

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

## Отчет

о научной, научно-организационной  
и хозяйственной деятельности  
за 1995 год

Новосибирск 1996

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

Зам. директора по науке к.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 kuzn@iis.nsk.su*

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

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

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

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В 1995 г. исполнилось пять лет со дня образования Института систем информатики.

Становление института совпало со сложным для нашей страны периодом реформ. Коренным образом изменилась не в лучшую сторону ситуация с финансированием академической науки. Тем не менее за прошедшее пятилетие институт сформировался как научный коллектив, полностью сохранил тематику научных исследований и с 1994 г. заслуженно, как мы считаем, носит имя основателя сибирской школы программирования Андрея Петровича Ершова.

Сейчас институт насчитывает 167 штатных сотрудников, из них 67 — научных сотрудников, в том числе 7 докторов и 25 кандидатов наук.

Трое наших докторов наук (И. В. Поттосин, В. Н. Касьянов, В. А. Евстигнеев) получили Государственные научные стипендии для выдающихся ученых России.

В настоящее время в институте сложились следующие направления:

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

2. 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.

3. Создание методов и экспериментальных инструментов конструирования и спецификации программ в окружениях надежного программирования.

4. Развитие систем автоматизации проектирования и программирования.

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

6. Создание методов и средств обучения информатике и программированию в рамках многоуровневого образования.

7. Создание информационных и телекоммуникационных систем и сетей.

8. Исследование распределенных вычислительных систем с общей памятью.

За истекшее пятилетие сотрудниками института защищены 4 докторские и 9 кандидатские диссертаций. В среднем в год публикуется

около ста работ в трудах международных конференций, центральных и местных изданиях.

Начиная с 1991 г., институт совместно с издательством "Наука" (Сибирское отделение) выпускает сборник "Системная информатика", содержащий работы наиболее известных отечественных и зарубежных специалистов в области информатики. В 1994 году опубликованы избранные труды академика А. П. Ершова. Проведено 3 международных конференции по современным проблемам информатики (1990, 1991, 1993).

В 1995 г. в институте проводились научно-исследовательские работы по программе СО РАН "Математическое моделирование, информационные технологии и вычислительная техника", ГНТП "Информатизация России", а также по ряду проектов, поддержанных РФФИ, ЕС (программа INTAS) и Международным научным фондом.

#### Важнейшие результаты научных исследований:

1. Исследованы формальные модели и средства спецификации и верификации параллельных систем, включающие программные логики, иерархические конечные автоматы, структуры событий, причинно-следственные структуры, сети Петри. Предложен язык спецификаций Basic-REAL распределенных систем реального времени, базирующийся на стандартном языке спецификаций SDL и временной логике CTL, для которого разработана структурная операционная семантика. Для апробации сетевых моделей реализован прототип экспериментальной системы NetCalc, с помощью которого проведены эксперименты по верификации протоколов связи.

*Авторы:* Непомнящий В. А., зав.лаб., к.ф.-м.н.; Вирбицкайте И. Б., с.н.с., к.ф.-м.н.; Шилов Н. В., с.н.с., к.ф.-м.н.; Быстров А. В., н.с.; Алексеев Г. И., н.с.; Мыльников С. П., н.с.; Окунишникова Е. В., м.н.с.; Устименко А. П., м.н.с.; Чурина Т. Г., м.н.с.; Бодин Е. В., аспирант; Вотинцева А. В., аспирант; Тарасюк И. В., аспирант.

2. Разработан метод недоопределенных вычислений и проведен его сравнительный анализ с основными подходами при программировании в ограничениях. Показана принципиальная новизна предлагаемого подхода. Разработаны прикладные системы, использующие аппарат недоопределенных вычислений для решения задач планирования, проектирования на плоскости и проведения инженерных расчетов.

*Авторы:* Яхно Т. М., зав.лаб., к.ф.-м.н.; Телерман В. В., с.н.с., к.т.н.; Нариньяни А. С., к.ф.-м.н., с.н.с.; Швецов И. Е., к.т.н., с.н.с.

3. Создана спецификация рабочего места инженера знаний. Эта система рассматривается как набор взаимодействующих модулей, между которыми распределены следующие задачи: приобретение знаний, описание знаний, рассуждения, объяснения и интерфейс. Такой подход позволяет смоделировать гибкую систему обработки и синтеза новых знаний и поддерживает развитой естественно-языковой интерфейс, имитирующий общение с экспертом.

*Авторы:* Яхно Т. М., зав.лаб., к.ф.-м.н.; Загоруйко Ю. А., к.т.н., с.н.с.

4. Выполнен комплекс исследований и экспериментальных разработок по методологическому обоснованию кремниевой компиляции. В частности, решена задача размещения элементов и планирования кристалла, подробно исследована задача канальной трассировки и проведена систематизация применяемых алгоритмических решений, разработана эффективная схема сквозного проектирования топологии СБИС, начиная со схемных описаний. Созданы новые алгоритмы, проведен сравнительный анализ с существующими методами и алгоритмами, решены фрагменты реальных задач по разработке СБИС.

*Авторы:* Марчук А. Г., зав.лаб., д.ф.-м.н.; Апанович З. В., с.н.с., к.ф.-м.н.; Клековкин А. В., вед.программист.

5. Проведены исследования по биязыковым системам программирования на примере связки Модуль-2 — Оберон. На базе предложенных решений создана система программирования, позволяющая производить высокоэффективные модульные программные комплексы. Исследованы вопросы объектной ориентации применительно к инструментальным системам программирования, предложены эффективные решения по формированию библиотечных модулей общего назначения.

*Авторы:* Недоря А. Е., н.с., к.ф.-м.н.; Тарасов Е. В., н.с.; Денисов А. С., н.с.

6. Создан язык алгебраических спецификаций Руслан, служащий для формального описания языков программирования и программных систем. Средствами Руслана строго описан язык программирования Оберон, в результате чего впервые получено полное компактное формальное описание семантики реального языка программирования. Результат представлен в виде трех компонентов: формального описания целевой машины, в язык которой транслируются выражения и операторы языка программирования; формального описания транслирующей машины; набора правил синтаксического анализа и перевода предложений программы в предложения транслятора или целевой машины.

*Авторы:* Замулин А. В., в.н.с., д.ф.-м.н.

7. Систематизированы теоретико-графовые методы и алгоритмы для классов деревьев и бесконтурных графов — основа для создания "энциклопедии" алгоритмов на графах. Построена теория эквивалентных преобразований схем программ на базе анализа содержательных свойств. Заложены основы теории анализа и преобразования аннотированных программ. Разработаны и апробированы в созданном комплексе инструментов трансформационного программирования методы и эффективные алгоритмы выявления свойств, распознавания эквивалентности, оптимизации, специализации, кодогенерации и других видов семантической обработки программ.

*Авторы:* Касьянов В. Н., г.н.с., д.ф.-м.н.; Евстигнеев В. А., в.н.с., д.ф.-м.н.; Емельянов П. Г., инж.-программист.; Калинина Н. А., с.н.с., к.ф.-м.н.; Налимов Е. В., н.с.; Сабельфельд В. К., в.н.с., д.ф.-м.н.; Цигоза В. А., н.с.

8. Разработан подход к синтаксически направляемому анализу программ и на его основе реализован ряд алгоритмов анализа, необходимых для эффективности смешанного вычисления, как в смысле качества получаемых специализированных программ, так и собственно процесса смешанных вычислений. Формально определены и реализованы правила построения генерирующего расширения для строго структурированного языка программирования Модуль-2. Начаты эксперименты по применению смешанного вычислителя к реальным программам из различных прикладных областей.

*Авторы:* Бульонков М. А., с.н.с., к.ф.-м.н.; Бульонкова А. А., н.с., к.ф.-м.н.; Кочетов Д. В., аспирант.

9. Разработана архитектура суперскалярного микропроцессора, ориентированная на использование мелкоблочного параллелизма посредством параллельного исполнения нескольких потоков инструкций с динамическими средствами разрешения потоковых зависимостей, когда описание последних для каждого потока формируется компилятором и передается аппаратуре в виде аппаратно-распознаваемого дескриптора входных и выходных связей.

*Авторы:* Дорожевец М. Н., зав.лаб., к.т.н.

Анализ перечисленных выше результатов показывает, что выполняемые в ИСИ СО РАН исследования охватывают весьма широкий спектр проблем и тематически относятся к следующим основным направлениям:

— теоретические основания информатики;

— методы и инструменты построения программ повышенной надежности и эффективности;

— методы и системы искусственного интеллекта;

— прикладные программные и программно-аппаратные системы.

Охарактеризуем выполненные в ИСИ СО РАН работы более подробно.

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ

### 2.1. Формальные модели и методы описания семантики, спецификации и верификации параллельных и распределенных систем

В области теории сетевых моделей изучались свойства потоковых сетей, сетей Петри, структур событий и причинно-следственных структур. Разработан ряд семантических представлений (последовательности срабатывания, языки трасс, информационно-логические графы структуры событий) для потоковых сетей с цветными фишками. Установлено совпадение между эквивалентностью, описываемой темпоральной логикой  $L-1$  (введенной М. Мукундом и П. С. Тиагараджаном), и специально разработанными бисимуляционными эквивалентностями на структурах событий, что заполняет пробел в литературе, посвященной характеристикам бисимуляционных эквивалентностей на структурах событий. Исследована бисимуляционная и другие виды эквивалентности для различных классов структур событий и сетей Петри. Для временных сетей Петри без пересечений интервалов срабатывания предложен алгоритм построения редуцированного графа достижимых состояний, что позволяет упростить анализ для этого класса сетей. Разработан сохраняющий строгую эквивалентность алгоритм отображения сетей Петри в обобщенные причинно-следственные структуры, что позволило решить открытый вопрос.

Предложен новый вариант известной программной логики — Мю-исчисление второго порядка, — обладающее равной выразительной силой с логикой второго порядка монадических функций следования М. Рабина. Хотя эта новая логика неразрешима, зато для нее разрешима проблема выполнимости в Эрбрановых интерпретациях с экспоненциальной верхней оценкой сложности. Предложена непротиворечивая (и эффективная для недетерминированных систем) аксиоматизация богатого фрагмента стандартного Мю-исчисления. Для некоторых фрагментов Мю-исчисления разработаны эффективные алгоритмы проверки формул в моделях с реальным временем, порожденных вза-

имодельствующими конечными автоматами. Эти фрагменты ранее не рассматривались, как и трактовка понятия "реальное время" в виде асинхронных мультислов со синхронизацией скоростей хода линейными однородными неравенствами с целыми постоянными коэффициентами.

## 2.2. Теория оптимизации и конструирования эффективных и надежных программ

2.2.1. В отчетном году продолжена работа по систематизации базовых теоретико-графовых методов и алгоритмов для обработки бесконечных графов и частично упорядоченных множеств, а также по их применению к задачам контекстного анализа и генерации транслируемых программ.

Первыми шагами в создании полного справочника ("энциклопедии") по теоретико-графовым алгоритмам и смежным вопросам, ориентированного в первую очередь на программистов, были выпуск двух книг "Алгоритмы на графах" (1989 г.) и "Алгоритмы обработки деревьев" (1990 г.) с последующим их изданием в виде сводного тома "Теория графов: алгоритмы обработки деревьев" (1994 г., изд-во "Наука", СО РАН). Особенность предложенного авторами подхода при составлении справочника — ориентация на классы графов и высокоуровневое описание алгоритмов.

Для дальнейшей работы в этом направлении выбраны классы бесконечных и сводимых графов. Соответствующие книги "Теория графов: алгоритмы обработки бесконечных графов" и "Теория графов: алгоритмы обработки сводимых графов" включены в план редподготовки издательства "Наука" СО РАН на 1996 г.

В рамках этой же работы составляется толковый словарь по теории графов и ее применениям в программировании, первая часть которого вышла в свет в отчетном году. Вторая и третья части готовятся к печати.

Были начаты работы по развитию теории и методологии трансформационного программирования в направлении конструирования программ для параллельных архитектур по логическим и функциональным спецификациям. Их цель — разработка "алгебры программ", позволяющей манипулировать программными фрагментами в рамках формального исчисления программ, и создание инструментов, поддерживающих получение эффективных и корректных программ по заданным спецификациям при помощи корректных трансформаций.

Исследованы отношения эквивалентности на различных моделях программ и сохраняющие эти эквивалентности системы преобразова-

ний; разработаны новые методы семантического анализа программ и спецификаций; описаны программные преобразования и разработан их каталог; созданы экспериментальные системы трансформационного программирования, в которых нашли бы практическое воплощение разработанные теоретические методы.

Подготовлены аналитические обзоры по различным аспектам оптимизации и преобразования программ, включая корректность преобразований, виды участков экономии, типы промежуточного представления программ, методы анализа зависимостей по данным и управлению, типы архитектур с мелкозернистым параллелизмом и алгоритмы компактификации кода для машин, эксплуатирующих мелкозернистый параллелизм.

Создана экспериментальная версия расширяемой системы для исследования преобразований функциональных программ. Система реализована на языке Лисп и преобразует Лисп-программы.

2.2.2. В рамках построения теории эквивалентных преобразований схем программ на основе анализа содержательных свойств исследованы отношения эквивалентности, корректные преобразования и алгоритмы извлечения семантических свойств аппликативных программ.

Сформулированы математические постановки задач анализа наследуемых и синтезируемых содержательных свойств аппликативных программ. Построены алгоритмы решения этих задач на схемных моделях. Построены полная система преобразований и полиномиальный алгоритм распознавания для древесной эквивалентности в классе линейных рекурсивных схем. Полная система преобразований построена также для класса рекурсивных схем с конечной разверткой. Получена гиперэкспоненциальная оценка для размера детерминанта таких схем. Для класса исследуемых моделей аппликативных программ характерно то, что в условиях условных термов допускаются не только атомарные формулы, как обычно предполагалось в предшествующих исследованиях, но и термы самого общего вида. Кроме того, в схеме задается ограничение на множество возможных интерпретаций всякого базисного символа за счет приписывания этому символу множества строгих наборов параметров; интерпретация должна давать неопределенность, если всякий строгий набор содержит хотя бы один неопределенный аргумент.

Продолжались работы по анализатору семантических свойств (АСС), предназначенному для статического обнаружения свойств Модуля-программ, знание которых позволяет строить более надежные и эффективные программы. Результаты анализа используются при от-

ладке программ (обнаружение бесконечных циклов, делений на ноль, выходов за пределы диапазона), верификации (нахождение инвариантов), оптимизации и специализации (удаление "мертвого" кода, замена выражения наиболее простым).

В 1995 г. изучалось соответствие между конкретной и абстрактной семантикой на основе представления семантических свойств как формальных языков, а также рассматривались возможности повышения точности анализа, в частности, за счет использования интервально-конгруэнтного анализа значений целочисленных переменных. Практическая работа по анализатору сосредоточилась на переносе анализатора на язык C++ в среду Windows и UNIX с использованием имеющихся там инструментальных средств. Совершенствовались средства взаимодействия с пользователем (в пакетном и автоматическом режимах).

2.2.3. Как один из методологических подходов к трансформационному программированию исследовался метод смешанных вычислений.

Выполнялись работы, целью которых были реализация и эксперименты со смешанным вычислителем для языка высокого уровня Модула-2. В рамках этого проекта разработан подход к синтаксически направляемому анализу программ и на его основе реализован ряд алгоритмов анализа, эффективных для смешанного вычисления и повышающих качество получаемых специализированных программ. Выбранный при реализации метод генерирующего расширения не только поддерживает корректность, гарантируя согласованность вычислений, выполняемых во время специализации и в остаточной программе, но и повышает открытость системы, что является необходимым условием практической применимости. Впервые были формально определены и реализованы правила построения генерирующего расширения для строго структурированного языка программирования. Начаты эксперименты по применению смешанного вычислителя к реальным программам из различных прикладных областей. Предварительные результаты показывают, что разработанная система смешанного вычисления не уступает аналогичным по качеству порождаемых программ и значительно их превосходит по эффективности процесса специализации.

### 2.3. Алгебраические методы спецификации программ

Создан язык алгебраических спецификаций Руслан, предназначенный для формального описания языков программирования и программных систем. Язык дает возможность составить структурную спецификацию задачи методами "сверху вниз" и "снизу вверх" с независимой проверкой корректности спецификации на каждом уровне абстракции.

Основными компонентами структурированной спецификации являются:

- тип данных,
- типовый род,
- класс типов данных,
- функция.

Типы данных служат для создания данных и манипулирования ими посредством заданных операций. Типовые роды служат для создания типовых единиц, представляемых в программах типовыми терминами, и манипулирования ими. Каждый типовый терм связывается с определенным типом данных. Классы типов данных позволяют разбить множество типов данных на пересекающиеся подмножества групп операций, что облегчает построение и анализ полиморфных конструкций. Функция не принадлежит к конкретному типу данных и обычно задает действия над данными разных типов (например структуры управления).

Язык спецификаций Руслан использован для полного формального описания языка программирования Оберон, в результате чего впервые дано полное компактное формальное описание семантики реального языка программирования. Результат представлен в виде трех компонентов:

- алгебраического определения абстрактной целевой машины,
- алгебраического определения абстрактной транслирующей машины,
- множества правил трансляции.

Алгебраическое определение абстрактной целевой машины представляет собой множество типов данных, типовых родов, классов типов данных и отдельных функций, задающих семантику целевой машины, в предложения которой транслируются выражения и операторы Оберона. Алгебраическое определение абстрактной транслирующей машины — это множество типов данных, представляющих структуры периода компиляции (определения типов данных, описания переменных и т.п.) и отдельных функций, служащих для контроля и трансляции предложений программы. Правила трансляции отображают предложения программы в предложения транслирующей или целевой машины.

Язык спецификаций Руслан был также использован для спецификации мультимедийной модели данных, представляющей собою множество структурированных документов с инкапсулированной структурой. Тип документа в данной модели определяет не только структуры данных, как в большинстве других моделей, но и операции, применимые к документам данного типа. Формальное определение модели

строгое разделяет пользовательские операции, представимые в виде окон, клавиш, выделенных участков и т.п., и базисные операции с вполне определенной семантикой. Такое разделение обеспечило полезную основу для реализации модели на различных платформах. Для каждой операции специфицирован ее домен, что послужило явным указанием реализаторам модели, какие обработчики исключительных ситуаций необходимо предусмотреть.

### 3. МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММ ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ

#### 3.1. Система СОКРАТ — интегрированная среда разработки программ повышенной надежности и эффективности

Система СОКРАТ как интегрированная среда для разработки программ повышенной надежности и эффективности содержит, кроме традиционных транслирующих и оптимизирующих процессоров, еще ряд компонентов (базу данных разработки программ, систему измерения характеристик программ, систему отладки и тестирования программ и др).

В 1995 г. проводилась работа по совершенствованию компонентов системы СОКРАТ.

3.1.1. Были экспериментально исследованы принципиальные алгоритмические возможности метода распознавания по образцу (pattern matching) и технологии многократного восходящего перелисьвания (bottom-up-re-writing) для проектирования высокоэффективных оптимизирующих селекторов команд в составе настраиваемых генераторов машинного кода.

Найдена и экспериментально обоснована оригинальная модификация метода pattern matching для работы с ациклическим ориентированным графом внутреннего представления исходной программы (вместо традиционного для данного метода входного леса деревьев). Такая модификация позволяет корректно и предельно систематично разрешать возникающую при этом проблему неэффективной мультиреализации общих подвыражений (в особенности — адресных) за счет особого неоднозначного вычисления синтезируемых атрибутов нетерминальных символов грамматики не в узлах, а на дугах входного ациклического орграфа (традиционные способы борьбы с неэффективной мультиреализацией здесь, как правило, эвристические).

Технологические эксперименты проводились с использованием оригинального инструментального языка описания системы команд объек-

тной машины в форме свертывающей атрибутивной грамматики. Текущее рабочее название данного относительно независимого подпроекта языка и инструментального конвертора с него на языке Си и Оберон-2 — Oburg. Система Oburg подвергалась неоднократным модификациям для улучшения технологических свойств. Полученный в результате экспериментальный вариант системы Oburg был использован для построения ряда оптимизирующих генераторов кода.

К настоящему моменту завершён вариант кодогенератора для процессоров Intel 386 и старше, ведутся работы по кодогенератору для процессоров VAX и IBM/360. При разработке генератора особый упор был сделан на независимость внутреннего представления транслируемой программы как от входных языков (в настоящее время — Модула-2 и Оберон-2), так и от целевой архитектуры; был разработан и реализован специальный язык описания шаблонов инструкций целевой архитектуры, написан компилятор с этого языка.

Генератор реализован в виде набора модулей, выполняющих следующие функции: интерфейс с первым проходом (перевод программы в рабочее представление), анализ управляющего графа, анализ указателей, анализ глобальных переменных, построение SSA-формы, ряд простых оптимизаций, арифметические оптимизации, объединение общих подвыражений, анализ диапазонов переменных, очистка циклов, упрощение операций в циклах, удаление "мертвого" кода, поиск областей жизни переменных, построение графа зацепленности переменных, объединение переменных в кластеры, итеративное глобальное распределение регистров, собственно генерация кода, организация промежуточного хранения сгенерированного кода, укладка графа с минимизацией переходов, выдача объектного файла.

Проведенные измерения показали, что результирующий код разработанного генератора по качеству не уступает коду, сгенерированному лучшими Си-компиляторами (Watcom C), и, как правило, лучше кода, сгенерированного большей частью Си-компиляторов (Symantec, Microsoft, Borland C).

3.1.2. Был разработан языково-ориентированный контекстно-чувствительный потоковый анализатор для программ на языке Оберон-2.

Языково-ориентированный потоковый анализатор применим не только для оптимизации программ, но и в различных системах обработки программ на входном языке.

В процессе анализа детально представлены структуры данных программы — каждая компонента структурной переменной является независимым объектом в информационных связях.

Вместо традиционного графа управления в качестве структур управления применяется иерархическая гиперграфовая композиция блоков с несколькими входами и выходами. Гиперграфовая композиция не разрушает исходную операторную структуру, а лишь унифицирует ее. Сохранение операторной структуры дает возможность иерархического пооператорного построения совокупности информационных связей программы, что является новым ценным качеством как для самого анализа, так и для его приложений.

Реализованный алгоритм анализа является предельным по большинству известных позиций — это межпроцедурный контекстно-чувствительный анализ с корректной аппроксимацией межмодульных связей и четкой дифференциацией обязательных и возможных информационных связей.

Для переменных типов POINTER и PROCEDURE реализована протяжка констант.

Алгоритм потокового анализа реализован для программ на языке Оберон-2 и тестировался на наборе реальных задач.

На базе предложенного алгоритма разработан анализатор потоковых ошибок, который протестирован на наборе реальных задач. Анализатор обнаруживает неинициализируемые и неиспользуемые переменные, разыменованное нулевого указателя, недостижимые ветви программы и другие ошибки. Анализатор умеет отличать явные ошибки от возможных; в сообщении об ошибке печатается контекст вызова, в котором имеет место ошибка.

В рамках развития теории линейных схем была предложена модель регулярных гамаков. Для нее сформулированы условия преобразования чистки гамаков и доказана их корректность. Реализован алгоритм выполнения этого преобразования и доказана его локальная оптимальность. Предложен усовершенствованный алгоритм выполнения этого преобразования, являющийся уже оптимальным.

3.1.3. Продолжались исследования использования объектно-ориентированного подхода в разработке средств тестирования и отладки с особым упором на применение этих методов в создании инструментальных средств для программирования встроенных систем.

В первую очередь рассматривалась разработка встроенных программ для управления сложными автономными объектами с повышенными требованиями по надежности и длительности эксплуатации. Значительное внимание было уделено задачам, возникающим при серийной разработке таких программ, когда при переходе от одной разрабатываемой системы к другой, с одной стороны, сохраняется большая часть про-

граммного обеспечения, а с другой — некоторая его часть непременно претерпевает какие-то более или менее значительные изменения, связанные с переменами в окружающей программу внешней среде, прежде всего — с установкой, заменой или удалением какого-то внешнего оборудования.

В условиях возникающей в такой ситуации зерсионности программного обеспечения появляется естественная потребность сочетать здоровый консерватизм, обеспечивающий повторность использования программных средств, с возможностью постоянного их развития. В области отладки и тестирования это выливается в требование сохранения и повторного использования уже разработанного тестирующего материала, что не должно, однако, мешать оперативному внесению в него изменений, вызванных эволюцией оборудования и программного обеспечения.

Объектно-ориентированный подход в таких условиях позволяет отделить общие схемы и элементы, обладающие существенной консервативностью, от конкретных деталей, подверженных достаточно частым изменениям.

Разработка специализированных средств измерения и оценки динамической информации о программе на базе общих механизмов, используемых для тестирования и отладки, подтверждает перспективность такого подхода.

В рамках этих же исследований осуществлялось дальнейшее развитие специализированного языка для управления отладкой и тестированием программ. Были существенно изменены средства управления процессом отладки и описания моделей внешней среды, что позволило перейти от отладки отдельных программ к цепочкам и комплексам из многих сложным образом взаимодействующих друг с другом программ.

В направлении, связанном с отладкой высокооптимизированных программ, в качестве основной исследовательской задачи рассматривалось представление отладочной информации об исходной программе. Мощные механизмы оптимизации и нетривиальные методы кодогенерации существенно усложняют установление соответствия между исходной и результирующей программами, что создает целый ряд специфических проблем.

С этой точки зрения подробно изучено одно из предложений Международного комитета по стандартизации отладочной информации (так называемый TIS-формат) и ряд его конкретных реализаций. В результате проведенного исследования обнаружены недостатки, которые не позволяют использовать предложенный формат для адекватного



описания кода, полученного компилятором с мощными средствами оптимизации и высокоэффективной кодогенерацией.

Предложены методы и средства структурного тестирования. Методы структурного тестирования основаны на критериях, которым должен удовлетворять наиболее полный (по выбранному критерию) набор тестов. Эти критерии позволяют не только построить полный набор тестов для данного критерия, но и оценить полноту имеющегося набора тестов, т. е. его качество.

Известны два типа критериев, общих для программы, основанные на проверке двух основных компонентов, составляющих любую программу, а именно: поток управления и поток данных. При этом программа обычно рассматривается в виде некоторого формализованного представления и критерий требует покрытия составных частей этого представления. Первый тип критериев: программа представляется в виде управляющего графа программы, а критерии формулируются в терминах покрытия этого графа. Второй тип критериев: программа представляется в виде графа определения/использования (def/use) переменных, а соответствующий набор критериев также формулируется в терминах покрытия данного графа. Для определенных конструкций в программе возможны свои критерии, так, например, для такого важного оператора, как цикл — критерий покрытия циклов.

Наиболее популярный из критериев структурного тестирования — C1, или критерий покрытия дуг. Он требует построения такого набора тестов, при исполнении которого проходятся все дуги управляющего графа программы (вершины графа соответствуют отдельным операторам программы, дуги — возможным переходам).

Принципиально другим критерием структурного тестирования является критерий покрытия всех определений переменных (или критерий all-defs), который основан на потоке данных в программе. Критерий all-defs требует построения такого набора тестов, что для каждого определения переменной существует тест, при исполнении которого определение достигает своего использования и на пути от определения до использования нет другого определения этой переменной.

Критерии C1 и all-defs достаточно хороши, однако когда в программе есть циклы, набор тестов, полученный с их помощью, выглядит несколько неполным. А если учесть, что циклические части в программе — это участки, исполняемые наиболее часто, то появляется необходимость в критерии покрытия циклов. Критерий покрытия циклов (или all-cycles) требует построения такого набора тестов, для которого все циклы исполнялись бы 0, 1 и более одного раза.

Таким образом, комплексный критерий структурного тестирования состоит из трех критериев структурного тестирования: C1, all-defs и критерия покрытия циклов. Для такого комплексного критерия разработаны инструменты, обеспечивающие поддержку построения тестов для языков Модула-2 и ассемблера ЕС ЭВМ, и инструменты, оценивающие наборы тестов на полноту по каждому из критериев.

3.1.4. Для создания надежного программного обеспечения необходимо при проектировании произвести "правильное" его разбиение на модули, т. е. получить такое разбиение, которое способствовало бы более простому написанию, отладке, тестированию и сопровождению.

Разработана модель оценки сложности программ, написанных на Модуле-2. Такая модель содержит набор мер, позволяющих оценить сложность модуля в соответствии с теми типами, структурами данных и данными, которые он использует при своем создании из окружающих его модулей.

Так как в литературе не обнаружено набора мер для языка Модула-2, предложен собственный набор мер для процедуры, модуля определений и модуля реализации, позволяющий классифицировать модули по их сложности и при создании программного продукта отказываться от сложных модулей, заменяя их более простыми аналогами. В рамках реализации данной модели написан метрический компилятор для языка Модула-2.

Предложен набор точных критериев оценки добротности (или, иначе, хорошей организованности) программ, на основании которого текст программы сопоставляется с ее целью в той мере, в какой эта цель может быть извлечена из текста. Этот набор прагматических критериев содержательно соответствует таким требованиям, как целевая направленность, структурная целесообразность, оправданная выстроенность вычислений, вычислительная избыточность и разумная организация потока данных. Критерии формулируются как некоторые запретительные требования в терминах соотношений предусловий и постусловий и в терминах информационных влияний. Критерии сформулированы для структурированных программ, так как предполагается, что хорошая синтаксическая организация требует структурированности.

3.1.5. Для решения проблем интеграции компонент в окружениях программирования ранее был предложен механизм динамического именования — рефлексивный механизм поиска программных объектов по квалифицированным именам. Рефлексивность механизма делает его гибким и настраиваемым.

Контекстом динамического именования называется отображение, ставящее простому (простой контекст) или квалифицированному (сложный контекст) имени список объектов, имеющих это имя, а также объект, реализующий такое отображение. Предложена математическая конструкция контекста динамического именования, учитывающая расширяемый синтаксис квалифицированного имени. Сформулированы правила построения сложного контекста из простых контекстов путем поиска самого длинного синтаксически правильного в данном контексте имени. Реализован алгоритм построения сложного контекста.

Экспериментальная библиотека динамического именования заново перепроектирована с учетом особенностей реализации, возникающих при использовании объектных механизмов C++.

3.1.6. Исследования по методике построения базы данных разработки программ привели к созданию гипертекстовой среды, ориентированной на окружения программирования. Предложенная модель гипертекста с добавлением макровозможностей дает хорошую основу для разработки в базе данных многоверсионности, поддерживает ряд инструментов в окружении программирования — средства гипертекстового редактирования, средства проектирования, средства поддержки документации и т.п. Сопряжение гипертекстовой среды с различными системами представления текстов существенно увеличивает ее возможности.

В 1995 г. разработаны методика и алгоритмы интеграции гипертекстовой среды с различными системами представления текстов (HTML, RTF, TeX). Методика позволяет использовать гипертекстовую среду как универсальную среду представления текстов при их переносе из одной системы в другую, а также для непосредственной разработки текстов документов и сетевой информации для различных систем представления текстов.

### 3.2. Исследования по переносимым системам программирования

В 1995 г. была продолжена работа над переносимой системой программирования XDS. Система позволяет строить компиляторы сборочным методом из отдельных компонентов, таких, например, как языковой анализатор, генератор кода, оптимизатор, система анализа, и различных сервисных подсистем. Ядро системы — внутреннее представление программы, которое порождается/используется компонентами. Система построена с использованием технологии объектно-ориентированного программирования. Нижний уровень системы описывается как набор абстрактных классов, которые далее расширяются до

конкретных объектов. Готовый компилятор представляет собой совокупность взаимодействующих объектов.

В настоящий момент в состав системы входят следующие объекты/подсистемы:

- анализаторы языков Модула-2 (ISO Standard) и Оберон-2;
- оптимизатор дерева;
- генератор текста на языки C/C++;
- машинно-независимый оптимизатор;
- генератор кода для процессоров Intel x86 (Windows NT, Windows 95, OS/2, Linux).

Система успешно опробована при выполнении работ по контракту с фирмой NORTEL/BNR. В рамках контракта на основе сборочной технологии построен компилятор с языка SLI (специализированный и устаревший язык) в C++. При этом разработаны анализатор языка SLI и глобальный анализатор SLI программ, доработан генератор C/C++ текста. В настоящее время выполняются работы по проекту BNR Pascal, цель которого — разработать транслятор, позволяющий почти автоматически переводить большую программную систему, написанную на диалекте языка Паскаль, в C++. Проект начат в январе 1995 г. и должен быть завершен в декабре 1996 г.

## 4. МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

### 4.1. Недоопределенные модели представления и обработки знаний

Проведен сравнительный анализ недоопределенных моделей вычислений с основными подходами при программировании в ограничениях. Показана принципиальная новизна предлагаемого подхода. Разработаны прикладные системы, использующие аппарат недоопределенных вычислений для решения задач планирования, проектирования на плоскости и для проведения инженерных расчетов.

Проведено формальное исследование аппарата недоопределенных моделей (n-моделей) и разработан проблемно-ориентированный технологический комплекс HeMo+, предназначенный для решения задач на основе n-моделей. Получены условия сходимости вычислительного процесса и независимости его результата от порядка интерпретации отношений/ограничений. Доказана возможность оптимизации вычислений для ограничений специального вида. Рассмотрены: проблема введения логических ограничений в n-моделях; возможности динамического изменения n-модели во время счета, а также возможности реализации вычислений на компьютерах с параллельной архитектурой.

На основании полученных теоретических результатов спроектирована и реализована библиотека классов языка C++ для поддержки потоковых вычислений в ТХК HeMo+. Разработана DLL-версия библиотеки для среды MS Windows 3.x, которая в настоящее время проходит тестирование и отладку. При реализации библиотеки использован программный продукт Borland C++ for Windows версии 4.02 фирмы Borland International.

Проблемно-ориентированный технологический комплекс HeMo+ реализован на основе объектно-ориентированной технологии на языке C++. Такая реализация обеспечивает несомненное преимущество при дальнейшем использовании ТХК HeMo+. Библиотека классов является для пользователя открытой системой с "прозрачной" архитектурой, доступной дальнейшим изменениям и улучшениям. Этот фактор обеспечивает решающее преимущество при создании экспериментальных систем, предназначенных для проведения научных исследований, а именно к таким системам и относится HeMo+. Язык представления знаний о предметной области также объектно-ориентированный. В него введен механизм абстракции от конкретного вида недоопределенности, отсутствуют императивные конструкции, т.е. язык полностью декларативен.

Полученные результаты соответствуют текущим мировым тенденциям в развитии технологии проектирования прикладных интеллектуальных систем, а по технологическим решениям не имеют зарубежных и отечественных аналогов и способствуют дальнейшему развитию концепции недоопределенных моделей в следующих направлениях:

- расширение языка недоопределенных моделей до логики предикатов первого порядка, определение семантики таких моделей и сравнение данной схемы удовлетворения ограничений со схемой CLP (Constraint Logic Programming);
- введение динамики в n-модели (например, в случае, когда ограничение можно удалить из модели, не нарушив корректности вывода, либо при удовлетворении дизъюнктивных ограничений).

#### 4.2. Интегрированная среда для создания развитых систем обработки знаний

Интегрированная среда содержит специальный язык, естественным образом объединяющий различные способы представления и обработки знаний (фреймы, семантические сети, продукционные правила, недоопределенные типы данных и представление знаний в терминах ограничений (constraint propagation)) и предоставляющий инженерам зна-

ний удобные средства для конструирования баз знаний в терминах сложных объектов (фреймов). В среду также входит эргономичный интерактивный интерфейс, поддерживающий работу инженера знаний при конструировании базы знаний, и продукционный язык для оперирования объектами базы знаний.

Связанная с основной целью задача — разработка технологии создания интеллектуальных (экспертных) систем.

Научная новизна работы заключается:

- в естественном объеме знания на основе объектно-ориентированного подхода различных средств представления и обработки знаний в рамках одной модели;
- в использовании аппарата недоопределенных типов данных и механизма потоковых вычислений для реализации ограничений;
- в применении динамически расширяемой вычислительной модели, т.е. такой, которая может пополняться новыми ограничениями уже на этапе вычислений;
- во введении специального класса ограничений для представления простейших продукционных правил, использовании механизма потоковых вычислений для исполнения таких правил.

За отчетный период выполнена реализация ядра (прототипа) системы SEMP-ТАО на высокопроизводительной ЭВМ под WINDOWS.

В рамках этой разработки:

- реализованы компиляторы для представительных подмножеств языков представления и обработки знаний: языка описания базы знаний (ЯОБЗ) и продукционного языка для оперирования объектами (ЯСПОО),
- реализован макет интерфейса (оболочки) системы SEMP-ТАО;
- отработан механизм организации недоопределенных вычислений на динамических моделях, реализован потоковый процессор, поддерживающий такие вычисления;
- разработана и реализована виртуальная базовая машина, поддерживающая операции над основными типами данных, в том числе над объектами и отношениями семантической сети;
- разработан и реализован интерпретатор продукционных правил.

## 5. ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ И ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ СИСТЕМЫ

### 5.1. Система bCAD

Завершен цикл исследований по решению задач трехмерного моделирования, проектирования и реалистичной визуализации. Найдены высокоэффективные методы и алгоритмы решения 3D-моделирования. Сформирован удобный пользовательский интерфейс для взаимодействия проектировщика с трехмерной моделью. Проведены эксперименты и сравнительный анализ с существующими системами.

Результат выполненных работ — созданная программная система построения, редактирования и реалистичной визуализации трехмерных моделей и сцен — bCAD. Программная система bCAD представляет собой пакет программ, ориентированный на работу с трехмерными моделями и сценами. Система позволяет создавать, редактировать и реалистично визуализировать трехмерные модели и сцены, включая анимационные эффекты. Функционально система объединяет возможности, имеющиеся в совокупности в широко распространенных системах AutoCAD и 3D-Studio. Система bCAD полностью документирована, имеет дружелюбный пользовательский интерфейс, совместима по данным с известными системами (форматы autoCAD DXF, 3D-Studio, GIF, JPEG, PCX, Windows Bitmap). Документация и подсказки (Help) имеются на русском, английском и итальянском языках. Система легка в изучении и использовании, нетребовательна к ресурсам компьютера, реализована на персональных компьютерах типа 386/486/Pentium в системах MS-DOS и Windows95, а также на рабочих станциях Sun, HP Apollo, DEC Alpha, Silicon Graphics.

Система bCAD версии 2.0 полностью готова и используется в ряде организаций и ВУЗов.

В 1995 г. проведено бета-тестирование системы с участием около 200 пользователей и системщиков. Группа разработчиков во главе с В. Н. Малюхом награждена золотой медалью выставки "Сибирская ярмарка" за реализацию данной системы.

### 5.2. Система FABULA

Система FABULA предназначена для поддержки аналитических преобразований и решения оптимизационных задач в булевых алгебрах.

Система FABULA конструируется как объединение интерпретатора достаточно развитого входного языка, позволяющего описывать манипулирование булевыми функциями в терминах базовых преобразований логических формул, интерфейсного блока и расширяемой библиотеки преобразований.

Ядро системы содержит базовые преобразования логических формул, такие как получение различных видов дизъюнктивных (конъюнктивных) нормальных форм, выполнение преобразований подстановки и применения правил, а также некоторые другие.

Интерфейсный блок осуществляет взаимодействие системы и пользователя.

Библиотека преобразований содержит встроенные процедуры системы (решение уравнений и систем уравнений, решение задач булева стохастического программирования) и может пополняться процедурами, формируемыми пользователем.

Первая реализация системы выполнена на языке PASCAL для платформ IBM PC с MS-DOS.

Работа выполняется совместно с лабораторией системного моделирования ВЦ СО РАН.

### 5.3. Системы Net Calc и СПЕКТР

Реализован прототип экспериментальной системы NetCalc, предназначенной для создания, анализа и симуляции различных расширений сетей Петри посредством временных интервалов, цветных фишек, условий на дугах и переходах. Система содержит настраиваемый графический редактор сетевых моделей, анализатор структурных и поведенческих свойств, блок имитационного моделирования и отладки. С помощью этой системы проведены эксперименты по обнаружению семантических ошибок коммуникационных протоколов.

В рамках работ по расширению возможностей проблемно-ориентированной системы верификации программ СПЕКТР разработано ядро нового метода конструирования процедур автоматического доказательства, который базируется на существенном обобщении систем переписывания термов. Применение этого метода для верификации программ обработки файлов показало его перспективность. Метод не имеет аналогов, поскольку позволяет охватить как разбор случаев, так и замену переменных. Разработана эффективная по памяти реализация языка РЕФАЛ — инструментального языка системы СПЕКТР.

#### 5.4. Системы учебной информатики

Исследованы научно-методические основы преподавания информатики и программирования в рамках общего и специального образования. Разработаны и апробированы совместно с НГУ и ВКИ методики модульно-вариантного обучения информатике и программированию в рамках многоуровневой системы государственного (школа, колледж, университет) и досугового (летняя, воскресная и заочная школы) образования.

Подготовлен комплект методических пособий для поддержки общего и специального обучения по информатике и программированию, включая учебные пособия по методам и теории программирования, архитектурам ЭВМ и основам параллельной обработки информации. Разработаны программные системы учебной информатики (АСОП, ГРИН и др.).

Выполнены работы по повышению качества реализации системы программирования для языка Рапира и ее развитию в программную среду "Спрайт" с возможностями динамической настройки на потребности пользователя. Создана и апробирована технология типовых компонент для построения учебно-игровых программных средств.

#### 5.5. САПР СВИС

Изучены задачи размещения элементов и планирования кристалла, подробно исследована задача канальной трассировки и проведена систематизация применяемых алгоритмических решений, разработана эффективная схема сквозного проектирования топологии СВИС, начиная со схемных описаний, предложен вариант построения системы логического моделирования, отличающийся тем, что в рамках одной модели уровень использованных элементов может меняться от групп транзисторов до крупных блоков. Созданы новые алгоритмы, проведен сравнительный анализ существующих методов и алгоритмов, решены фрагменты реальных задач по разработке СВИС.

Проанализирована задача модернизации и адаптации топологии СВИС с учетом меняющейся технологии, так называемая задача "миграции технологии". Задача модернизации ставится следующим образом: по имеющейся "плоской" топологии СВИС, ориентированной на известный технологический процесс, необходимо породить новую топологию (комплект фотошаблонов), ориентированную на другой технологический процесс, сохраняя при этом функциональные характеристики получаемых приборов. Типовым методом решения данной за-

дачи является масштабирование, возможное лишь в довольно узком диапазоне форм, иначе начинается нарушение функциональных характеристик схем, вплоть до полной некорректности.

В полном объеме задача модернизации топологии СВИС решается методами направленной трансформации топологии, комбинирующими процессы решения топологических (трансформация элементов топологии, компактизация и переразводка) задач с расчетом электрофизических характеристик компонентов схемы.

Проанализированы основные аспекты данной комплексной задачи, изучена литература и сформирован подход к декомпозиции общей задачи на более простые. Показана принципиальная возможность решения как отдельных подзадач, так и общей задачи в целом.

#### 5.6. ЭВМ новых архитектур

Разработана архитектура, выполнено проектирование аппаратных узлов, создано базовое микропрограммное и программное обеспечение объектно-ориентированной специализированной мультипроцессорной станции, используемой в качестве узла распределенной сети с интегрированным обслуживанием. Указанная сеть применяет методы широкополосной высокоскоростной передачи различных видов информации по кабельным линиям связи. Открытая архитектура разработанной станции позволяет подключать несколько различных по протоколам локальных сетей к каждому узлу распределенной системы. Базовое программное обеспечение реализует функции загрузки, диагностики, конфигурирования и взаимодействия аппаратных компонентов станции.

Разработана архитектура суперскалярного микропроцессора, ориентированная на использование мелкоблочного параллелизма посредством параллельного исполнения нескольких потоков инструкций. Особенностью предложенного подхода является использование специальных аппаратно-распознаваемых дескрипторов, определяющих входные и выходные регистровые параметры каждого потока. В процессе параллельного исполнения нескольких потоков инструкций аппаратура суперскалярного микропроцессора использует эти дескрипторы для динамического разрешения потоковых зависимостей по управлению и данным.

## 5.7. Локальная сеть ИСИ

Работы по развитию локальной сети ИСИ СО РАН заключались в совершенствовании аппаратных компонентов сети и ее информационного наполнения:

- сеть пополнена UNIX-сервером на базе процессора DEC Alpha AXPrci33 с 32 Мб оперативной памяти, 1 Гб HDD; производительность сервера на реальных задачах более чем в 3 раза превышает производительность старших моделей i486, а по вычислениям с плавающей точкой — более чем в 10 раз; сервер позволяет работать в среде UNIX OSF/1 и выполнять большие объемы вычислений;

- модернизирован институтский Novell-сервер (увеличен в два раза объем оперативной памяти, увеличено дисковое пространство, процессор заменен на более мощный), что позволило увеличить пропускную способность сервера и подключить дополнительные сегменты и компьютеры к серверу;

- создан UNIX SCO-сервер на базе i486 процессора с необходимыми ресурсами; это позволило установить и запустить в опытную эксплуатацию СУБД Informix и обеспечить эксплуатацию ftp- и WWW-серверов института;

- модернизирован UNIX FreeBSD-сервер, являющийся инструментальным UNIX-сервером института;

- модернизованы DOS инструментальные машины, на которых выполняются работы по программированию клиентских сетевых программ и разработка и администрирование WWW-сервера.

В рамках развития информационного наполнения сети сформирован и экспериментально опробован подход к созданию систем, обеспечивающих сетевой доступ к информационным базам данных, в частности к библиографическим.

При этом предполагалось, что система сетевого доступа должна удовлетворять ряду требований:

- создаваться с использованием современных информационных технологий как в области СУБД, так и в области телекоммуникаций;

- строиться по возможности на основе уже готовых продуктов ведущих фирм-производителей в области компьютерной техники и программного обеспечения;

- по возможности использовать уже готовые информационные ресурсы (существующие базы данных библиотек) и сетевые ресурсы (действующие региональные и корпоративные сети передачи данных);

- быть достаточно гибкой, легко адаптируемой к конкретным условиям эксплуатации, легко наращиваемой как функционально, так и информационно;

- быть по возможности независимой от платформ, на которых она функционирует, и легко переносимой;

- обеспечивать доступ к своим информационным ресурсам широкому контингенту в общем случае неподготовленных территориально удаленных пользователей, предоставлять этим пользователям простой и естественный (с их точки зрения) интерфейс общения.

В результате анализа и экспериментов в качестве основных проектных решений предложены:

- 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 Internet в качестве транспортного уровня системы.

В настоящее время библиографическая информационная система находится в стадии разработки, в скором времени планируется опытная эксплуатация системы с реальным наполнением на базе фондов Мемориальной библиотеки А. П. Ершова. Полученный опыт работы с прототипом системы показывает перспективность данного подхода к созданию общедоступных информационных систем.

В рамках работ по информационным серверам были созданы WWW- и FTP-сервер, которые находятся в постоянной эксплуатации; производится систематическое наполнение их информацией и сервисами. В частности, сформированы "Home Page" института и первичный "куст" WWW-страничек, установлены ссылки на наиболее известные мировые навигационные серверы, институтский WWW-сервер включен в ряд важных каталогов. Размещенная на серверах информация пользуется значительным интересом со стороны отечественных и зарубежных пользователей Internet, например, WWW-сервер института "посетило" более 3 тыс. абонентов.

В данную среду погружен также информационный сервис по доступу к библиографическим базам данных. В рамках сети Академгородка предоставляется доступ к базе данных CORDIS по европейским научным проектам и конкурсам.

6. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЖДУНАРОДНЫХ СВЯЗЕЙ И  
СОВМЕСТНОЙ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
С ЗАРУБЕЖНЫМИ НАУЧНЫМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ  
И ДРУГИМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Институт имеет развитые международные связи. Ряд ведущих сотрудников являются членами иностранных научных обществ. Так, в крупнейшей мировой организации по вычислительной технике АСМ (Association for Computing Machinery) состоят: И. В. Поттосин, С. Б. Покровский, А. Г. Марчук, С. Б. Руднев. В. Н. Касьянов является членом Американского математического общества (AMS) и Европейской ассоциации по теоретической информатике EATCS. Членами последней состоят также И. В. Поттосин, В. А. Непомнящий и В. К. Сабельфельд.

Кроме того, А. Г. Марчук входит в состав национального подкомитета АСМ по автоматизации проектирования.

И. В. Поттосин являлся председателем Российской локальной секции группы АСМ по языкам программирования, членом постоянной российской части комитета ИСО (Международной организации стандартов) по стандартизации языков программирования, а С. Б. Покровский являлся членом АСМ, ученым секретарем Российской локальной секции группы АСМ по языкам программирования.

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

В 1995 г. в заграничные командировки выезжало 15 сотрудников ИСИ СО РАИ (3 — США, 3 — Франция, 1 — Италия, 2 — Польша, 4 — Германия, 1 — Англия, 1 — Австрия).

Принято в 1995 году 6 зарубежных ученых (4 — США, 1 — Англия, 1 — Франция).

Наиболее эффективные научные связи установлены с Институтом прикладной математики (IMAG, Гренобль, Франция), в результате которых:

— совместно с французской стороной в 1995 г. выполнялся проект № 1010-СТ93-0048 "Модели для формальной семантики реактивных систем" по программе INTAS.

Полученные в рамках реализации проекта результаты относятся к теории программных логик, сетей Петри, семантических моделей (структур событий, потоковых сетей) и применимы для спецификации, верификации и анализа программ. Разработана графическая система построения, моделирования и анализа сетевых моделей.

Кроме того, проведено исследование семантики недоопределенных моделей вычислений. Построен ряд экспериментальных систем, позволяющих выполнять вычисления и логический вывод на основе недоопределенных данных и знаний.

— в институте создан информационно-аналитический центр по СБИС-технологиям, который предлагает заинтересованным проектным и учебным организациям такие системы свободного распространения, как Alliance и Magic для проектирования СБИС, и совместно с лабораторией ТИМА обеспечивает доступ к современным европейским технологиям производства микросхем в рамках международного европейского проекта Circuits Multi-Projects;

— совместно с лабораторией ТИМА подготовлена заявка на проект по программе INTAS-РФФИ.

Также успешно развивалось сотрудничество с университетом г. Хильдесхайма (Германия) по проекту "Формальные методы в проектировании параллельных систем и процессов", поддержанному фондом "Volkswagen-Stiftung" (грант № 1/70 564).

За 1995г. в рамках данного проекта были получены следующие результаты:

— введен и исследован ряд новых понятий следовых и бисимуляционных эквивалентностей в семантиках: интерливинговой/"истинного параллелизма" и линейного/ветвистого времени;

— получена полная картина взаимосвязей между данными эквивалентностями для сетей Петри и их подклассов;

— установлено совпадение между бисимуляциями, определенными на локальных конфигурациях структур событий, и эквивалентностью, порождаемой темпоральной логикой LI (введенной С. Мукундом и П. Тиараджаном);

— исследованы соответствия между сетевыми (следовыми и бисимуляционными) и формульными эквивалентностями (относительно денотационной и операционной семантик) разработанной процессной алгебры AFPL2.

7. НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

За отчетный период проведено 24 заседания Ученого совета. На заседаниях заслушивались доклады по наиболее актуальным проблемам информатики, обсуждались вопросы организации внутренней жизни института в новых экономических условиях. В частности, после отчетной сессии была проведена рейтинговая оценка деятельности научных подразделений и на ее основе произведено распределение базового бюд-

жетного финансирования. На заседании Ученого совета от 23.05.95 были утверждены статьи, по которым в дальнейшем расходовались средства из фонда Ученого совета:

1. Поддержка участия в конференциях.
2. Поддержка молодых ученых.
3. Издательская деятельность.
4. Подготовка научных кадров.
5. Инновационно-рекламная деятельность.
6. Научные гранты Ученого совета.
7. Пополнение библиотечного фонда.
8. Разное (резервный фонд).

Решением Ученого совета от 21.11.95г. в структуре института образована научно-исследовательская группа анализа программ и оптимизирующей кодогенерации.

В 1995 г. утверждены одна докторская (В. К. Сабельфельд) и одна кандидатская диссертации (А. Е. Недоря).

Кроме того, защищена одна кандидатская диссертация (Д. В. Кочетов).

Специализированным Советом по защитам проведено 8 заседаний, на которых рассмотрено 6 кандидатских диссертаций.

#### 8. НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Сотрудники ИСИ СО РАН принимают активное участие в подготовке студентов механико-математического, физического и гуманитарного факультетов НГУ и Высшего колледжа информатики НГУ.

На механико-математическом факультете по кафедре "Программирование" читаются следующие курсы:

1. Программирование.
2. Дискретная математика.
3. Современные проблемы программирования.
4. Теория программирования.
5. Методы трансляции.
6. Применение теории графов в программировании.
7. Суперкомпиляторы для суперкомпьютеров.
8. Оптимизация программ.
9. Методы и системы искусственного интеллекта.
10. Программирование в ограничениях.
11. Психология программирования.
12. Объектно-ориентированное программирование и C++.
13. Языки спецификаций.

14. Программные логики и основы верификации программ.
15. Дополнительные главы логики для программистов.
16. Криптографические методы защиты информации.
17. Системы и языки компьютерной алгебры.
18. Организация системного и прикладного математического обеспечения ЭВМ.

19. Смешанные вычисления.
20. Язык параллельного программирования SISAL.
21. Методы обработки дискретной информации.

Кроме того, ведутся спецсеминары:

1. Системное программирование.
2. Оптимизация и преобразование программ.
3. Алгоритмические проблемы теории программирования.
4. Технология проектирования интеллектуальных систем.
5. Теоретическое и экспериментальное программирование.

По кафедре "Вычислительные системы" читаются курсы:

1. Введение в параллельное программирование.
2. Теория параллельного программирования.

На физическом факультете читается курс:

1. Языки программирования и структуры данных.

На гуманитарном факультете читаются курсы:

1. Информатика.
2. История и теория печатных изданий.

Заметный вклад внесли сотрудники ИСИ СО РАН в организацию учебного процесса в Высшем колледже информатики НГУ. Для постановки специализированного обучения информатике и программированию, включая системное программирование, разработана система учебной информатики по подготовке специалистов высшей и средней квалификации. Система базируется на согласованном комплексе общих и факультативных курсов и учебно-производственных проектов, отражающих современные тенденции в области информатики. В рамках предложенной системы определены требования к разным уровням подготовки специалистов по информатике, структура учебных планов и принципы лабораторной поддержки обучения программированию и применению программных средств. Выработаны рекомендации по специализации в зависимости от уровня подготовки и профориентации студентов. Сформировано ядро коллектива кафедры систем информатики и лабораторий системного программирования и искусственного интеллекта. В настоящее время сотрудники ИСИ СО РАН ведут в ВКИ НГУ следующие курсы:



1. Методы представления и обработки знаний в интеллектуальных системах.

2. Введение в математическую лингвистику.
3. Математика для программистов.
4. Парадигмы программирования.
5. Методы программирования.
6. Архитектура ЭВМ и операционные системы.
7. Методы трансляции.
8. Проектирование, тестирование и отладка программ.
9. Параллельное программирование.

Кроме того, сотрудниками ИСИ СО РАН ведутся практические занятия по вышперечисленным курсам, осуществляется руководство курсовыми и дипломными работами.

#### СТРУКТУРА, СОСТАВ И ТЕМАТИКА НАУЧНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

В состав Института входят 7 научно-исследовательских лабораторий, 3 научно-исследовательские группы, а также ряд вспомогательных подразделений, в том числе отдел научно-технической информации с мемориальной библиотекой А. П. Ершова.

##### 1. Лаборатория теоретического программирования

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

Всего в лаборатории 15 сотрудников, в том числе член-кор. РАН, проф. В. Е. Котов (в настоящее время работает по контракту в фирме Хьюлетт-Паккард, США), к.ф.-м.н. И. Б. Вирбицкайте, к.ф.-м.н. А. А. Сулимов, к.ф.-м.н. Н. В. Шилов и 4 аспиранта.

Лаборатория ведет исследования по теме "Теоретические исследования в области формальных моделей вычислений, структур ЭВМ, методов распараллеливания", раздел "Разработка методов описания семантики, спецификации и верификации параллельных вычислительных систем и программ".

##### 2. Лаборатория автоматизации проектирования и архитектуры СБИС

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

Всего в лаборатории 26 сотрудников, в том числе к.ф.-м.н. З. В. Апанович, к.ф.-м.н. А. Е. Недоря.

Лаборатория ведет исследования по темам "Создание САПР СБИС по методике кремниевой компиляции", "Архитектура и системное программное обеспечение рабочих станций", "Разработка и создание сетевых телекоммуникационных структур в интересах Сибирского отделения РАН".

##### 3. Лаборатория искусственного интеллекта

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

Всего в лаборатории 11 сотрудников, в том числе к.т.н. И. Е. Шведов, к.т.н. Ю. А. Загорюлько, к.т.н. В. В. Телерман и 1 аспирант.

Лаборатория ведет исследования по теме "Исследование и разработка средств и систем искусственного интеллекта", раздел "Исследование и

интеграция моделей представления знаний в интеллектуальных системах".

#### 4. Лаборатория параллельных систем

*Зав. лабораторией* к.т.н. М. Н. Дорожевец.

Всего в лаборатории 9 сотрудников, в том числе к.т.н. Ю. Л. Вишневский.

Лаборатория ведет исследования по теме "Исследование и разработка высокопроизводительных модульных параллельных ЭВМ".

#### 5. Лаборатория экспериментальной информатики

*Зав. лабораторией* д.ф.-м.н. А. А. Берс.

Всего в лаборатории 6 сотрудников.

Лаборатория ведет исследования по теме "Разработка инструментальных систем информатики", раздел "Разработка и исследование операционных обстановок высокого уровня".

#### 6. Лаборатория системного программирования

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

Всего в лаборатории 16 сотрудников, в том числе д.ф.-м.н., проф. А. В. Замулин, к.ф.-м.н. Г. Г. Степанов, к.ф.-м.н. С. Б. Покровский, к.т.н. В. И. Шелехов, к.ф.-м.н. Ю. М. Погудин, к.ф.-м.н. Т. В. Кузьминов — совместитель, 1 аспирант и 5 студентов.

Лаборатория ведет исследования по теме "Разработка инструментальных систем информатики", раздел "Создание интегрированных в окружения программирования методов и средств конструирования программ с повышенным уровнем надежности и эффективности" и теме "Теоретические исследования в области формальных моделей вычислений, структур ЭВМ, методов распараллеливания".

#### 7. Лаборатория конструирования и оптимизации программ

*Зав. лабораторией* д.ф.-м.н., проф. В. Н. Касьянов.

Всего в лаборатории 17 сотрудников, в том числе д.ф.-м.н., проф. В. А. Евстигнеев, к.ф.-м.н. Л. В. Городняя, к.ф.-м.н. Н. А. Калинина — совместитель; к.т.н. Л. А. Булышева; к.ф.-м.н. Ф. А. Мурзин, 1 аспирант и 4 студента.

Лаборатория ведет исследования по теме "Теоретические исследования в области формальных моделей вычислений, структур ЭВМ, методов распараллеливания", раздел "Разработка теоретических основ и практических методов повышения эффективности и надежности программного обеспечения на основе трансформационного подхода и аннотирования программ" и теме "Разработка инструментальных систем информатики", раздел "Разработка и исследование систем учебной информатики".

#### 8. Научно-исследовательская группа программно-технических комплексов

*Зав. НИГ* В. Ф. Погребняк.

Всего в группе 5 сотрудников.

Группа ведет исследования по теме "Разработка и создание сетевых телекоммуникационных структур в интересах Сибирского отделения РАН".

#### 9. Научно-исследовательская группа по смешанным вычислениям

*Зав. НИГ* к.ф.-м.н. М. А. Бульонков.

Всего в группе 4 сотрудника, в том числе к.ф.-м.н. А. А. Бульонкова.

Группа ведет исследования по теме "Разработка инструментальных систем информатики", разделы "Разработка программной среды для проведения экспериментов в области смешанных вычислений", "Разработка информационного обеспечения для встроенных систем".

#### 10. Научно-исследовательская группа анализа программ и оптимизирующей кодогенерации

*Зав. НИГ* д.ф.-м.н. Сабельфельд В.К.

Всего в группе 5 сотрудников.

Научно-исследовательская группа ведет исследования по теме "Теоретические исследования в области формальных моделей вычислений, структур ЭВМ, методов распараллеливания", раздел "Разработка теоретических основ и практических методов повышения эффективности и надежности программного обеспечения на основе трансформационного подхода и аннотирования программ" и теме "Разработка инструментальных систем информатики", раздел "Разработка и исследование систем учебной информатики".

ДАННЫЕ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫЕ ЕЖЕГОДНО В РАМКАХ ГОДОВОГО ОТЧЕТА  
(по состоянию на 1 января 1996г.)

1. Общее количество штатных работников — 167.
2. Общее количество штатных научных работников — 67.
3. Докторов наук — 7.
4. Кандидатов наук — 25.
5. Научных работников до 33 лет — 26.
6. Общее число вышедших за прошедший год публикаций с приложением перечня работ — 100.
7. Статьи в рецензируемых изданиях — 35.
8. Монографии — 2.
9. Патенты — нет.
10. Базовый бюджет — 818790 тыс. руб.
11. Хоздоговора — 327217 тыс. руб.
12. Гранты РФФИ — 264950 тыс. руб.
13. Грант Миннауки — 46000 тыс. руб.
14. Иностранные фонды — 35000 тыс. руб.
15. Общий объем финансирования — 1491937 тыс. руб.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

Центральные издания:

Монографии

- Нартов Б. К., Братцев С. Г., Мурзин Ф. А. Конфликт сложных систем. Модели и управление. — М.: МАИ, 1995. — 120с.
- Покровский С. Б. Компьютерный лексикон (на языке эсперанто). — Екатеринбург, 1995. — 365 с.

Статьи и тезисы:

- Бульонков М. А., Кочетов Д. В. Схема эффективной специализации императивных программ // Программирование. — 1995. — № 5. — С. 38—45.
- Евстигнеев В. А. VLIW-машины: развитие архитектуры и методы построения программного обеспечения // Системная информатика. Вып. 4. Теоретическое и системное программирование. — Новосибирск: Наука, 1995. — С. 304—333.
- Емельянов П. Г. О верхней оценке длины змси в единичном  $n$ -мерном кубе // Дискретный анализ и исследование операций. — 1995. — Т. 2, № 3. — С. 10—17.
- Загорулько Ю. А., Попов И. Г., Щипунов В. В. Интегрированная технологическая среда для создания систем обработки знаний // Известия РАН, Сер. Теория и системы управления. — 1995. — № 5.
- Замулин А. В. Системы программирования баз данных и знаний // Технология программирования. — 1995. — № 1. — С. 51—60.
- Kasaynov V. N. On completeness of mechanism of annotation-directives // Bull. of the Novosibirsk Computing Center, Ser.: Computer Science. — 1995. — Vol.3.
- Недоря А. Е. Объектно-ориентированная разработка компиляторов // Технология программирования. — 1995. — № 1. — С. 46—48.
- Сабельфельд В. К. Рекурсивные схемы: преобразования и отношения эквивалентности // Системная информатика. Вып. 4. Теоретическое и системное программирование. — Новосибирск: Наука, 1995. — С. 52—95.
- Яхно Т. М. Программирование в ограничениях: обзор и классификация подходов и методов // Там же. — Т. 2, 160—193.

#### Тезисы:

- Константинов В. И. Библиографическая информационная система на основе фондов Мемориальной библиотеки А. П. Ершова // Информационные системы в науке-95/ Под ред. Ю. И. Журавлева и Л. А. Калиниченко — М., 1995. — С. 55.
- Константинов В. И. Опыт создания библиотечной информационной системы в рамках технологии клиент/сервер // Проблемы информатизации региона: Труды межрегиональной конф. / Отв. редактор Г. П. Цибульский. — Красноярск, 1995. — С. 182.
- Налимов Е. В., Недоря А. Е. Перенацеливаемый оптимизирующий Модуль-2/Оберон-2 компилятор // Технология программирования. — 1995. — № 2.

#### Зарубежные издания

##### Статьи в журналах и трудах международных конференций:

- Dorojevets M. N., Oklobdzija V.G. Multithreaded decoupled architecture // The Intern. J. of HighSpeed Computing. — 1995. — Vol. 7, No. 3. — P. 465—480.
- Emelianov P. G. Approximation inferieure des equations entre termes d'accès a memoire du programme // LIX, Ecole Polytechnique, 1995, France.
- Evstigneev V. A., Kasyanov V. N. A program manipulation system for fine-grained architectures // Proc. 3rd Intern. Conf. PaCT-95. — Berlin a.o.: Springer, 1995. — P. 163—168. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 964).
- Evstigneev V. A., Kasyanov V. N. A program manipulation system for fine-grained architectures // Proc. First Intern. Conf. EURO-PAR. — Berlin a.o.: Springer, 1995. — P. 719—722. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 966).
- Kasaynov V. N. Methods and tools for constructing reliable and efficient software via annotated program transformations // The Third Intern. Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM-95). — Hamburg, 1995.
- Kasyanov V. N., Sabelfeld V. K. Formal methods in program analysis and transformations // Conf. Records "Advanced Mathematics, Computations and Applications". — Novosibirsk, 1995. — P. 356—366.

- Kotov V. E., Starkova S. A., Virbitskaite I. B. On varieties of density and crossing properties for event structures // Computers and Artificial Intelligence, 1995. — Vol. 6.
- Kotov V. E., Cherkasova L. A., Rokicki T. Designing fibre channel fabrics // Proc. of Intern. Conf. on Computer Design (ICCD'95), 1995.
- Kotov V. E., Cherkasova L. A., Rokicki T. Fair cascades of fibre channel switches // Seventh IEEE Workshop on Local and Metropolitan Area Networks, March 26—29, 1995, Florida.
- Kotov V. E., Cherkasova L. A., Ciardo G., Rokicki T. Modeling a fibre channel switch with stochastic Petri nets // Proc. 1995 ACM SIGMETRICS and PERFORMANCE'95, 1995.
- Kotov V. E., Cherkasova L. A., Ciardo G., Rokicki T. Modeling a scalable high-speed interconnect with stochastic Petri nets // Proc. of 6th Intern. Conf. on Petri Nets and Performance Models, 1995.
- Malukh V. Eastern Promise // CAD Magazine. — 1995. — Vol.15, N 18. — P. 13.
- Nepomniaschy V. A., Churina T. G., Okunishnikova E. V. Translation of Estelle protocol specifications in coloured Petri nets. Extended Abstract // Proc. IFIP 15th Int. Sympos. on Protocol Spec., Test. and Verif., Warsaw, 1995. — Warsaw, 1995.
- Petri net modelling of Estelle — specified communication protocols / V. A. Nepomniaschy, G. I. Alekseev, A. V. Bystrov, T. G. Churina, S. P. Mylnikov, E. V. Okunishnikova // Proc. Intern. Conf. on Parallel Computing Technologies. — Berlin a.o.: Springer, 1995. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 964).
- Scherbakov N., Zamulin A. HM data model and its formal definition // Proc. Second Intern. Workshop on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS'95), Moscow, June 27—28, 1995. — M., 1995. — Vol. 1. — P. 215—226.
- Shvetsov I. E., Semenov A. L., Telerman V. V. Application of subdefinite models in engineering // AI in Engineering. — 1995.
- Shvetsov I. E., Semenov A. L., Telerman V. V. Constraint Programming based on subdefinite models and its applications // Proc. of the Intern. Logic Programming Sympos., Workshop on Interval Constraints. — Portland, Oregon, 1995.
- Telerman V. V. Propagation of mathematical constraints in subdefinite models // Integrating Symbolic Mathematical Computation and Artificial Intelligence /J.Calmet and J.A.Campbell (Eds.). — Berlin a.o.: Springer, 1995. — P. 191—208. — (Lect. Notes Comp. Sci.; Vol. 958).

- Ustimenko A. P. Algebra of two-level cause-effect structures // Proc. of the Intern. Workshop on Concurrency, Specification and Programming. — Warsaw, 1995. — P. 176—189.
- Yakhno T. Constraint programming: subdefinite models and their applications // Proc. of Third Intern. Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing. — Aachen Germany, 1995. — P. 1897—1903.
- Yakhno T. M., Ch. blakov G. B., Zilberfain V. Z. FISSURE: finder of solution with subdefinite resources // Proc. of 1st Intern. CONTESSA Database Workshop "Constraint Databases and Their Applications". — Friedrichshafen, Germany, 1995. — P. 144—175.
- Zamulin A. V. Algebraic semantics of imperative statements // Proc. 18th Australian Computer Science Conference, February 1—3, 1995, Adelaide, Australia. — (Australian Comput. Sci. Communications. — 1995. — Vol. 17, No 1. — P. 581—587.).
- Zamulin A. V. Formal definition of Oberon // Proc. the Thirteenth IASTED International Conference "Applied Informatics". February 21—23, 1995, Igls, Austria. — IASTED: ACTA PRESS, 1995. — P. 409—412.
- Берс А. А. Операционная обстановка высокого уровня // Труды междунар. конф. по прикладной и индустриальной математике, посвященной памяти Л. В. Канторовича. — Новосибирск, 1995. — (Депонир. ВИНТИ).
- Булышева Л. А., Евстигнеев В. А., Касьянов В. Н. Архитектуры с мелкозернистым параллелизмом и проблема построения прототипов компиляторов // Там же.
- Симонова О., Гринберг С. О генерации текстов в экспертных системах // Труды Международного семинара по компьютерной лингвистике и ее приложениям. — Казань, 1995. — С. 277—282.
- Тезисы:
- Kasyanov V. N., Sabelfeld V. K. Formal methods in program analysis and transformations // Advanced Mathematics, Computations and Application (AMCA-95), Abstracts, Novosibirsk, 1995. — P. 245—246.
- Nechtpurenko M. I., Kalinina N. A., Klimov V. A. The FABULA system: the transformation and optimization problems in boolean algebras // Advanced Mathematics, Computations and Application (AMCA-95), Abstracts, Novosibirsk, 1995. — P. 249—250.
- Nechepurenko M. I., Kalinina N. A., Klimov V. A. Data structures and the transformation problems in the FABULA system // New Computer Technologies in Control Systems: Proc. Intern. Workshop, 1995.

- Nepomniaschy V. A., Shilov N. V. Scheme technique for decidability of program logics // Abstracts of the Second Int. Conf. "Mathematical Algorithms". — Nizhny Novgorod, 1995.
- Petrov E. S. LogiCalc: integrating constraint programming and subdefinite models // Proc. of Second Workshop on Non-Standard Logics and Logical Aspects of Computer Science. — Irkutsk, 1995. — P. 92—93.
- Semenov A. L., Shvetsov I. E., Telerman V. V., Narin'yan I. S. Subdefinite models and data types for mathematical applications // Advanced Mathematics, Computations and Application (AMCA-95), Abstracts. — Novosibirsk, 1995. — P. 292—293.
- Shilov N. V. An approach to axiomatization of Mu-Calculus // Abstracts of papers of second workshop on non-standart logics and logical aspects of Computer Science. — Irkutsk, 1995. — P. 76—77.
- Yakhno T. M., Cheblakov G. B., Zilberfain V. Z. Application of subdefinite calculations to the problems of computer design // Intern. Conf. "Advanced Mathematics Computations and Applications". — Novosibirsk, 1995. — P. 351.
- Yakhno T. M., Cheblakov G. B., Zilberfain V. Z. From constraints to messages propagation // Proc. of Second Workshop on Non-Standard Logics and Logical Aspects of Computer Science. — Irkutsk, 1995. — P. 88—89.
- Вирбицкайте И. Б., Вотинцева А. В. Темпоральная логика и эквивалентности на структурах событий // Материалы 4-й Междунар. конф. по прикладной логике. — Иркутск, 1995.
- Долгова С. Г., Ершова О. Р. Учебно-информационная система анализа и преобразования программ // 33-я Междунар. научн. студенч. конф. "Студент и научно-технический прогресс". — Новосибирск, 1995. — С. 50—51.
- Емельянов П. Г. Абстрактная интерпретация Модуля-программ // Там же. — С. 52—53.
- Зильберфайн В. З. Уточнение типа — метод реализации контейнерных классов в языке описания предметной области // Там же. — С. 12—13.
- Калинина Н. А. Синтез различных форм представления выражений и их взаимодействие // Материалы 4-й Междунар. конф. по прикладной логике. — Иркутск, 1995. — С. 39—40.
- Карепин Д. А. Построение текстовых форм в системе управления преобразованиями программ // 33-я Междунар. научн. студенч. конф. "Студент и научно-технический прогресс". — Новосибирск, 1995. — С. 43—44.

- Петров Е. С. LogiCalc: решатель символьно-логических задач на основе недоопределенных моделей // Там же. — С. 22—23.
- Сабельфельд А. В. Эквивалентные преобразования финитных рекурсивных схем // Там же. — С. 24—25.
- Сарайкин А. В. Разработка программных средств и систем программирования методом раскрутки // Там же. — С. 26—27.
- Тарасюк И. В. Исследование сетевых эквивалентностей // Материалы 4-й Междунар. конф. по прикладной логике. — Иркутск, 1995. — С. 41—42.
- Ушаков Д. М. Объектно-ориентированный язык спецификаций недоопределенных знаний // 3-я Междунар. студенч. конференция "Новые информационные технологии". — Крым, 1995. — С. 40.
- Ушаков Д. М. Развитие технологии недоопределенных моделей // 33-я Междунар. научн. студенч. конф. "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирск, 11—13 апреля 1995 г. — Новосибирск, 1995. — С. 34—35.
- Чемблаков Г. Б. Решение задач нахождения оптимального пути методом недоопределенных вычислений // Там же. — С. 38.
- Шилов Н. В. О выразительной силе вариантов Мю-исчисления // Материалы 4-й Междунар. конф. по прикладной логике. — Иркутск, 1995.

#### Местные издания

##### Монографии:

- Евстигнеев В. А. Основы параллельной обработки. Анализ программных зависимостей. — Новосибирск: НГУ, 1995.
- Евстигнеев В. А., Касьянов В. Н. Базисные алгоритмы обработки бесконечных графов. — Новосибирск: ИСИ СО РАН, 1995.
- Евстигнеев В. А., Касьянов В. Н. Толковый словарь по теории графов. Часть 1. — Новосибирск: НГУ, 1995. — 52 с.
- Касьянов В. Н. Лекции по теории формальных языков, автоматов и сложности вычислений. — Новосибирск: НГУ, 1995.
- Сабельфельд В. К. Теория программирования. Часть I. — Новосибирск: НГУ, 1995. — 105 с.
- Черноножкин С. К. Методы трансляции. Конспект лекций. — Новосибирск: НГУ, 1995 г. — 112 с.

#### Статьи:

- Virbitskaite I. B., Votintseva A. V. Modelling the semantics of colored data-flow networks // Bull. of the Novosibirsk Computing Center, Ser.: Computer Science. — 1995. — Vol. 3. — P. 40—51.
- Tarasyuk I. V. An investigation of equivalence notions on some subclasses of Petri nets // Там же. — P. 26—37.

#### Препринты:

- Апанович З. В. (Apanovich Z.) Problems of technology migration for VLSI layout. — Novosibirsk, 1995. — 76 p. — (Prepr. / Siberian Div. Rus. Acad. Sci. IIS; № 24).
- Городняя Л. В., Касьянов В. Н. Подход к специализации по информатике и программированию в рамках системы непрерывного образования. — Новосибирск, 1995. — 59 с. — (Prepr. / РАН. Сиб. отд-ние. ИСИ; № 23).
- Телерман В. В., Дмитриев В. Е. Технология программирования на основе недоопределенных моделей. — Новосибирск, 1995. — 38 с. (Prepr. / РАН. Сиб. отд-ние. ИСИ; № 25).
- Поттосин И. В. Текущее состояние российских исследований и разработок в области трансляции. — Новосибирск, 1995. — (Prepr. / РАН. Сиб. отд-ние. ИСИ; № 30).
- Швецов И. Е. Основные положения технологии активных объектов. — Новосибирск, 1995. — 26 с. — (Prepr. / РосНИИ ИИ; № 4).

#### Сборники:

- Проблемы конструирования эффективных и надежных программ: Сб. статей / Под редакцией В. Н. Касьянова. — Новосибирск: ИСИ СО РАН, 1995. — 169 с.
- Сборник содержит следующие статьи:
- Городняя Л. В., Касьянов В. Н. Проблемы и перспективы исследования преобразований программ на базе современных технических средств. — С. 7—18.
- Сабельфельд В. К. Древесная эквивалентность линейных рекурсивных схем. — С. 19—47.
- Будышева Л. А., Евстигнеев В. А. Моделирование архитектур с мелкозернистым параллелизмом. — С. 48—52.
- Евстигнеев В. А., Мирзуитова И. Л. Иерархический граф заданий: свойства и алгоритм построения. — С. 53—69.
- Густокашина Ю. В., Евстигнеев В. А. IF1 — промежуточное представление SISAL-программ. — С. 70—78.

- Калинина Н. А. Стратегии применения преобразований в системах компьютерной алгебры. — С. 79—84.
- Калинина Н. А., Климов В. А. Представление данных и организация вычислений в системе символьных преобразований FABULA. — С. 85—92.
- Грабарь А. В., Земцов П. А., Налимов Е. В. Вопросы архитектурной настройки в оптимизирующем генераторе кода проекта СОКРАТ. — С.93—104.
- Цикоза В.А. Архитектура системы программирования на языке РАПИРА для ПЭВМ "Agat". — С. 105—127.
- Малинина Ю. В. Информационная система ТРАНСФОРМ по преобразованиям программ. — С. 128—135.
- Крючков В. Н., Мурзин Ф. А., Нартов Б. К. Исследование связей в коллективах и сетях ЭВМ на основе анализа предпочтений. — С. 136—141.
- Кладов В.Л. Структурный макроассемблерный язык METAL для микропроцессора Z80. — С. 142—152.
- Ларин М. И., Мурзин Ф. А. Концепция языкового обеспечения спецпроцессора информационного поиска. — С. 153—169.
- Средства и инструменты окружений программирования: Сб. статей / Под редакцией И. В. Поттосина. — Новосибирск: ИСИ СО РАН, 1995. — 168 с.
- Сборник содержит следующие статьи:
- Шелехов В. И. Инвариант языка программирования. — С. 6—22.
- Анисков М. И., Болтаев Т. Б., Кочетов Д. В., Кузьминов Т. В., Поттосин И. В. Структурное конструирование как дисциплина надежного конструирования и инструменты его поддержки. — С. 23—29.
- Кауфман А. В., Черноножкин С. К. Инструменты поддержки структурного тестирования в системе СОКРАТ. — С. 30—45.
- Кузьминов Т. В. Идентификация объектов в интегрированной системе. — С. 46—54.
- Бульонков М. А., Курляндчик В. Я. Поливариантный анализ периода связывания для программ высших порядков. — С. 55—68.
- Кочетов Д. В. Эффективная специализация алголоподобных программ (неформальное описание). — С. 69—84.
- Кочетов Д. В. Алгоритмы анализа для эффективной специализации алголоподобных программ. — С. 85—100.
- Фадеев В. В. О преимуществах применения гипертекста в разработке программ. — С. 111—118.
- Фадеев В. В. Язык проектирования программ ПО БКУ. — С. 119—126.

- Покровский С. Б., Степанов Г. Г. Среда разработки программного обеспечения, основанная на гипертексте. — С. 101—110.
- Кадач А. В. Оптимизация качества сжатия в LZ77-схемах. — С. 127—142.
- Кадач А. В. Поиск подстрок в LZ77-схемах. — С. 143—168.

- Программные системы: Сб. статей / Под редакцией И. В. Поттосина. — Новосибирск: ИСИ СО РАН, 1995. — 162 с.
- Сборник содержит следующие статьи:
- Поттосин И. В. Программные системы учебной информатики и работы Г. А. Звенигородского. — С. 9—16.
- Городня Л. В., Касьянов В. Н. О работах лаборатории конструирования и оптимизации программ в области систем учебной информатики. — С. 26—36.
- Городня Л. В., Тихонова Т. И. О перспективе применения языка Робик для обучения параллельному программированию. — С. 37—45.
- Соседкина Н. В. Методика введения понятия "алгоритм" в курс школьной информатики в младших классах. — С. 78—83.
- Липский С. В. Объектно-ориентированная система управления базами данных на основе языка Оберон-2. — С. 125—134.
- Кауфман А. В., Черноножкин С. К. Структурное тестирование в системе СОКРАТ. — С. 135—148.
- Уваров Д. Л. Чистка регулярных гамаков. — С. 149—162.

#### Отчеты:

- 589.3945009.00004-06 31 05 Кросс-система программирования на Ассемблере БЦВМ 'С-4' и 'С-6'. Средства тестирования и отладки. Интерпретатор языка отладки. Описание применения.
- 589.3945009.00004-06 31 06 Кросс-система программирования на Ассемблере БЦВМ 'С-4' и 'С-6'. Средства тестирования и отладки. Диалоговый отладчик. Описание применения.
- 589.3945009.00004-06 31 19 Кросс-система программирования на Ассемблере БЦВМ 'С-4' и 'С-6'. Макропрепроцессор кросс-системы программирования на Ассемблере БЦВМ. Описание применения.
- 589.3945009.00004-06 33 05 Кросс-система программирования на Ассемблере БЦВМ 'С-4' и 'С-6'. Средства тестирования и отладки. Интерпретатор языка отладки. Руководство программиста.
- 589.3945009.00004-06 33 06 Кросс-система программирования на Ассемблере БЦВМ 'С-4' и 'С-6'. Средства тестирования и отладки. Диалоговый отладчик. Руководство программиста.

- 589.3945009.00004-06 33 19 Кросс-система программирования на Ассемблере БЦВМ 'С-4' и 'С-6'. Макропрепроцессор кросс-системы программирования на Ассемблере БЦВМ. Руководство программиста.
- 589.3945009.00004-07 31 18 Кросс-система программирования на Ассемблере БЦВМ "С-4" и "С-6". Средства измерения, представления и оценки статической и динамической информации о программе. Описание применения. 1995. — 14 стр.
- 589.3945009.00004-07 31 21 Кросс-система программирования на Ассемблере БЦВМ "С-4" и "С-6". Средства управления конфигурацией, регистрации и анализа изменений и доработок сопровождаемых программ. Описание применения. — 8 стр.
- 589.3945009.00004-07 31 22 Кросс-система программирования на Ассемблере БЦВМ "С-4" и "С-6". Средства разработки и генерации программной документации. Описание применения. — 7 стр.
- 589.3945009.00004-07 31 23 Кросс-система программирования на Ассемблере БЦВМ "С-4" и "С-6". Средства построения электронной документации. Описание применения. — 7 стр.
- 589.3945009.00004-07 33 18 Кросс-система программирования на Ассемблере БЦВМ "С-4" и "С-6". Средства измерения, представления и оценки статической и динамической информации о программе. Руководство программиста. 1995. — 28 стр.
- 589.3945009.00004-07 33 21 Кросс-система программирования на Ассемблере БЦВМ "С-4" и "С-6". Средства управления конфигурацией, регистрации и анализа изменений и доработок сопровождаемых программ. Руководство программиста. — 16 стр.
- 589.3945009.00004-07 33 22 Кросс-система программирования на Ассемблере БЦВМ "С-4" и "С-6". Средства разработки и генерации программной документации. Руководство программиста. — 16 стр.
- 589.3945009.00004-07 33 23 Кросс-система программирования на Ассемблере БЦВМ "С-4" и "С-6". Средства построения электронной документации. Руководство программиста. — 10 стр.
- 589.3945009.00006-01 35 01 Кросс-система программирования на языке Модула-2 для БЦВМ С-32. Компилятор языка Модула-2. Описание языка. — 350 стр.
- Zamulin A. V. Algebraic Specification of the Programming Language Oberon. Siberian Division of the Russian Academy of Sciences, Institute of Informatics Systems, Technical Report 589.3945009.00005-01. — Novosibirsk, 1995.
- Разработка инструментальных средств программирования на основе технологии недоопределенных моделей. — ГНТП "Информатизация России" (проект 265.78)

Разработка инструментальных программирования на основе интеграции различных средств представления и обработки знаний. — ГНТП "Информатизация России" (проект 265.79)

#### Авторефераты:

- Кочетов Д.В. Эффективная специализация алголоподобных программ: Автореф. дисс... канд.физ.-мат. наук: 05.13.11. — Новосибирск, 1995. — 16 с.
- Фадеев В. В. Средства проектирования программ бортового комплекса управления на базе гипертекста: Автореф. дисс... канд.тех. наук: 05.13.11. — Новосибирск, 1995. — 16 с.