившая выявить ситуации, при которых в качественной модели возникают периодические или затухающие процессы.

При исследовании задачи синтеза коммутационных схем, играющих важную роль в проектировании сетей связи и вычислительных комплексов, изучались итеративные перестраиваемые  $(N, M, m)$ -схемы, где  $N$  — число входов,  $M$  — число выходов,  $m$  — число одновременно устанавливаемых соединений. Коммутационная схема рассматривалась как конечный граф без петель и кратных дуг, в котором выделено множество из  $N$  входных и множество из  $M$  выходных вершин. Дуги графа соответствуют элементам коммутации, а смежность дуг указывает на их соединенность в коммутационном поле. При этом каждое соединение пары вход-выход образует путь по графу. Итеративные схемы строятся по шагам, начиная с простых базовых, и позволяют создавать перестраиваемую схему с числом элементов коммутации, равном  $2(N+M)\log(NM/(N+M))$  при  $m = \min(N, M)$  и равном  $2(N+M)\log m$  при  $m < \min(N, M)$ . Разработан метод установления дополнительных соединений, при котором число необходимых перестроений имеющихся соединений не превышает  $3l-1$ , где  $l$  — число одновременно существующих соединений в подсхемах. Показано, что при  $k > 1$  и  $l > 2$ , где  $l$  — коэффициент итерации, независимо от условной неблокируемости или неблокируемости подсхемы, из которой строится одноитеративная схема, получаемая схема не является условно неблокирующей.

Высказана гипотеза, что ряд проблем теории сложности алгоритмов (типа  $P = NP?$ ) могут быть независимыми от арифметики Пеано. Проведены предварительные исследования в этом направлении. С помощью конструкции Париса—Кирби построены некоторые множества, обладающие необычными свойствами. Интересно, что синтаксически существование таких множеств достаточно легко доказывается. Особенность работы в том, что даны явные конструкции их построения. Это больше чем просто доказательство существования, что позволяет надеяться на подтверждение высказанной выше гипотезы о независимости. Исследования относятся к дескриптивной теории сложности. Основные применяемые методы — методы математической логики.

Выполнен комплекс работ по созданию методов и программных средств визуализации и обработки иерархических графовых моделей. Цель — сокращение сроков и повышение эффективности решения

широкого круга задач, связанных с обработкой иерархических графовых моделей, в том числе задач конструирования параллельных программ, подготовки иллюстративного материала для текстовых и электронных изданий, обучения информатике и программированию. В результате должна быть создана программная система, предоставляющая пользователю универсальный набор базовых средств визуализации и обработки иерархических графовых моделей с возможностью анимации процессов обработки и специализации системы. Система предназначена для работы под ОС Microsoft Windows 95 без предъявления повышенных требований к аппаратуре, что делает ее доступной широкому кругу отечественных пользователей.

Разработано внутреннее представление, поддерживающее хранение иерархических графовых моделей, семантика которых задается с помощью атрибутов вершин и дуг, а также процедур библиотеки алгоритмов обработки графов. При этом семантика может корректироваться и доопределяться пользователем как путем введения новых атрибутов, так и пополнением библиотеки алгоритмов новыми процедурами, записанными на языке C++, расширенном операциями работы с внутренним представлением иерархического графа. Такой подход обеспечивает, с одной стороны, универсальность системы, с другой — делает систему легко расширяемой и настраиваемой на специальные применения.

На базе проведенных экспериментов с созданной ранее системой GRAPH начата разработка ядра системы HIGRES, ориентированной на поддержку конструирования, визуализации и изучения различных объектов и явлений в рамках их иерархических графовых моделей. Создан графовый редактор с удобным современным графическим интерфейсом, который позволяет не только быстро создавать и редактировать структуру иерархического графа, но и задавать его семантику. По набору графических и интерфейсных возможностей, таких как регулирование масштаба, количество используемых геометрических образов для формирования изображения графа, прямоугольная сетка для выравнивания объектов, другие возможности, облегчающие и автоматизирующие отдельные операции редактирования, общая интуитивность интерфейса, наличие функции Undo и т.п., система не уступает зарубежным аналогам, работающим на более мощной технике.

Обработка графа библиотечным алгоритмом в простейшем случае может включать в себя передачу модулю текущего экземпляра графа, собственно процесс обработки и возвращение результирующего графа. Поддерживается также схема обмена сообщениями между алгоритмом



обработки и системой, позволяющая пользователю наблюдать за процессом обработки и управлять ходом этого процесса, изменяя параметры, определенные для данной процедуры обработки при создании библиотечного алгоритма. Экземпляры графов, отражающие последовательные стадии процесса, могут быть запомнены, и весь процесс может быть "прокручен" заново уже без фактического выполнения, причем с любого места, вперед или назад. Таким образом, в системе предусмотрены возможности полноценной динамической визуализации (анимации) работы алгоритмов обработки графа.

Тема "Методы и средства обучения информатике и программированию в рамках многоуровневого образования"

Выполнен комплекс работ по созданию программно-методических средств поддержки обучения фундаментальным основам программирования и информатики.

Продолжалась работа над толковым словарем по теории графов для программистов, начатая изданными в НГУ тремя частями словаря. Создана его начальная Web-версия, поддерживающая взаимодействие с пользователем с помощью HTML-форм со встроенными сценариями на языках Java и C++. Для сводного тома словаря, готовящегося к печати в издательстве "Наука", отобраны иллюстрации и пополнен англо-русский словник. В сводном издании словаря-справочника впервые будут собраны наиболее употребительные термины по теории графов и ее приложениям в информатике и программировании. Каждый термин приводится на русском и английском языках, после чего дается его описание с указанием доступной литературы. В конце словаря размещен указатель английских терминов. Словарь должен быть хорошо иллюстрированным. Издание адресовано широкому кругу специалистов, использующих методы теории графов при решении своих задач, в первую очередь, системным и прикладным программистам, а также специалистам по САПР, конструкторам СБИС и т.д.

Завершена работа над рукописью учебного пособия "Знакомство с компьютером. Вводный практикум", помогающего освоить принципы работы с компьютером, изучить его программное обеспечение и накопить опыт для перехода в следующем семестре к интенсивному программированию. Пособие содержит базовые сведения о работе с ЭВМ (DOS, NC, Turbo-Pascal) и задачи, рекомендуемые для самостоятельного решения. Подана заявка на издание пособия в рамках программы "Интеграция".

Начаты исследования систем учебной информатики, ориентированных на работу в среде Интернет. Ведется разработка электронных

версий учебно-методических пособий поддержки обучения программированию и информатике, среди которых: "Вводный курс по программированию на Паскале в задачах и упражнениях", "Лекции по теории формальных языков, автоматов и сложности вычислений", "Введение в параллельные архитектуры ЭВМ", "Основы параллельной обработки. Анализ программных зависимостей".

Созданы учебные версии систем ФАБУЛА (компьютерная алгебра) и ФРЭНД (преобразование функциональных программ). Системы обладают достаточно наглядным и дружелюбным интерфейсом и размещаются на Web-сервере. Особенность этих систем как систем обучения в том, что знания и навыки работы в соответствующих областях учащиеся приобретают в результате самостоятельно проведенных экспериментов.

Система ФАБУЛА ориентирована на поддержку обучения аналитическим преобразованиям и решению задач в булевых алгебрах, принятию решений в условиях интервальной и стохастической неопределенности. Поддерживается, в частности, использование системы при отработке процедур логического вывода применительно к диагностическим экспертным системам и при исследовании алгебраических моделей условности и интервальной нечеткости событий. Входной язык системы имеет паскалеподобные конструкции управления и достаточно богатый набор средств манипулирования булевыми функциями. Библиотека преобразований содержит встроенные процедуры системы (решение уравнений и систем уравнений, решение задач булева стохастического программирования) и может пополняться процедурами, формируемыми пользователем.

Система ФРЭНД ориентирована на поддержку обучения трансформационным методам программирования, на изучение преобразований функциональных программ и получение навыков работы с ними. Система позволяет пользователю самому отыскивать приемлемую для его программы последовательность преобразований. Взаимодействие с программой в системе представляет собой итеративный процесс применения преобразований, на каждом шаге которого можно выбирать нужные преобразования, задавать порядок их применения, отменять использованные и создавать новые. Система работает в диалоговом режиме, при этом на входе получает исходный текст программы, а на выходе — текст преобразованной программы с комментариями о произошедших изменениях. Поэтому экспериментирование с программой и преобразованиями в рамках системы ФРЭНД позволяет не только наглядно ознакомиться с техникой преобразования программ, но и



понять, какие преобразования, на каких участках программы и в какой последовательности дают максимальное улучшение той или иной характеристики программы.

Выполнен комплекс работ по школьной информатике.

По просьбе инициативной группы новосибирских учителей на базе НИПКиПРО начата разработка полной системы курсов по информатике, включая повышение квалификации педагогов первой и высшей категорий. Проект системы курсов представлен на трех конференциях (Новосибирск, Воронеж, Троицк) и на семинаре Управления общего и среднего образования Министерства образования РФ "Перспективы обучения информатике в средней школе". Статья, излагающая наиболее острые проблемы преподавания информатики в школе, опубликована в приложении "Информатика" к газете "Первое сентября". Журнал "Информатика и образование" принял к публикации материалы о проблемах образовательной информатики на современном этапе.

Совместно с бердским МОО "Пеликан" налажен механизм краткосрочных курсов в системе НИПКиПРО по общей информатике для педагогов-информатиков общеобразовательной школы. Выработаны экспериментальные учебно-тематические планы очных курсов по разным уровням преподавания информатики на 1997/98 учебный год. Во все основные курсы секции "Информатика" кафедры "Технология" НИПКиПРО включены блоки, посвященные знакомству с новыми информационными технологиями и Интернетом. Организованы годовые курсы без отрыва от производства для наиболее активных преподавателей информатики. Творческая группа, объединяющая более 40 опытных педагогов-информатиков, готова подключиться к созданию информационно-методических материалов в помощь начинающим педагогам. Поданы заявки на гранты для разработки задачника-практикума по информатике и подготовки методических пособий по инструментарию научного работника.

Проект: "Создание информационной системы по оптимизирующим и реструктурирующим преобразованиям программ для ЭВМ параллельных архитектур" (грант РФФИ № 95-07-19269)

Проведено исследование теоретических основ оптимизации и преобразования программ как базы для построения и функционирования информационной системы (ИС) по оптимизирующим и реструктурирующим преобразованиям программ для ЭВМ параллельных архитектур. Разработана методика описания и классификации систем преобразований, объединяемых в ИС. Созданы базовые средства пред-

ставления знаний о преобразованиях, поддерживающие телекоммуникационный доступ к совместно используемой информации по оптимизирующим и реструктурирующим преобразованиям программ и их пополнение. Создана экспериментальная версия ИС ТРАНСФОРМ по оптимизирующим и реструктурирующим преобразованиям программ для ЭВМ параллельных архитектур, ориентированная на работу в среде Интернет и пригодная для научных исследований и учебного применения при специализации студентов. Начата опытная эксплуатация экспериментальной версии ИС ТРАНСФОРМ, обрабатывающей основные типы запросов.

При создании ИС приняты следующие основные проектные решения:

- реализация ИС на базе так называемого свободно распространяемого программного обеспечения (GNU);
- интеграция возможностей гипертекста и базы данных;
- разработка системы на основе технологии клиент/сервер;
- применение стандартных клиентских приложений WWW в качестве пользовательского интерфейса;
- использование языка запросов SQL для взаимодействия серверов БД и WWW-серверов;
- использование протокола TCP/IP сети Интернет в качестве транспортного уровня системы.

С функциональной точки зрения в системе выделяются три взаимодействующих компонента: визуализация данных, управление базой данных, средства анализа данных. Первый компонент системы отвечает за отображение структуры базы данных, исходных данных и данных, полученных в результате анализа, т. е. осуществляет поддержку навигации в пространстве данных и в системных компонентах. Основное использование второго компонента — управление доступом к базе данных, контроль за привилегиями и параметрами хранения, а также выборка данных согласно некоторому критерию. Задача третьего компонента — помочь пользователю в создании выводов, обработке данных и поддержке решений, а также в проверке гипотез. Пользователи ИС условно подразделяются на следующие три категории:

- ориентированные на статистику — заинтересованные в получении количественной информации на основе анализа массива данных;
- ориентированные на базу данных — использующие возможности запросов и для которых данные результата могут иметь как количественную, так и качественную природу;

• ориентированные на визуализацию — желающие получить новое понимание данных по различным их представлениям.

Структура WWW-интерфейса системы имеет следующий вид: WWW-клиент (Netscape, MS Internet Explorer) <--> WWW-сервер (Apache) <--> FastCGI-шлюз (Lisp,C) <--> Сервер БД (Postgres95) <--> БД.

Планируется опытная эксплуатация и дальнейшее развитие созданной информационно-поисковой системы ТРАНСФОРМ с доведением ее до промышленного образца, удовлетворяющего разнообразным потребностям по накоплению и применению знаний как при решении научных и прикладных задач в области трансформационных методов программирования, так и при подготовке специалистов по преобразованиям программ.

**Проект:** "Информационные системы для гуманитарных исследований в области музыковедения и истории культуры" (грант РГНФ 96-04-12030).

Выполнен первый этап проекта создания гипертекстовой информационной системы поддержки гуманитарных исследований СИМИКС (SIMICS). На базе свободно распространяемого программного обеспечения разработаны методы и инструментальные средства, ориентированные на накопление и обработку гуманитарных знаний; создан макетный образец наполнения информационной системы сведениями по истории развития современной музыки и подготовлен технический проект информационной системы. Разделы культуры, которые охватываются информационной системой, — это возникшие недавно и динамически развивающиеся сферы человеческой деятельности, история которых создается у нас на глазах. Система СИМИКС ориентирована, в первую очередь, на накопление и представление знаний по истории современной музыки и киноискусства, а также по становлению и развитию информатики, поскольку, на наш взгляд, информатика в современном обществе — весьма существенный элемент культуры.

Данный проект направлен на создание удобного инструментария для гуманитариев, так и на решение таких задач, как разработка структурированной базы данных по истории культуры, ввод новой информации в базы данных для их ведения, генерация отчетов по запросам пользователей. Доступ к данным в рамках информационной системы предполагается осуществлять на основе HTML-форм. С их помощью введенные в поля данные передаются на сервер Apache, который вызывает указанную в данной форме FastCGI-программу для обработки параметров и генерации SQL-запроса, а также установки

соединения с сервером СУБД (системы управления базами данных). Сервер СУБД выполняет запрос, возвращенный результат преобразуется в HTML-страницу и через сервер Apache становится доступен пользователю.

Проект создания информационной системы СИМИКС ориентирован на свободный телескоммуникационный доступ и пополнение информацией в процессе эксплуатации в среде Интернет. Он также предполагает дальнейшее развитие системы, повышение ее надежности и эффективности, расширение на другие области гуманитарных знаний и наполнение соответствующими данными.

**Проект:** "Издание справочника программиста "Теория графов: алгоритмы обработки бесконечных графов" (грант РФФИ 97-01-14183).

Завершена работа над рукописью, проведено научное редактирование, подготовлены рисунки, создан оригинал-макет, осуществлено издание.

## 2.6. Лаборатория смешанных вычислений

*Зав. лабораторией* к.ф.-м.н. Бульонков М. А.

В штате лаборатории 4 человека, из них научных сотрудников — 4, в том числе к.ф.-м.н. Бульонкова А.А., к.ф.-м.н. Кочетов Д.В., к.ф.м.-н. Емельянов П.Г.

В лаборатории проходят обучение 5 студентов НГУ.

Основное направление работ лаборатории — теория и практика смешанных вычислений.

Результаты исследований за 1997 г.

**Проект** "Разработка экспериментальной среды смешанного вычисления и специализации программ, средств визуализации результатов анализа и оценки качества порожденных программ".

Исследования поддержаны грантом РФФИ № 97-01-00724.

Работы были направлены на создание операционного окружения смешанных вычислений. Это окружение построено на основе разработанных ранее специализатора Модуль-2 программ M2Mix, оболочки смешанных вычислений M2MShell и (разработанного в 1997 г.) универсального визуализатора свойств программ HyperCode. Последний инструмент построен на основе объединения структурного представления программ и модели сущности-связи и позволяет как визуализировать в интерактивном режиме в терминах изучаемой программы результаты различных видов анализа программ (в виде атрибутов синтаксических конструкций программы и отношений над этими конструкциями), так

и вычислять новые свойства путем композиции и транзитивных замыканий уже найденных.



Внешний вид сессии в визуализаторе HyperCode

В результате проведенных на основе HyperCode исследований разработан ряд методов изучения свойств сложных программных проектов, состоящих из компонентов различной природы, с разветвленными внутренними связями. Общность этих методов позволила развить HyperCode до уровня не зависящего от среды смешанных вычислений инструмента, который можно использовать в различных предметных областях.

На основе разработанной модели создан ряд самостоятельных инструментов, призванных автоматизировать решение проблемы 2000 г. — перенос программного обеспечения на новые платформы и языки программирования в контексте различных языков (Cobol, C, C++).

В рамках окружения смешанных вычислений HyperCode позволил обеспечить максимально детализированное отслеживание в программе результатов анализа синонимов и периода связывания, что существенно повысило степень доверия к специализатору как программному продукту (соответственно, облегчает его внедрение в практику программирования) и точность преобразований программ для улучшения их специализируемости.

Продолжались работы по анализатору семантических свойств Модуль-программ. Во-первых, как часть анализатора был реализован анализ синонимов Дейча, позволяющий выявлять нетривиальные свойства "глубоких" рекурсивных структур данных. Во-вторых, на этом этапе большое внимание уделено работам по интеграции анализатора с оболочкой XDS и системой HyperCode, что позволило, используя средства этих систем, предоставить пользователю удобную визуализацию выявленных семантических свойств.

Завершен проект, связанный с разработкой форматно-независимого визуализатора в среде Интернет.

## 2.7. Научно-исследовательская группа переносимых систем программирования

*Руководитель группы* к.ф.-м.н. Недоря А. Е.

В штате группы 8 человек, из них научных сотрудников — 5.

В группе проходят обучение 2 аспиранта ИСИ, 4 магистранта, 10 студентов 2—4-го курсов ММФ и ФФ НГУ.

В 1997 г. продолжалась работа по развитию переносимой системы программирования XDS. Технология системы XDS позволяет строить компиляторы сборочным методом из отдельных компонентов, таких как языковой анализатор, генератор кода, оптимизатор и т.д.

Основные направления работ в 1997 г.:

- построение на базе системы XDS кросс-систем программирования для встроенных ОС;
- модернизация генераторов кода;
- продолжение работ над отладчиками;
- разработка переносимой системы классов для языка Oberon-2;
- разработка системы программирования для языка Java в рамках XDS.

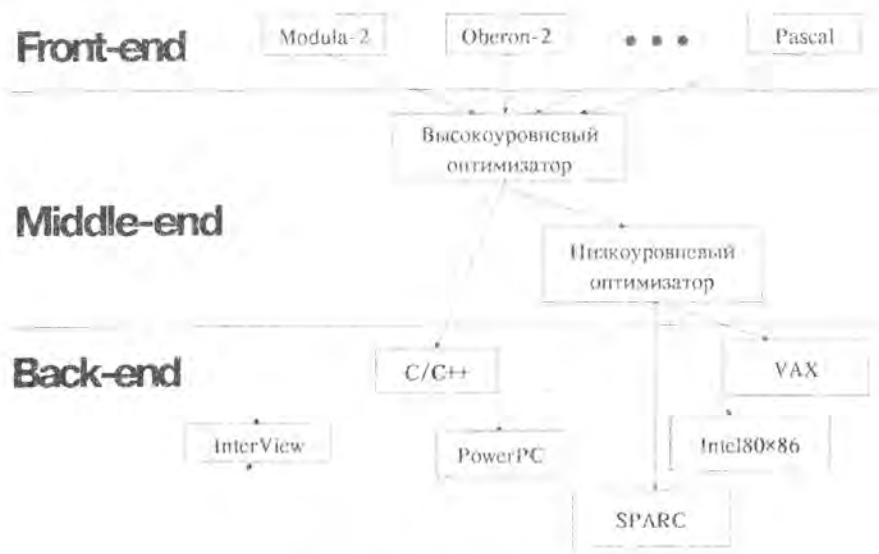
Результаты исследований за 1997 г.

Активно велись работы по построению кросс-систем программирования на базе XDS для встроенных ОС VxWorks (Motorola 68k, Intel x86, PowerPC), Chorus (PowerPC) и для бортовой машины на базе VAX (ПО Прикладная механика, Красноярск). Работы включали в себя изменения:

- в генераторе кода, направленные на упрощение перехода к новым форматам объектных файлов и отладочной информации, реализацию новых соглашений о связях, а также возможности получения как объектного файла, так и ассемблерного текста для каждой платформы;



- в интегрированной среде, направленные на поддержку режима кросс-компиляции;
- в отладчике, направленные на поддержку режима удаленной отладки.



Структура системы XDS

В рамках работ по трансляции языков Модула-2/Оберон-2 в C++ проведен анализ генерируемого текста, продуман и реализован ряд улучшений, обеспечивающий большую наглядность сгенерированных текстов (включая более точное сохранение идентификаторов и комментариев) и использование C++ классов для реализации элементов подсистемы периода исполнения. Продолжена работа по улучшению качества генерируемого кода для Intel x86, Motorola 68k, PowerPC (603, 604, Arthur). Кроме того, началась подготовка к разработке генератора кода для архитектуры SPARC.

Разработаны отладчики для Windows 95, NT и OS/2. Кроме того, проведены исследования по созданию распределенных отладчиков, в том числе и для ОС реального времени (vxWorks).

Для написания переносимых программ на Оберон-2 велась работа над переносимой системой классов, включая классы для построения графических интерфейсов. За основу взята система классов языка Java.

В рамках XDS начата разработка системы программирования для языка Java:

- выполнен анализ пригодности внутреннего представления системы для реализации языка Java;
- подготовлены предложения по модификации внутреннего представления, начата работа по языковому анализатору и "докомпилятору", который транслирует код виртуальной Java-машины в код конкретного процессора.

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУЧНЫХ СВЯЗЕЙ И СОВМЕСТНОЙ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ЗАРУБЕЖНЫМИ НАУЧНЫМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ И ДРУГИМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Институт имеет развитые международные связи, поощряет и поддерживает членство сотрудников в иностранных научных обществах.

С 1993 г. институт состоит коллективным членом Германского общества по информатике Gesellschaft für Informatik e.V.

И. В. Поттосин — член программных комитетов международных конференций по модульным языкам JMLC-97 (Линц, Австрия, март 1997 г.) и по анализу и синтезу систем ISAS-97 (Каракас, Венесуэла, август 1997 г.).

А. В. Замулин — член редколлегии международного электронного журнала "Journal of Universal Computer Science", а также программных комитетов Международной конференции "Joint Modular Languages" (Линц, Австрия, март 1997 г.), Международного симпозиума "Advances in Databases and Information Systems" (Санкт-Петербург, сентябрь 1997 г.) и Международной конференции "Tools Asia'97" (Пекин, сентябрь 1997 г.).

Т. М. Яхно — член программного комитета Международной конференции SCAI'97.

В. А. Непомнящий — член программного комитета 11-го Международного симпозиума "Основания теории вычислений" FCT'97 (Краков, Польша, сентябрь 1997 г.).

С. Б. Покровский — редактор рубрики по информатике в журнале "Monato" (Бельгия).

Сотрудники института приняли участие в следующих международных конференциях:

- 15-м Всемирном конгрессе федерации по научным вычислениям, моделированию и прикладной математике (IMACS97), Берлин, август 1997 г.;

- 11-м Международном симпозиуме по основаниям теории вычислений (FCT97), Краков, сентябрь 1997 г.;



- 12-м Международном симпозиуме по информатике (ICSI97), Анталья, Турция, октябрь 1997 г.;
  - 4-м Международном семинаре по логике, языкам, информации и вычислениям (WoLLIC97), Форталеза, Бразилия, август 1997 г.;
  - Международном семинаре по параллелизму, спецификациям и программированию (CS&P97), Варшава, октябрь 1997 г.;
  - 18-й Международной летней школе по вычислительной логике, организованной Мюнхенским техническим университетом и научным комитетом НАТО, Марктобердорф, Германия, июль-август 1997 г.;
  - Международной конференции по базам данных с ограничениями и их приложениям, Грция, январь 1997 г.;
  - Международной конференции по применению технологий программирования в ограничениях (РАСТ'97), Лондон, Англия, апрель 1997 г.;
  - Международной конференции по новым тенденциям в университетском образовании, Турция, май 1997 г.;
  - Международном семинаре по распределенным системам искусственного интеллекта и мультиагентным системам (DAIMAS'97), Санкт-Петербург, Россия, июнь 1997 г.;
  - Международном семинаре по компьютерной лингвистике и ее приложениям (Диалог'97), Ясная Поляна, июнь 1997 г.;
  - 6-й Скандинавской конференции по искусственному интеллекту (SCAI'97), Финляндия, август 1997 г.;
  - Международной конференции по обучению информатике, Англия, сентябрь 1997 г.;
  - Международной конференции "Женщины в информатике", США, сентябрь 1997 г.;
  - 3-й Международной конференции по теории и практике программирования в ограничениях (CP'97), Австрия, Линц, октябрь 1997 г.;
  - Международном симпозиуме (SCAN'97), Франция, 1997 г.;
  - Объединенной конференции по модульным языкам (JCML-97), Австрия, Линц март 1997 г.;
  - 24-й Международной конференции TOOLS ASIA, Китай, Пекин, 1997 г.;
  - Международной конференции LMO'97, Франция, октябрь 1997 г.
- Ряд молодых сотрудников института стажировались в университете Хильдесхайма (Германия).
- За отчетный период институтом выполнялось три совместных проекта:
- в рамках гранта РФФИ-INTAS N 95-0378;
  - по программе INCO-Copernicus совместно с GMD (Германия);

— с университетом Хильдесхайма (Германия) в рамках гранта фонда Фольксвагена.

Всего в 1997 г. состоялось 17 зарубежных командировок, приняты в течение года четыре иностранных ученых из Южной Кореи, Германии, Швейцарии.

#### 4. НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

За отчетный период проведено 17 заседаний Ученого совета, на которых обсуждались различные аспекты деятельности института.

Наиболее важными для института в 1997 г. стали решение о вхождении его в состав Объединенного института информатики СО РАН и корректировка в связи с этим основных направлений научной деятельности.

Проведено и небольшое структурное изменение: НИГ смешанных вычислений преобразована в лабораторию.

Хорошие результаты дал проведенный Ученым советом института конкурс грантов для молодых ученых. По результатам конкурса подготовлены тексты пяти диссертаций и две статьи в центральные журналы.

Из фонда Ученого совета осуществлялась поддержка участия в международных конференциях и издательская деятельность.

В 1997 г. защищена одна докторская и четыре кандидатские диссертации.

В институте проходят производственную практику 35 студентов и 38 магистрантов НГУ, а также 29 студентов ВКИ НГУ и 38 магистрантов НГУ, которые активно участвуют в научных исследованиях по тематике ИСИ.

В аспирантуре института обучается 20 аспирантов, в том числе 3 заочно.

Продолжился выпуск сборников научных трудов серии "Системная информатика", поддержанный грантом РФФИ. Подготовлен шестой том — "Проблемы архитектуры, анализа и разработки программных систем", — который выйдет в свет в первом квартале 1998 г. Ведется работа над седьмым томом серии.

Совместно с ИВМиМГ началось издание на английском языке Joint Bulletin of NCC and IIS, ser. Computer Science, в котором публикуются рецензируемые работы по теоретическим аспектам вычислительного дела.

Выпущен сборник "Оптимизирующая трансляция и конструирование программ" под редакцией д.ф.-м.н. В.Н.Касьянова и девять препринтов, подготовленных сотрудниками института.

## Приложение I

### ПЕРЕЧЕНЬ ПУБЛИКАЦИЙ ЗА 1997 г.

#### Монографии

Евстигнеев В.А., Касьянов В.Н. Теория графов: алгоритмы обработки бесконечных графов. — Новосибирск: Наука, 1997. — 306 с.

#### Статьи в центральных и зарубежных изданиях

1. Вирбицкайте И.Б. О некоторых свойствах структур событий // Кибернетика и системный анализ. — 1997. — № 3. — С. 45—55.
2. Емельянов П.Г. Абстрактная интерпретация императивных программ // Системная информатика. Вып. 6: Проблемы архитектуры, анализа и разработки программных систем. — Н.: Наука, 1997. — С. 7—47.
3. Елепов Б.С., Марчук А.Г., Бобров Л.К., Константинов В.И. Новые информационно-библиотечные технологии // Информационные технологии и вычислительные системы. — 1997. — № 2. — С. 83—89.
4. Кадач А.В. Сжатие текстов и гипертекстов // Программирование. — 1997. — № 4. — С. 47—56.
5. Малюх В.Н. САД, вариант b // САПР и графика. — 1997. — № 7. — С. 60—64.
6. Малюх В.Н., Кламм В. bCAD для всех // САПР и графика. — 1997. — № 8. — С. 45—47.
7. Малюх В.Н. bCAD, что старого, что нового? // САПР и графика. — 1997. — № 9. — С. 18—20.
8. Малюх В.Н. АРМ дизайнера // САПР и графика. — 1997. — № 11. — С. 37—40.
9. Малюх В.Н. САД, вариант b // Автоматизация проектирования. — 1997. — № 1. — С. 36—46.
10. Непомнящий В.А., Сулимов А.А. Проблемно-ориентированные базы знаний и их применение в системе верификации программ СПЕКТР // Известия РАН. Сер. Теория и системы управления. — 1997. — № 2. — С. 169—175.
11. Поттосин И.В. Хорошая программа: попытка точного определения понятия // Программирование. — 1997. — № 2. — С. 3—17.

12. Поттосин И.В. Программистская инженерия: содержание, мнения и тенденции (по итогам 18-й Конф. по Software Engineering) // Программирование. — 1997. — № 4. — С. 26—37.
13. Поттосин И.В. О критериях добротности программ // Системная информатика. Вып. 6: Проблемы архитектуры, анализа и разработки программных систем. — Новосибирск: Наука, 1997. — С. 48—60.
14. Телерман В.В., Сидоров В.А., Ушаков Д.М. Интервальные и мультиинтервальные расширения в недоопределенных моделях // Вычислительные технологии. — 1997. — Т. 2, № 1. — С. 62—70.
15. Устименко А.П. Отображение временных причинно-следственных структур во временные сети Петри // Кибернетика и системный анализ. — Киев. — 1997. — № 2. — С. 44—54.
16. Швецов И.Е., Нестеренко Т.В., Старовит С.А. Объектно-ориентированная технология программирования в ограничениях со временем // Информатика окружающей среды, информационно-коммуникационные технологии и устойчивое развитие. — М, 1997. — С. 55—65.
17. Shilov N.V. Program schemata vs. automata for decidability of program logics // Theoretical Computer Sci. — 1997. — Vol. 175. — P. 15—27.
18. Yakhno T., Zilberfain V., Petrov E. Interval domain library for ECLiPSe and its applications // ICL Computer J. — 1997. — November. — P. 35—50.

#### Статьи в трудах международных конференций

1. Берс А.А. Операционная обстановка высокого уровня // Междунар. конф. по прикладной и индустриальной математике, посвященная памяти Л.В.Канторовича. — Новосибирск: Ин-т математики, 1997. — Т. 1. — С. 18—30.
2. Берс А.А., Поляков В.Г., Кирилин А.И. Информационная структура и информационная поддержка образовательной и педагогической деятельности // 2-я Междунар. конф. "Развитие личности в системе непрерывного образования". — Новосибирск: НГПУ, 1997. — С. 8—13.
3. Булышева Л.А., Евстигнеев В.А., Касьянов В.Н. Архитектуры с мелкозернистым параллелизмом и проблема построения прототипов компиляторов // Междунар. конф. по прикладной и индустриальной математике, посвященная памяти Л.В.Канторовича. — Новосибирск: Ин-т математики, 1997. — Т. 1. — С. 31—38.

4. Загорюлько Ю.А., Попов И.Г. Описание сложных предметных областей на основе интеграции средств представления знаний // Тр. междунар. семинара по компьютерной лингвистике и ее приложениям ("Диалог'97"). — М., 1997. — С. 110—115.
5. Костов Ю. Гибкое представление знаний в задаче анализа и разрешения конфликтов при совмещении ЕЯ-сообщений // Там же. — С. 142—147.
6. Aranovich Z.V., Marchuk A.G. DECOMP: a technology migration subsystem for full chip mask layouts // Proc. of 1997 IEEE Pacific Rim Conf. "Communications, Computers and Signal Processing" (PACRIM'97), August 20—22, 1997. — Victoria, Canada, 1997. — P. 8—16.
7. Churina T.G., Okunishnikova E.V. Coloured Petri nets approach to the validation of Estelle specification // Proc. of the Concurrency Specification and Programming Workshop (CS&P'97). — Warsaw, Poland, 1997. — P. 25—37.
8. Emelianov P.G., Baburin D.E. Semantic analyzer of Modula-programs // Proc. of the Fourth Intern. Static Analysis Sympos. — Berlin a.o.: Springer-Verlag, 1997. — P. 361—363. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 1302).
9. Kasaynov V.N. Formal methods for program reusability // Proc. World Congress on Scientific Computation, Modelling and Applied Mathematics. — Berlin: Wissenschaft und Technik Verlag, 1997. — Vol. 4. Artificial Intelligence and Computer Science. — P. 761—766.
10. Kasyanov V., Evstigneev V., Gorodniaia L. The system PROGRESS as a tool for parallelizing compiler prototyping // Proc. 8th SIAM Conf. on Parallel Processing for Scientific Computing (PPSC-97). — Minneapolis, 1997. — P. 301—306.
11. Murzin F., Razumov V., Sizikov V. Axiomatics and numerical interpretation of qualitative models // Logic Neural Networks Evolutionary Computation (EUFIT'97): European Congress. — Aachen, Germany, 1997.
12. Nepomniaschy V.A. Verification of definite iteration over data structures without invariants // Proc. 12-th Internat. Sympos. on Computer and Information Sci. — Bogazici Univ., Turkey, 1997. — P. 608—614.
13. Nepomniaschy V.A. Distributed system verification using net and program models // Proc. 15-th IMACS World Congress on Scientific Computation, Modelling and Applied Mathematics. — Berlin, 1997. — Vol. 4. — P. 373—375.
14. Petrov E. Applications of interval domain library: expressing connectivity via non-linear constraints // Proc. 6th Scandinavian Conf. on Artificial Intelligence (SCAI'97). — Helsinki, Finland, 1997. — P. 143—150.
15. Rents I., Shilov N. Some results on propositional dynamic logic with fixed points // Proc. 4th Internat. Sympos. on Logical Foundations of Computer Science. — Berlin a.o.: Springer-Verlag, 1997. — P. 323—332. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 1234).
16. Shvetsov I.E., Telerman V.V., Ushakov D.M. NeMo+: Object-oriented constraint programming environment based on subdefinite models // Proc. Third Intern. Conf. on Principles and Practice of Constraint Programming (CP'97). — Berlin a.o.: Springer-Verlag, — P. 534—548. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 1330).
17. Shvetsov I., Nesterenko T., Starovit S. Integrating constraint programming and agent-based technology // Proc. Internat. Workshop on Distributed Artificial Intelligence and Multi-Agent Systems (DAIMAS'97). — St.Petersburg, 1997. — P. 213—222.
18. Shvetsov I., Nesterenko T., Starovit S. Technology of active objects // Proc. AAAI Workshop "Constraints and Agents". — Providence, USA, 1997. — P. 76—84.
19. Shvetsov I., Nesterenko T., Starovit S. TAO: A multi-agent technology based on constraint programming // Proc. 6th Scandinavian Conf. on Artificial Intelligence (SCAI'97). — Helsinki, Finland, 1997. — P. 151—161.
20. Shvetsov I., Kornienko V., Preis S. Interval spreadsheet for problems of financial planning // Practical Applications of Constraint Technology (PACT'97): Proc. Conf. — London, 1997. — P. 373—385.
21. Tarasyuk I.V. Back-forth equivalences for design of concurrent systems // Proc. 4th Internat. Sympos. on Logical Foundations of Computer Sci. (LFCS'97). — Berlin a.o.: Springer-Verlag, 1997. — P. 374—384. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 1234).
22. Telerman V. Merging constraint programming technology with interval computations // Proc. Internat. Sympos. on Scientific Computing, Computer Arithmetic and Validated Numerics (SCAN'97), Sept. 10—12, 1997. — Lyon, 1997. — P. XVII-7—XVII-10.



24. Telerman V., Ushakov D. Levels of parallelism in CSP with subdefinite objects // Proc. of the Poster Session of JFPLC'97. — Orleans, 1997. — 16 p. — (Rapport de Recherche LIFO 97—6).
23. Virbitskaite I.B., Pokozy E.A. Towards efficient verification of time Petri nets // Proc. 4th Workshop on Logic, Language, Information and Computation. — Fortaleza, Brazil, 1997. — (Logic J. of the IGPL. — 1997. — Vol. 5, № 6. — P. 40—45).
24. Virbitskaite I., Votintseva A. Temporal logics for concurrent nondeterministic processes // Ibid. — P. 60—64.
25. Virbitskaite I.B., Tarasyuk I.V. Timed equivalence notions for time Petri nets // Ibid. — P. 65—68.
26. Virbitskaite I., Votintseva A. Partial order logics and equivalences for event structures // Proc. 15-th IMACS World Congress on Scientific Computation, Modelling and Applied Mathematics. — Berlin, 1997. — Vol.4. — P.505—510.
27. Virbitskaite I., Votintseva A. Behavioural characterizations of partial order logics // Proc. 11-th Internat. Sympos. on Fundamentals of Computation Theory. — Berlin a.o.: Springer-Verlag, 1997. — P. 463—474. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 1279).
28. Yakhno T., Zilberfain V. Interval domain library for ECLiPSe and its application // Constraint databases and applications: Proc. 2nd Internat. Workshop. — Berlin a.o.: Springer-Verlag, 1997. — P. 316—326. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 1191).
29. Yakhno T., Zilberfain V., Petrov E. Application of ECLiPSe: interval domain library // Practical Application of Constraint Technology (PACT'97): Proc. Conf. — London, 1997. — P. 339—358.
30. Yakhno T. New possibilities of logic programming for education // Proc. Internat. Conf. on New Trends in Science Education. — Turkey, 1997. — P. 34—35.
31. Zamulin A.V. Algebraic specification of object-oriented data models // Technology of Object-Oriented Languages and Systems. TOOLS 24: Proc. 24th Internat. Conf. TOOLS ASIA. — Beijing, 1997. — P. 55—64.
32. Zamulin A.V. Algebraic Specification of Dynamic Objects // LMO'97, Acte du Colloque Langage et Modeles a Objets, Roscoff, France, 22—24 Octobre 1997. — Paris, 1997. — P. 111—127.

#### Статьи в местных изданиях

1. Булышева Л.А. Новые методы распараллеливания для программ с мелкозернистым параллелизмом // Оптимизирующая трансляция и конструирование программ. — Новосибирск, 1997. — С. 42—59.
2. Воеводин А.Ф., Мурзин Ф.А., Пономарев М.Ю. Параллельный алгоритм расчета гидравлических систем с эластичными трубами // Там же. — С. 123—132.
3. Городняя Л.В. Информационно-инструментальная система анализа и преобразования программ // Там же. — С. 34—41.
4. Долгова С.Г., Ершова О.Р. Учебно-информационная система анализа и преобразований программ // Там же. — С. 90—100.
5. Евстигнеев В.А., Касьянов В.Н. Оптимизирующие преобразования в распараллеливающих компиляторах // Там же. — С. 7—33.
6. Калинина Н.А., Хегай Ж.Э. Проведение булевых преобразований с помощью булевых разрешающих диаграмм // Там же. — С. 79—89.
7. Касьянов В.Н. Вопросы преподавания информатики и программирования // Там же. — С. 133—147.
8. Кихтенко Т.И., Несговорова Г.П. Методика начального обучения программированию на задачах обработки символьной информации // Там же. — С. 148—153.
9. Лисицын И.А. Система GRAPH и ее приложение к вычислению топологических мер сложности программ // Там же. — С. 101—112.
10. Малинина Ю.В. ИС ТРАНСФОРМ: описание инфологической схемы базы данных // Там же. — С. 60—78.
11. Мурзин Ф.А., Мурзина Т.С. О распараллеливании алгоритма WZ-разложений // Там же. — С. 113—122.
12. Филиппова М.Я. Программное обеспечение на рынке недвижимости // Сибкомпьютер — специальный выпуск экономического еженедельника "Эпиграф". — Новосибирск, ноябрь 1997. — С. 13.
13. Kasyanov V.N. Iterative switching networks // Joint Bulletin of NCC & IIS. Ser.: Comput. Sci. — 1997. — № 6. — P. 17—28.
14. Murzin F.A. The Paris-Kirby construction and the complexity problems // Актуальные проблемы современной математики. — Новосибирск: ИИИ МИО НГУ, 1997. — С. 125—130.
15. Nepomniaschy V.A., Bodin E.V., Shilov N.V. Formal semantics and verification of distributed systems presented by Basic-REAL speci-



- fications // Joint Bulletin of NCC & IIS. Ser.: Comput. Sci. — 1997. — № 7. — P. 35—56.
16. Tarasyuk I.V. Equivalences for behavioural analysis of multilevel systems // Ibid. — P. 57—84.
  17. Virbitskaite I.B., Pokozy E.A. Model checking of time Petri nets // Ibid. — P. 85—94.
  18. Zamulin A.V. Typed gurevich machines revisited // Ibid. — P. 95—121.

#### Тезисы докладов на российских конференциях

1. Берс А.А., Ефимович И.В., Поляков В.Г. Информатика прежде программирования // Новые информационные технологии в университетском образовании: Материалы Междунар. научно-методич. конф. — Новосибирск: НИИ МИОО НГУ, 1997. — С. 98.
2. Городняя Л.В. Свободно распространяемое программное обеспечение как техническая основа профессиональной подготовки программистов // Там же. — С. 140—141.
3. Городняя Л.В., Кихтенко Т.И., Несговорова Г.П. От школьных учебников информатики — к вузовским: преемственность, требования, пожелания, рекомендации // III Всерос. научно-практич. конф. "Черноземье-97" "Новые информационные технологии в образовании": Тез. докл. — Воронеж, 1997. — С. 40.
4. Высоцкий Л.Л., Городняя Л.В., Садовская Н.А. К информатизации довузовского образования // Применение новых технологий в образовании. — Троицк: Фонд новых технологий в образовании "Байтик", 1997. — С. 209.
5. Городняя Л.В., Евстигнеев В.А., Калинина Н.А., Касьянов В.Н., Мурзин Ф.А. Изложение отечественной истории информатики для школы // Там же. — С. 210—213.
6. Городняя Л.В., Мурзин Ф.А. Психологические аспекты информатики // Там же. — С. 166.
7. Городняя Л.В., Очаковская О.Н., Малинина Ю.В. Особенности представления знаний в информационной системе по преобразованиям программ // Там же. — С. 167.
8. Дудышева Е.В., Городняя Л.В. Использование графических средств DELPHI для конструирования учебных систем по детской информатике // Там же. — С. 48.
9. Городняя Л.В., Кихтенко Т.И., Несговорова Г.П. От школьных учебников информатики — к вузовским // Там же. — С. 40.

10. Городняя Л.В., Мурзин Ф.А. Психологические аспекты информатики // Там же. — С. 100.
11. Долгова С.Г., Ершова О.Р. Учебно-информационная система анализа и преобразования программ // Материалы 35 Междунар. научн. студенч. конф. "Студент и научно-технический прогресс". Секция "Математика". — Новосибирск: НГУ, 1997.
12. Долгова С.Г., Ершова О.Р. Учебно-инструментальная система анализа и преобразования программ // Новые информационные технологии в университетском образовании: Матер. междунар. научно-метод. конф. — Новосибирск: НИИ МИОО НГУ, 1997. — С. 142.
13. Дудышева Е.В., Городняя Л.В. Использование графических средств DELPHI для конструирования учебных систем программирования // Там же. — С. 143.
14. Загорюлько Ю.А. Опыт использования программной среды SemprTAO в преподавании курса "Представление и обработка знаний" // Там же. — С. 102.
15. Калинина Н.А. Системы компьютерной алгебры как фундаментальное средство обучения информатике // Там же. — С. 104.
16. Касьянов В.Н., Городняя Л.В., Евстигнеев В.А., Бирюкова Ю.В., Малинина Ю.В., Цикоза С.Г., Климова Т.А., Харитонов Э.В. Параллельная обработка: вопросы обучения // Там же. — С. 186.
17. Касьянов В.Н., Лисицын И.А. Система для редактирования иерархических графов // Там же. — С. 147—148.
18. Касьянов В.Н. Вопросы преподавания информатики и программирования // Информатика и информационные технологии в образовании. — Красноярск, 1997. — С. 88—90.
19. Касьянов В.Н., Несговорова Г.П. СИМИКС — информационная система для поддержки гуманитарных исследований и образования в области культуры // Применение новых технологий в образовании. — Троицк: Фонд новых технологий в образовании "Байтик", 1997. — С. 99—101.
20. Лисицын И.А. HIGRES: Система для работы с иерархическими графами // Материалы 35 Междунар. научн. студенч. конф. "Студент и научно-технический прогресс". Секция "Математика". — Новосибирск: НГУ, 1997.
21. Харитонов Э.В. Организация пользовательского и программного интерфейса в обучающих системах удаленного доступа // Новые информационные технологии в университетском образовании: Ма-

тер. междунар. научно-метод. конф. — Новосибирск: НИИ МИОО НГУ, 1997. — С. 68.

22. Хегай Ж.Э. Использование механизмов бинарных разрешающих диаграмм для преобразования булевых функций // Материалы 35 Междунар. научн. студенч. конф. "Студент и научно-технический прогресс". Секция "Математика", — Новосибирск: НГУ, 1997.

#### Препринты

1. Ануреев И.С. Системы переписывания формул. — Новосибирск, 1997. — 22 с. — (Препр. / Сиб. отд-ние РАН, ИСИ; № 40).
2. Вотинцева А.В. Исследование эквивалентностей для структур событий. — Новосибирск, 1997. — 27 с. — (Препр. / Сиб. отд-ние РАН, ИСИ; № 41).
3. Кадач А.В. Эффективные алгоритмы неискажающего сжатия данных сортировкой блоков. — Новосибирск, 1997. — 43 с. — (Препр. / Сиб. отд-ние РАН, ИСИ; № 42, ч. 1).
4. Кадач А.В. Эффективные алгоритмы неискажающего сжатия данных сортировкой блоков. — Новосибирск, 1997. — 40 с. — (Препр. / Сиб. отд-ние РАН, ИСИ; № 42, ч. 2).
5. Кадач А.В. Эффективные методы создания и передачи префиксных кодов. — Новосибирск, 1997. — 28 с. — (Препр. / Сиб. отд-ние РАН, ИСИ; № 44).
6. Кадач А.В. Свойства кодов Хаффмана и эффективные методы декодирования префиксных кодов. — Новосибирск, 1997. — 44 с. — (Препр. / Сиб. отд-ние РАН, ИСИ; № 45).
7. Касьянов В.И., Несговорова Г.П. СИМИКС — информационная система для поддержки гуманитарных исследований в области культуры. — Новосибирск, 1997. — 18 с. — (Препр. / РАН, Сиб. отд-ние, ИСИ; № 43).
8. Кауфман А.В., Черноножкин С.К. ОСТ: система контроля тестируемости Модуля-2-программ. — Новосибирск, 1997. — 47 с. — (Препр. / Сиб. отд-ние РАН, ИСИ; № 38).
9. Устименко А.П. Причинно-следственные структуры с цветными фишками. — Новосибирск, 1997. — 22 с. — (Препр. / Сиб. отд-ние РАН, ИСИ; № 39).

10. Garasyuk I.V. An investigation of back-forth and place bisimulation equivalences. — Hildesheim. — 1997. — 30 p. — (Prepr. / Hildesheimer Informatik-Bericht; № 8).
11. Garasyuk I.V. An investigation of tau-equivalences. Hildesheim. — 1997. — 28 p. — (Prepr. / Hildesheimer Informatik-Bericht; № 9).

#### Авторефераты

1. Вотинцева А.В. Методы спецификации и анализа параллельных процессов, представленных структурами событий: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат.наук: 05.13.11. — Новосибирск, 1997. — 16 с.
2. Емельянов П.Г. Методы и средства статического анализа семантических свойств программ: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат.наук: 05.13.11. — Новосибирск, 1997. — 18 с.
3. Гарасюк И.В. Эквивалентные понятия для моделей параллельных и распределенных систем: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. — Новосибирск, 1997. — 19 с.
4. Устименко А.П. Причинно-следственные структуры с цветными фишками: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат.наук: 05.13.11. — Новосибирск, 1997. — 19 с.
5. Яхню Т.М. Средства представления и методы обработки знаний в интеллектуальных системах: Автореф. дис. ... докт. физ.-мат. наук: 05.13.11. — Новосибирск, 1997. — 29 с.

#### Учебные и методические пособия

1. Загорюлько Ю.А. Методы представления и обработки знаний. Семантические сети и системы продукций. — Новосибирск: Высший колледж информатики НГУ, 1997. — 46 с.
2. Загорюлько Ю.А., Телерман В.В., Яхню Т.М. Логическое программирование. — Новосибирск: НГУ, Высший колледж информатики, 1997. — 150 с.
3. Кузьминов Т.В. Криптографические методы защиты информации/ Методическое пособие. — Новосибирск: НГУ, 1997. — 83 с.

#### Документация

1. КРОСС-СИСТЕМА ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ МОДУЛЯ-2 для БЦВМ. — С-32. Средства измерения, представления и оценки статической и динамической информации о программе. Руководство программиста.

2. КРОСС-СИСТЕМА ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ МОДУ-ЛА-2 для БЦВМ. — С-32. Средства измерения, представления и оценки статической и динамической информации о программе. Описание применения.
3. КРОСС-СИСТЕМА ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ МОДУ-ЛА-2 для БЦВМ. — С-32. Средства измерения, представления и оценки статической и динамической информации о программе. Система ОСТ: Описание возможностей. Версия 1.0 для OS/2 и Windows-95.
4. КРОСС-СИСТЕМА ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ МОДУ-ЛА-2 для БЦВМ. — С-32. Средства измерения, представления и оценки статической и динамической информации о программе. Система ОСТ: Руководство пользователя. Версия 1.0 для OS/2 и Windows-95.
5. КРОСС-СИСТЕМА ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ МОДУ-ЛА-2 для БЦВМ. — С-32. Средства измерения, представления и оценки статической и динамической информации о программе. Система ОСТ: Известные проблемы и недостатки. Версия 1.0 для OS/2 и Windows-95.

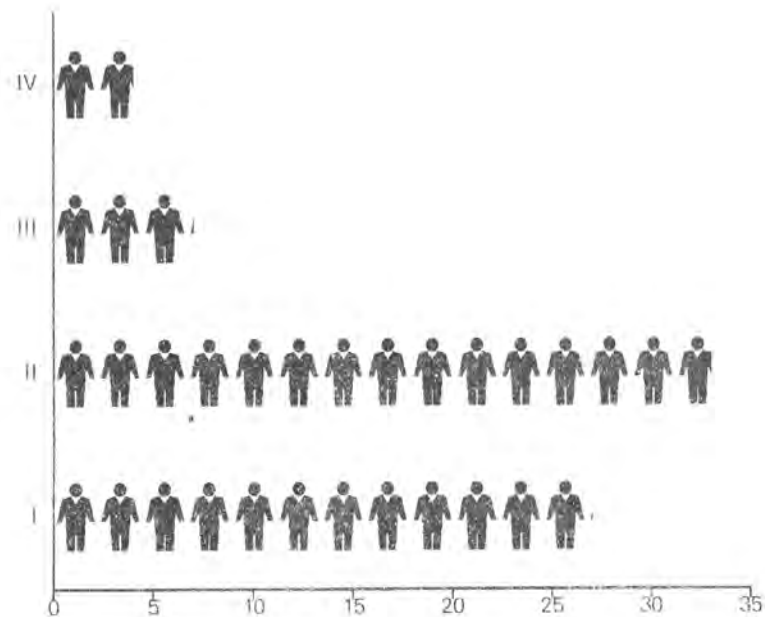
СТРУКТУРА ФИНАНСИРОВАНИЯ  
ИНСТИТУТА В 1997 Г.



- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1. Бюджетное финансирование                        | 2 102.7 млн. руб. |
| 2. Финансирование по хозяйственным работам         | 898.9 млн. руб.   |
| 3. Финансирование по конкурсным проектам и грантам | 289 млн. руб.     |

Приложение 3

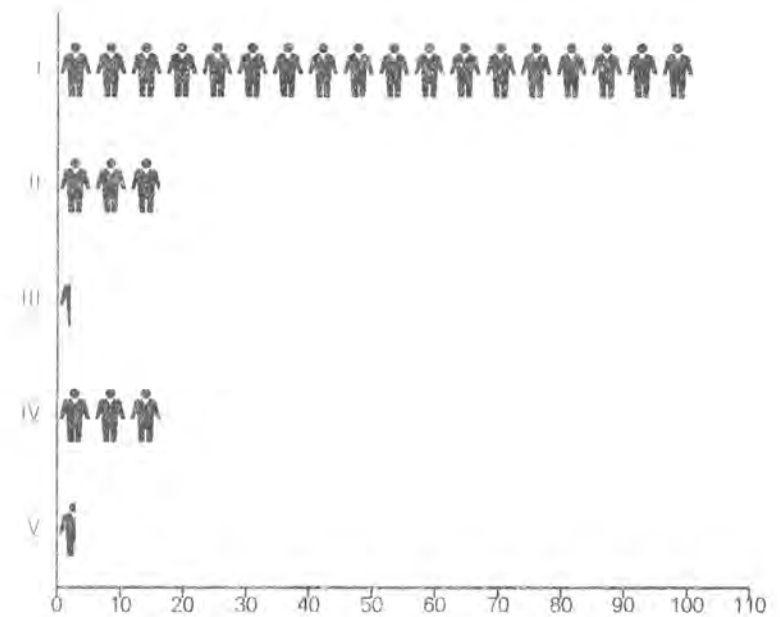
ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА  
НАУЧНЫХ СОТРУДНИКОВ ИНСТИТУТА



I	—	до 35 лет	27
II	—	от 35 до 50 лет	33
III	—	от 50 до 60 лет	7
IV	—	свыше 60 лет	4

Приложение 4

КАДРОВЫЙ СОСТАВ ИНСТИТУТА



I	—	число сотрудников в научных подразделениях	—	101;
II	—	число сотрудников в научно-вспомогательных подразделениях	—	16;
III	—	количество сотрудников в хозяйственных подразделениях	—	2;
IV	—	количество сотрудников в АУПе	—	17;
V	—	за штатом	—	3.
VI	—	общее число сотрудников	—	139.