

Поттоси

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 1996 год

Новосибирск 1997

Директор д.ф.-м.н. *И. В. Поттошин*
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. Я. 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. ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАВЕРШЕННЫХ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 1996 г. Институт систем информатики им. А.П.Ершова проводил научно-исследовательские работы по программе СО РАН "Математическое моделирование, информационные технологии и вычислительная техника", по ГНТП "Информатизация России", а также по ряду проектов, поддержанных РФФИ и фондом Фольксвагена.

Получены следующие важнейшие результаты:

1. Разработана и реализована экспериментальная система верификации программ СПЕКТР, включающая подсистемы верификации трансляторов, программ линейной алгебры, сортировки массивов и файлов. В отличие от других систем процесс верификации в системе СПЕКТР автоматический, что достигается использованием мощной базы знаний, а также применением специальных процедур и стратегий доказательства. Система функционирует на машинах IBM PC, начиная с младших моделей, и не имеет аналогов для техники такого класса.

Авторы: Непомнящий В. А., зав.лаб., к.ф.-м.н.; Сулимов А. А., ст.н.с., к.ф.- м.н.; Ануреев И. С., аспирант; Михайлов И. А., стажер-исследователь.

2. Выполнен комплекс исследований по развитию трансформационного подхода в программировании, разработаны формальные модели и методы специализации итеративных программ и применение этой специализации в качестве базиса конструирования эффективных и надежных программ с использованием аннотирования программ и конкретизирующих преобразований. Сформирована основа для развития нового направления в создании инструментальных систем, ориентированных на разрешение противоречия между универсализацией и специализацией программирования.

Автор: Касьянов В. Н., д.ф.-м.н., профессор, чл.-корр. РАЕН.

3. Развита модель и методы статического анализа программ. Разработана концепция прагматических критериев оценки добротности программ, основанная на статическом анализе и нахождении несоответствия программного текста формально выявляемым целям исполнения. Созданы модели и алгоритмы межпроцедурного контекстно-чувствительного потокового анализа с высокоточной аппроксимацией обязательных информационных связей, основанные на специальных приемах ускорения анализа, что обеспечивает их реализуемость для сложных программ. На их основе разработан статический анализатор программ для языков Модула-2 и Оберон-2.

Авторы: Поттосин И. В., д.ф.-м.н.; Шелехов В. И., к.т.н.; Куксенко С. В., аспирант.

4. Осуществлена интеграция методов программирования в ограничениях на основе недоопределенных моделей с теоретико-множественным, объектно-ориентированным и логическим подходами. Такая интеграция позволяет создавать наиболее эффективные алгоритмы решения комбинаторно-сложных задач, к которым относятся задачи проектирования, планирования и управления. Выполнена реализация основных компонентов технологических комплексов HeMo++ и SempTao, являющихся интегрированными средами для создания прикладных интеллектуальных систем.

Авторы: Яхно Т. М., к.ф.-м.н.; Загоруйко Ю. А., к.т.н.; Телерман В. В., к.т.н.

2. ОТЧЕТЫ НАУЧНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

2.1. Лаборатория теоретического программирования

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

В штате лаборатории 14 человек, из них научных сотрудников — 9, в том числе к.ф.-м.н. Вирбицкайте И. Б., к.ф.-м.н. Шилов Н. В., к.ф.-м.н. Сулимов А. А.

В лаборатории также проходят обучение 5 аспирантов очного обучения ИСИ, 2 аспиранта НГУ, 6 магистрантов НГУ и 8 студентов 4-го курса НГУ.

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

Результаты исследований за 1996 г.

Проект "Разработка методов и экспериментальных средств спецификации и верификации систем, базирующихся на структурах событий, сетевых и программных моделях".

Теоретические исследования

В области теории сетевых моделей изучались свойства сетей Петри, структур событий и причинно-следственных структур. Для структур событий введены и исследованы ряд бисимуляционных эквивалентностей, непосредственно отображающих причинную зависимость, параллелизм и недетерминизм событий в структуре. Построены диаграммы зависимостей между новыми и известными (по публикациям) бисиму-

ляциями. Исследован вопрос сохранения введенных эквивалентностей при выполнении операции детализации. Найден поведенческий аналог для эквивалентности, предполагаемой темпоральной логикой LI, введенной Мукундом и Тиагараджаном для структур событий. Введены и изучены "аксиомы параллельности" (свойства дискретности, K-плотности и т.д.) в контексте алгебраических спецификаций структур событий. Сформулированы необходимые и достаточные условия, гарантирующие выполнение указанных свойств.

Основные поведенческие эквивалентности, известные по публикациям и определенные в рамках различных формальных моделей, были перенесены на сети Петри и дополнены новыми понятиями следовых, бисимуляционных и сохраняющих конфликт эквивалентностей с целью получить полное множество эквивалентностных отношений в семантиках от интерливинговой до "истинного параллелизма" и от "линейного" до "ветвистого" времени. Были установлены взаимосвязи между всеми рассмотренными базисными эквивалентностями как на общих сетях Петри, так и на их подклассах последовательных сетей, T-сетей и сетей со строгой пометкой. Установлено достаточное условие ограниченности временной сети Петри без перекрытий интервалов срабатывания. Построены расширения формализма причинно-следственных структур на семантики цветных фишек и иерархически вложенных структур. Доказана корректность таких построений в смысле строго эквивалентного соответствия сетям Петри с цветными фишками и иерархическим сетям Петри, предложенным В. Е. Котовым.

Разработанный ранее в лаборатории схемный метод разрешимости программных логик описан на качественно новом уровне — в терминах логик второго порядка. В этих же терминах обоснована его корректность.

Предложен символический метод верификации финитной итерации над различными структурами данных: множествами, массивами, файлами, деревьями и т.п. Метод основывается на операции замены, которая выражает в символической форме действие итерации и принадлежит языку спецификаций. Метод включает правило вывода условий корректности, не требующее инвариантов, а также индуктивные принципы доказательства условий корректности, содержащих операцию замены, и позволяет существенно упростить трудоемкий процесс верификации программ, использующих финитную итерацию. Разработан метод автоматического доказательства условий корректности, который базируется на системах переписывания формул — существенном обобщении систем переписывания термов, учитывающем разбор случаев и

замену переменных. Выделены стратегии применения систем переписывания формул, обеспечивающие завершение процесса применения.

Экспериментальные системы

Завершена разработка и реализация проблемно-ориентированной системы верификации программ СПЕКТР. Существенно расширен блок доказательств условий корректности посредством реализации метода, базирующегося на системах переписывания формул. Разработана база знаний для класса программ сортировки массивов и файлов. Проведены эксперименты по автоматической верификации на ЭВМ IBM PC ряда программ сортировки, включая программу внешней сортировки файлов.

Разработан и реализован прототип системы верификации коммуникационных протоколов, представленных на языке выполненных спецификаций ESTELLE, принятом в качестве международного стандарта. Система включает блок автоматического перевода спецификаций протоколов в сети Петри с цветными фишками, а также использует разработанную ранее в лаборатории систему NetCalc для анализа и симуляции этих сетей. Проведены эксперименты по обнаружению семантических ошибок протоколов. Система верификации протоколов функционирует на ЭВМ IBM PC, и не имеет аналогов для такой техники.

2.2. Лаборатория автоматизации проектирования и архитектуры СБИС

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

В штате лаборатории 31 человек, из них научных сотрудников — 14, в том числе д.т.н. Берс А. А., к.т.н. Вишневецкий Ю. Л., к.ф.-м.н. Апанович З. В.

В лаборатории также проходят обучение 5 магистрантов НГУ, 3 аспиранта (2 — очно, 1 — заочно), 11 студентов.

Общее направление работ лаборатории:

— разработка систем автоматизации проектирования и программирования;

— создание информационных и телекоммуникационных систем и сетей.

Результаты исследований за 1996 г.

Проект "Построение базовых алгоритмов решения задачи миграции технологии СБИС".

Цель проекта — экспериментально доказать возможность автоматической трансформации геометрических чертежей микросхем под требования быстро меняющейся технологии производства СБИС.

Для этого были разработаны следующие программы:

— комплекс процедур выполнения базовых алгоритмов геометрического программирования, необходимых для реализации данной задачи;

— программа разрезания "плоского" геометрического чертежа СБИС на подблоки прямоугольной формы;

— программа формирования списка цепей, выделения цепей питания;

— программа символизации (превращения в символьное или объектное представление);

— программы сопряжения с промышленной САПР Cadence.

Проведенные исследования показали, что в определенных ограничениях задача может быть решена. Для этого были разработаны новые алгоритмы и проведены эксперименты на реальных проектах СБИС. Судя по публикациям, работы лаборатории в этом направлении приоритетны и заметно опережают зарубежные исследования. Работа ведется в кооперации с лабораторией ТИМА (Гренобль, Франция) и безусловно имеет большой практический интерес: еще две лаборатории из Франции и одна крупная фирма заинтересованы в сотрудничестве.

Группой СБИС-технологий в рамках Новосибирского Центра СБИС-технологий (инициатор создания и учредитель — ИСИ) проводились работы и исследования по некоторым новым задачам проектирования СБИС.

В частности, группа поддерживает работоспособность двух коммерческих пакетов автоматизированного проектирования СБИС Alliance и Magic. Пакеты используются в работах лаборатории, в дальнейшем предполагается их применение для обучения и консультирования.

Для освоения САПР СБИС Alliance была выполнена экспериментальная работа по перепроектированию некоторой цифровой телекоммуникационной схемы, реализованной на базовом матричном кристалле, в твердотельное исполнение в виде полностью заказной интегральной схемы, описание схемы было любезно предоставлено дружеской лабораторией Сиб ГАТИ.

Разработан и реализован некоторый подход к автоматизации перепроектирования, заключающийся в автоматическом извлечении из описания исходной схемы на машинном носителе синтезательного VHDL-описания с целью дальнейшего его использования для авто-

матического синтеза схемы средствами САПР СБИС по более современной технологии.

Разработаны следующие конверторы:

- из формата P-CAD Component List в VHDL;
- из формата P-CAD Component List в Turbo Prolog;
- из Turbo Prolog в VHDL.

Также разработан алгоритм трансформации смешанной синхронно-асинхронной схемы в строго синхронную схему, реализованный на языке Turbo Prolog.

Другой интересной работой, которая проводилась в рамках тематики "автоматизация проектирования", была реализация некоторой надстройки над языком VHDL, позволяющей инженеру-проектировщику в краткой форме и в естественных традиционных терминах описать проектируемую схему, а затем автоматически конвертировать это описание в VHDL-описание, которое можно использовать как для моделирования, так и для синтеза схемы.

Группой сетевых технологий выполнялись работы по освоению языка программирования Java и смежных технологий. Активная разработка Java-приложений замечена зарубежными специалистами, в частности, А.Е.Осипов стал экспертом проекта JARS. Цель работ — создание базовых и специальных средств клиент-серверного обслуживания в среде Интернет. Наиболее развиты разработки в области создания библиографических систем, однако ведутся переговоры об участии группы в других проектах, в частности, в создании информационной системы по цунами, в разработке информационно-коммуникационной системы для операций на биржевых и внебиржевых рынках ценных бумаг.

В рамках таких работ был создан второй WWW-сервер, специализированный под Java-технологии, адаптирована СУБД Postgres, собран набор средств программирования и разработки, ориентированный на Java, HTML, CGI и т.д.

Проект "bCAD — система построения, редактирования и реалистичной визуализации трехмерных моделей и сцен".

Выполнены работы по переносу системы bCAD из среды MS-DOS в Windows95/NT, проведены исследования и эксперименты по созданию средств отображения объемных сцен в реальном масштабе времени, разработана функциональная поддержка выполнения логических операций над полигональными поверхностями. В марте 1996 г. была выпущена для массового тестирования реализация bCAD для работы в среде Windows95 и Windows NT. Новая версия системы сохраняет все функциональные свойства предшествующих реализаций и представ-

ляет собой полноценное приложение, совместимое со стандартом Win32 и целиком интегрированное в среду ОС 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.

Программная система bCAD была представлена на выставках CeBIT96 (март 1996 г., Ганновер, ФРГ), Компьютерная Графика и Дизайн-96 (сентябрь 1996 г., Новосибирск), Сибкомпьютер-96/ СибНаука-96 (ноябрь 1996 г., Новосибирск, Сибирская Ярмарка).

Разработана методика формирования высокоэффективных гипертекстовых систем на базе технологии HTML и Java. С использованием этой методики построен WWW-узел, представляющий разработки группы bCAD. По результатам эксплуатации в 1996 г. узел вошел в число 10 процентов наиболее посещаемых узлов в России. Кроме предоставления информационных материалов, Web-узел обеспечивает следующие дополнительные функции: сбор информации о процессах тестирования и эксплуатации системы bCAD, сообщений об ошибках и пожеланиях пользователей, доступ к HTML-версии технического руководства и методических пособий bCAD, регистрацию демонстрационной версии системы.

Проект "Локальная сеть ИСИ СО РАН".

В 1996 г. локальная сеть института, несмотря на острую нехватку финансирования, претерпела ряд существенных изменений и модернизаций, направленных как на увеличение количества пользователей, так и на расширение сервисных услуг сети.

К настоящему моменту локальная сеть ИСИ охватывает более 130 единиц компьютеров и предоставляет различные услуги более чем 250 зарегистрированным в сети пользователям.

Серверный парк сети включает в себя шесть общедоступных серверов различного назначения помимо серверов рабочих групп и лабораторий. Кабельное хозяйство охватывает практически все помещения института, что гарантирует в дальнейшем достаточное подключение новых рабочих станций и серверов во всех подразделениях института.

При развитии локальной сети особое внимание уделялось мерам, направленным на обеспечение устойчивости и надежности ее функционирования, легкости обслуживания и модернизации. К таким мерам можно отнести создание специального серверного центра, децентрали-

зацию основных функций сети путем распределения различных ее сервисов по специализированным устройствам и серверам.

С введением в эксплуатацию специализированного устройства 3COM OfficeConnect Switch140 в некоторой степени решена проблема объединения различных Ethernet-сегментов в единую сеть, что позволило отказаться от разбиения сети на подсети, снять функции "бриджирования" и трансляции IP-пакетов между подсетями с файл-сервера PISNW и существенно повысить пропускную способность сети.

С введением в эксплуатацию специализированного почтового сервера функции по доставке почтовых сообщений также были сняты с файл-сервера, что существенно повысило надежность работы как почтовой службы, так и файл-сервера.

Функции существующего в институте WWW-сервера расширены благодаря внедрению современных технологий Internet, в том числе введением в эксплуатацию сервера Java-приложений.

В 1996 г. локальная сеть ИСИ получила прямой высокоскоростной выход в Центр Internet ННЦ, зарегистрирован в Internet обратный домен для сети 194.226.177.0; страницы WWW-сервера института зарегистрированы во многих широкоизвестных навигационных системах Internet. В этом же году создан собственный DNS-сервер института.

Основные моменты развития локальной сети ИСИ в 1996 г.:

- прямое подключение к Центру Internet ННЦ;
- парк компьютеров сети превысил 130 единиц;
- серверный парк составил шесть общедоступных серверов различного назначения;
- количество зарегистрированных пользователей превысило 250;
- топологически сеть охватила практически все помещения института;
- создан и введен в эксплуатацию специализированный серверный центр;
- введено в эксплуатацию 3 COM Office Connect Switch 140;
- зарегистрирован в Internet обратный домен для сети 194.226.177.0;
- создан собственный DNS-сервер;
- введен в эксплуатацию сервер Java-приложений;
- введен в эксплуатацию почтовый сервер.

2.3. Лаборатория искусственного интеллекта

Зав. лабораторией к.ф.-м.н. Яхно Т.М.

В штате лаборатории 10 человек, из них 7 научных сотрудников, в том числе к.т.н. И. Е. Швецов, к.т.н. Ю. А. Загорюлько, к.т.н. В. В. Те-

лерман. В лаборатории также проходят обучение 5 аспирантов ИСИ, 2 аспиранта НГУ, 15 студентов и магистрантов НГУ.

Основные направления исследований лаборатории — методы и системы искусственного интеллекта.

Работы, проводимые в лаборатории, можно условно разделить на три группы:

— развитие методов недоопределенных вычислений для логико-комбинаторных задач;

— разработка и проектирование технологического комплекса НемоТек для создания прикладных интеллектуальных систем на основе недоопределенных моделей;

— разработка и проектирование программной обстановки SempTao для построения интегрированных интеллектуальных систем, основанных на знаниях.

Развитие методов недоопределенных вычислений проводилось в рамках проекта "Исследование и разработка методов интеграции логической и теоретико-множественной парадигм вычислений" (грант РФФИ).

Разработана система базовых недоопределенных типов данных для решения логико-комбинаторных задач. Традиционное понятие множества было расширено до понятия недоопределенного множества с определением на нем базовых операций и отношений.

В течение 1996 г. выполнены проектирование и реализация системы LogiCalc, позволяющей использовать теоретико-множественный подход для описания задач и основанной на эффективных механизмах распространения ограничений. Язык системы LogiCalc можно считать расширением языка программирования Setl. В отличие от последнего данный язык обладает высокой эффективностью, поскольку основан на потоковых алгоритмах распространения ограничений. Такие алгоритмы позволяют для широкого круга логико-комбинаторных задач избегать полного перебора и существенно сужать пространство поиска решений.

Проведен сравнительный анализ алгоритмов недоопределенных вычислений, предложенных А.С.Нариньяни, с алгоритмами распространения ограничений в языках логического программирования. Показано, что алгоритм недоопределенных вычислений для интервальных функций может быть включен в схему вывода для языка логического программирования ECLiPSe. Такая интеграция позволяет существенно расширить область применения языка ECLiPSe. Создана библиотека интервальных функций (ID), которая в настоящее время входит в стан-

дартную версию языка ECLIPSe. С использованием этой библиотеки реализовано несколько систем проектирования и планирования.

Проект "Разработка инструментальных средств программирования на основе технологии недоопределенных моделей знаний" (ГНТП "Информатизация России").

В отчетный период основные усилия были направлены на разработку и реализацию проблемно-ориентированного технологического комплекса HeMo+, предназначенного для решения задач на основе недоопределенных моделей, а также на популяризацию этого подхода среди отечественных и зарубежных исследователей.

Проблемно-ориентированный технологический комплекс (ТХК) 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 декларативный.

Полученные результаты способствуют дальнейшему развитию концепции недоопределенных моделей в направлении:

- дополнения языка спецификации задач средствами мета-уровня, которые позволят перейти к недоопределенностям более высокого порядка;

- добавления средств, позволяющих обходить ограничение монотонного доуточнения исходных недоопределенных значений.

В рамках проекта "Разработка инструментальных средств программирования на основе интеграции различных средств представления и обработки знаний" (ГНТП "Информатизация России") продолжалась разработка интегрированной программной обстановки SemP-ТАО.

Завершена реализация рабочей версии технологического комплекса SemP-ТАО, которая может использоваться для создания широкого класса интеллектуальных систем, требующих представления и обработки сложно-структурированной информации, сочетания логического вывода и вычислений над неточно заданными значениями. ТХК включает

объектно-ориентированный язык представления и обработки знаний, который позволяет довольно естественным образом и на достаточно высоком уровне формировать базу знаний и специфицировать приложения.

В 1996 г. реализован механизм альтернатив, который позволяет при решении задач использовать пробные стратегии (бэктрекинг) и получать множество решений. Также реализована и подключена к ТХК библиотека функций поддержки пользовательских интерфейсов, обеспечивающая диалоговые и графические возможности комплекса, в частности работу с окнами (создание окон, организацию ввод-вывода) и отрисовку ряда графических примитивов.

В течение года создан ряд экспериментальных интеллектуальных систем для решения задач диагностики, планирования, проектирования и принятия решений.

Технологический комплекс HeMo+ и программная обстановка SemP-ТАО используются в учебных курсах по искусственному интеллекту в Новосибирском госуниверситете и Высшем колледже информатики.

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 3 магистранта НГУ.

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

Результаты исследований за 1996 г.

Проект "Алгебраические методы спецификации программ" (грант РФФИ). В 1996 г. продолжались работы, связанные с языком структурных алгебраических спецификаций Руслан.

Математическая основа системы спецификаций — теория многоосновных алгебр. Решаемая проблема формально описывается в виде структурированной спецификации, которая рассматривается как представление теории и формально анализируется на полноту и непротиворечивость. Особенностью принятого подхода является введение глубоко структурированных спецификаций, представляющих собой совокуп-

ности спецификаций типов данных, классов типов данных, типовых родов и независимых функций.

Подход отличается от существующих методов спецификаций, в первую очередь, использованием только одного аппарата: теории многоосновных алгебр. Этот же аппарат использован и для описания динамики специфицируемой системы. Множество состояний динамической системы представляется в виде множества алгебр одной и той же сигнатуры. Одна алгебра преобразуется в другую правилами перехода, каждое из которых представляет собой одну или несколько аксиом, которые должны выполняться в новой алгебре.

Подход оригинален и нов как по структурированию спецификаций, так по сочетанию средств описания статики и динамики.

За отчетный период язык Руслан был расширен средствами описания переходов динамической системы из одного состояния в другое, что позволило связать функциональное описание статической части системы баз данных с императивным описанием ее динамики. Разработаны алгоритмы трансляции спецификаций, составленных на языке Руслан, в структуры языка программирования C++. Начата реализация транслятора, написаны и отлажены программы синтаксического анализа и типового контроля спецификаций. Завершено формальное описание языка программирования Оберон и объектно-ориентированной системы баз данных, основанной на языке Оберон-2. При описании Оберона даны формальные спецификации целевой машины, в язык которой транслируются выражения и операторы языка программирования, транслирующей машины и набора правил синтаксического анализа и перевода предложений программы в предложения транслятора или целевой машины. При описании системы баз данных формализована ее семантика. В результате впервые дано полное компактное формальное описание семантики реального языка программирования и реализации объектно-ориентированной модели данных.

Проект "Инструменты и средства окружений программирования".

Продолжены работы по методам построения и средствам окружений программирования, начатые в проекте СОКРАТ. Основные результаты 1996 г.:

— создан новый алгоритм межпроцедурного контекстно-чувствительного анализа и на его основе разработан и реализован статический анализатор семантических ошибок периода исполнения для программ на языках Оберон-2/Модула-2;

— продолжены исследования прагматических критериев добротности программ и разработана новая, более полная, версия таких критериев;

— проведено сравнительное исследование стандартов объектных моделей и подготовлен их анализ;

— завершена и передана в пользование система, вычисляющая набор мер сложности для ассемблерных программ, и разработана методика использования этого набора мер для оценки качества программ;

— на примерах языков типа Оберон-2/Модула-2 разработан комплексный критерий тестирования, включающий как наиболее популярные критерии структурного тестирования, так и ряд заново разработанных, предложен простой язык описания тестовых ситуаций для разработанных критериев и на этой основе реализована система ОСТ, позволяющая оценить полноту набора тестов для данного критерия и помогающая в создании новых дополнительных тестов;

— разработана модель переносимого отладчика, которая была опробована на нескольких языках и платформах; построена и проверена модель внешней среды, предназначенная для отладки встроженных ЭВМ;

— разработан, обоснован и реализован алгоритм такого оптимизирующего преобразования, как чистка гамаков, отличающийся от ранее разработанного локально оптимального алгоритма оптимальностью для всей программы;

— разработано приложение созданной ранее гипертекстовой среды, позволяющее организовывать и поддерживать локальные базы данных с описываемыми пользователем атрибутами объектов. Созданные средства удобны для поддержки библиотечной деятельности и делопроизводства;

— развита экспериментальная методика построения визуализированного языкового интерфейса в рамках системы параллельного программирования ALT, завершена и передана в пользование очередная 6-я версия этой системы;

— подготовлен предварительный вариант русского перевода стандарта языка Модула-2, закончено неформальное его описание;

— ранее созданный "Лексикон Информатики" (на языке эсперанто) перенесен в HTML-представление и установлен на нескольких WWW-серверах в России и за рубежом.

Охарактеризуем некоторые из этих результатов более детально.

Работы по анализу программ

Результаты этой работы: построение практически приемлемой версии потокового анализатора и создание модифицированного варианта оценки прагматических критериев добротности программ.

Разработаны модели и алгоритмы межпроцедурного контекстно-чувствительного потокового анализа с высокоточной аппроксимацией обязательных информационных связей. Такой анализ имеет экспоненциальную оценку и поэтому практически нереализуем для больших сложных программ. Реализованы следующие методы ускорения анализа: векторизация потокового анализа на множестве контекстов от разных вызовов процедур, распараллеливание анализа для разных ветвей программы, эффективная параметризация контекста. Разработаны и реализованы гибридные модели: контекстно-чувствительный анализ сочетается с межпроцедурным нечувствительным, а также с еще более простым и быстрым — потоково-нечувствительным.

Реализация методов ускорения и гибридных моделей потокового анализа позволяет проводить анализ реальных программ до 15 (20) тыс. строк на машинах класса IBM PC.

На базе алгоритмов контекстно-чувствительного потокового анализа разработан и реализован статический анализатор потоковых ошибок (семантических ошибок периода исполнения) для программ на языках Оберон-2/Модула-2. Реализованы эффективные методы контекстно-чувствительного backward-анализа программы для нахождения и выдачи ошибок. Применение анализатора ошибок на реальных программах позволяет находить ошибки, которые остаются в программе после обычного процесса тестирования и отладки.

Проанализированы критерии оценки хорошей организованности (добротности) программ, выделены четыре класса критериев — количественные, структурные, генетические и прагматические.

Критерии, названные прагматическими, базируются на соответствии целям, которые могут быть установлены на основании анализа свойств программ. Эти цели складываются из формально выявляемых результатов программы (модуля, процедуры) и порождаемых программой множеств исполняемых процессов. Выявление излишеств по отношению к этим целям и свидетельствует о недостаточно хорошей организованности программ. Выделены основанные на анализе информационного влияния и вычисления пред- и постусловий типы излишеств, нарушающих такие требования, как целевая направленность, структурная целесообразность, оправданная выстроенность вычислений,

разумная организованность потока данных и вычислительная избыточность излишеств.

Существовавшая ранее модель оценки прагматических критериев была дополнена и уточнена.

Работы по моделям тестируемости программ

Анализ использования созданных инструментов и дальнейшее изучение имеющихся систем привело к необходимости разработки новой модели тестируемости программ и созданию системы оценки набора тестов на полноту для разработанной модели. Данная модель разработана для языков Модула-2/Оберон-2 и включает следующие критерии структурного тестирования: C1; покрытия циклов; покрытия условий; покрытия рекурсии; покрытия отношений; покрытия входных параметров и результатов процедур; покрытия вызовов процедур.

Первые два критерия известны. Критерии покрытия условий и покрытия отношений обеспечивают более тонкий учет постусловий и вариантов отношений. Критерий покрытия рекурсии аналогичен критерию покрытия циклов в отношении вариантов глубины рекурсии. Критерии покрытия параметров и результатов процедур и покрытия выборов позволяют пользователю задать более полный контекст выполнений процедуры за счет разработанного языка описания тестовых условий. Известный критерий покрытия определений переменных не включен в комплексный критерий структурного тестирования, так как вновь введенные критерии дают возможность практически обойтись без него. Вновь созданные критерии позволяют частично объединить методы тестирования "белого" и "черного" ящиков.

Реализована система оценки полноты набора тестов для модели для языков Модула-2/Оберон-2. Данная система позволяет оценить тестируемость программы и принять решение о ее надежности и, значит, завершении тестирования или необходимости создания новых тестов. Информация, выдаваемая системой, существенно облегчит создание необходимых тестов.

Работы по моделям отладки

Цель этих работ — создание моделей отладочных средств, обеспечивающих переносимость и интегрированность средств отладки и тестирования. Под переносимостью подразумевается как переход от одной целевой машины к другой, так и сочетание разных языков и даже языков разного уровня (что характерно для сложных встроенных систем, где, как правило, сочетаются низкоуровневые модули ассемблера с модулями на языках высокого уровня). Интеграция средств отладки и тестирования позволяет достаточно плавно и естественно переходить

от одного вида деятельности к другому и обеспечивает единство пользовательского интерфейса. Как область исследований проблем отладки и тестирования выбрана разработка сложного многофункционального программного обеспечения для встроенных систем с повышенными требованиями к надежности. В качестве языков программирования, программы на которых предлагалось отлаживать, использованы Модула-2 и ассемблеры нескольких процессоров, что объясняется их активным использованием в соответствующей сфере программирования.

За основу принята модель, когда отладчик и исполняемая программа существенно отделены друг от друга. В структуре системы выделены ряд уровней и функциональных блоков с интерфейсами, четко определенными в понятиях, не привязанных к конкретному отлаживаемому языку или конкретной целевой архитектуре. Для этого в значительной степени удалось воспользоваться средствами модульного программирования, позволяющего явно выделить интерфейсы, обеспечивающие взаимодействие отдельных частей системы, и инкапсулировать конкретные детали реализации, которая может быть при необходимости заменена другой. Однако ряд понятий и объектов невозможно зафиксировать с использованием только концепции модуля, поскольку необходимо предусмотреть их дальнейшее развитие и обогащение на более высоких уровнях системы. Особенно это касается системы моделирования, где возможность развития операций с моделями должна быть "протянута" даже до уровня конечного пользователя. В то же время некоторый набор операций с такими объектами необходимо выполнять уже на достаточно низком базовом уровне. В таких ситуациях полезным оказался механизм наследования, используемый в рамках объектно-ориентированного подхода, который позволил на базовом уровне явно выделить и описать некоторую абстрактную модель объекта с минимальным необходимым набором операций (причем, возможно, даже пустых). Конкретное информационное и функциональное наполнение объект получает уже на более высоком уровне, но за счет механизма наследования. Эта привнесенная дополнительная функциональность может быть свободно использована базовыми средствами, лежащими на более низком уровне.

Поскольку отладчик при таком подходе рассматривается как состоящий из некоторого числа отдельных объектов, каждый из которых выполняет свою соответствующую функцию, весьма полезен подход к организации взаимодействия между объектами на базе обмена сообщениями, аналогично тому, как это обычно происходит в объектно-ориентированных пользовательских интерфейсах.

С использованием описанных средств структура отладчика разделена на несколько функциональных слоев, что во многих случаях не означало жесткой иерархии для объектов каждого уровня, поскольку в рамках системы они оставались достаточно равноправными. При этом выделены следующие основные блоки:

- блок базового исполнения, который фактически представляет для отладчика такой объект, как "исполняемая программа", дает набор базовых операций над ней и фактически инкапсулирует в себе зависимости от целевой архитектуры;

- блок, обеспечивающий привязку полученной в процессе трансляции отладочной информации об исходной программе к физическим объектам, существующим в процессе исполнения ее кода, и работу с точками остановов;

- сменные блоки чтения различных форматов отладочной информации и приведения ее в унифицированный внутренний вид;

- блоки пользовательских интерфейсов, которые обеспечивают взаимодействие пользователя с отлаживаемой программой; здесь на общей базе было реализовано два принципиально разных вида интерфейсов: многооконный диалоговый интерфейс, особенно удобный для оперативной отладки, и интерпретатор специализированного языка отладки, наиболее эффективный при тестировании.

Кроме того, в отладчике выделен ряд вспомогательных блоков, таких как работа с исходными текстами программ, с сообщениями отладчика и т.п. которые, не играя принципиальной роли для переносимости, существенно облегчают модификацию отладчика, например переход с одного языка на другой в текстах сообщений или изменение формата исходных текстов программ. Как отдельный блок выделились средства моделирования, которые обеспечивают хранение, доступ и управление всей информацией, связанной с моделированием (описание моделей устройств, наборы модельных данных, описание связей и т.п.) При этом сами средства моделирования построены с учетом возможности просто и эффективно расширять и наращивать их уже в процессе использования системы отладки за счет так называемых "внешних" моделей, которые представляют собой динамически загружаемые библиотеки со стандартизованным интерфейсом. Такая библиотека-модель может быть самостоятельно создана пользователем системы отладки и подключена к отладчику с помощью предоставляемых для этого интерфейсов, обеспечивающих ее функционирование совместно с уже имеющимися средствами.

Работы по гипертекстовой среде

Разработано приложение к созданной ранее гипертекстовой среде, предназначенное для организации локальных баз данных с описываемыми пользователями атрибутами объектов. Каждому атрибуту присписывается тип, определяющий как способ задания значения атрибута, так и способ его использования. Кроме атрибутов типа "текст" и "дата" реализованы атрибуты типа "выбор", когда значение атрибута выбирается из указанного пользователем списка значений, а также атрибуты типа "множество", отличающиеся от атрибутов типа "выбор" способностью иметь собственные податрибуты, значение которым присваивается не при описании объекта базы данных, а при заведении нового элемента множества значений атрибута-хозяина. Использование атрибутов объектов при написании в рамках данной системы различных текстов позволяет создавать единые тексты для всех объектов базы данных, которые конкретизируются настройкой на конкретный объект, обеспечивающей подстановку значений атрибутов данного объекта в места их использования в тексте. Атрибуты объектов применяются также для создания именованных групп объектов. Настройка текста на некоторую группу объектов позволяет получить сразу все экземпляры данного текста путем автоматической настройки последовательно на все объекты группы.

Работы по конструированию параллельных программ

Исследовалась методика отображения параллельных алгоритмов класса fine-grained на архитектуры спецпроцессоров с массовым пространственно-временным параллелизмом в процессе их согласованного конструирования. Основой методики является формальная модель распределенных параллельных вычислений, называемая Алгоритмом Параллельных Подстановок (АПП). Для модели АПП характерно: повсеместное и одновременное применение команд (подстановок) к многомерным массивам данных, явное указание пространственных отношений между данными в командах. Разработана клеточная технология синтеза параллельных алгоритмов и архитектур, состоящая из двух взаимосвязанных частей:

— методики синтеза параллельных алгоритмов и архитектур, основанной на формальных и эвристических эквивалентных преобразованиях АПП;

— системы параллельного программирования ALT, воспроизводящей свойства АПП и используемой для конструирования, отладки и получения характеристик параллельных алгоритмов.

Обе части технологии разрабатывались одновременно с созданием компьютерных моделей прикладных алгоритмов и под их сильным влиянием. В системе ALT это влияние проявилось в широком внедрении средств визуализации как для поддержки конструирования описаний параллельных алгоритмов (графическое представление объектов, изображающих клеточные массивы, левые и правые части подстановок), так и при их моделировании (возможность наблюдения на экране динамики применения отдельных подстановок). Более того, особое внимание было уделено возможности визуализации трехмерных объектов, представляющих собою пачки плоских слоев, и возможности наблюдения хода преобразования данных на любом слое трехмерного клеточного массива. Такое внимание вызвано ориентацией при разработке компьютерных моделей на нетрадиционные архитектуры, перспективные для воплощения в виде многослойных электрооптических СБИС. Именно поэтому из всего спектра эквивалентных преобразований, включающего пространственно-временные, синхронно-асинхронные, 2D → 3D, для обработки технологии были выделены последние, поскольку они обеспечивают возможность построения трехмерных вычислительных структур.

Системой параллельного программирования (ALT) была экспериментально выработана оригинальная модель глубокой визуализации языкового интерфейса для систем моделирования параллельных программ. Определяющая характеристика данной модели — интеграция интерактивно-графических и текстовых элементов на уровне базовых механизмов языка исходного описания алгоритмов — названа анимацией языковых средств. Она является более глубокой, чем это обычно достигается при использовании традиционных оболочек типа графических пользовательских интерфейсов. Выработана особая методика ее реализации на основе расслоения исходного представления на множество графически описываемых объектов данных, схему параллельной программы и набор процедур функционального наполнения схемы.

2.5. Лаборатория конструирования и оптимизации программ

Зав. лабораторией д.ф.-м.н., проф., чл.-кор. РАЕН Касьянов В. Н.
В штате лаборатории 18 сотрудников, из них научных сотрудников — 8, в том числе д.ф.-м.н., проф. Евстигнеев 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 3 аспиранта очного и 3 аспиранта заочного обучения, стажер, 2 соискателя, 5 магистрантов НГУ, а также ряд студентов 3 и 4-го курсов 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 1996 г.

Проект "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".

Продолжались исследования по развитию теоретических основ, методов и инструментов трансформационного программирования в направлении синтеза программ и параллельных архитектур.

В рамках предложенной модели итеративных программ, расширенных аннотациями-утверждениями и аннотациями-директивами, наряду с отношениями эквивалентности и вычисляемости были сформулированы и исследованы отношения специализации и обобщения. Указанные отношения формализуют понятие корректных преобразований, изменяющих семантику базисной программы. Изучен класс корректных конкретизирующих преобразований, направленных на улучшение программы относительно того или иного выбранного критерия качества. Построена система эквивалентных трансформаций аннотированных программ, позволяющая редуцировать любую программу одного выполнения к единственной нормальной форме эквивалентных ей аннотированных программ. Показаны возможности применения корректных преобразований аннотированных программ для различных видов семантической обработки программ, в том числе анализа потока данных и смешанных вычислений. Доказано, что разные методы смешанного вычисления сводятся к разным конкретизирующим преобразованиям аннотированных программ в так называемые квазibasисные программы. Рассмотрена задача анализа свойств состояний аннотированных

программ. Показано, что при определенных ограничениях она охватывает стандартные прямые и обратные задачи анализа потока данных для программ без аннотаций. Доказана корректность извлекаемых свойств для так называемых хорошо определенных задач анализа свойств состояний. Поскольку в общей постановке задача анализа аннотированных программ алгоритмически неразрешима, разработаны алгоритмы нахождения корректных приближенных решений.

Завершен цикл работ по исследованию и систематизации базовых теоретико-графовых методов и алгоритмов для обработки бесконтурных графов, моделирующих частично упорядоченные множества и образующих наряду с деревьями класс важных и широко используемых в программировании графов. Изучены алгоритмы транзитивной редукции и транзитивного замыкания, алгоритмы решения ряда оптимизационных задач и изображения бесконтурных графов на плоскости. Исследованы базисные методы и алгоритмы, связанные с различными приложениями бесконтурных графов в информатике, а также вопросы их применения к задачам контекстного анализа и генерации объектного кода программ, являющихся основными этапами трансляции программ. Проведено исследование класса хордальных графов, расширяющих класс неориентированных деревьев с сохранением эффективного решения NP-полных задач. Начата работа по исследованию и систематизации алгоритмов обработки сводимых и регуляризуемых графов, представляющих собой наиболее общий тип граф-моделей структурированных программ.

Выполнено исследование эквивалентных и оптимизирующих преобразований программ для ЭВМ параллельных архитектур с точки зрения корректности преобразований, видов участков экономии, типов промежуточного представления программ, методов анализа зависимостей по данным и управлению, типов архитектур и оценки их эффективности. Подготовлен обзор наиболее важных методов оптимизации программ при трансляции с языков высокого уровня для разных типов параллельных архитектур.

Проведено исследование методов оптимизации кода для архитектур, эксплуатирующих мелкозернистый параллелизм, типа VLIW и суперскалярных. Проведен сравнительный анализ различных алгоритмов компактификации (упаковки) кода. Показано, что разработанный метод многофункционального совмещения имеет свою сферу применения и позволяет повысить эффективность применения других методов планирования команд.

В рамках создаваемой системы манипулирования программами ПРОГРЕСС шла разработка подсистем промежуточных представлений

и анализа зависимостей по данным. По первой подсистеме разработаны и реализованы алгоритмы построения идеографа и графа программных зависимостей, проработаны алгоритмы построения иерархического графа заданий, проведен сравнительный анализ этих представлений. По второй — реализован интервальный тест выявления зависимостей по данным, пригодный для обработки некоторых типов нелинейных индексных выражений. Начаты работы по реализации языка функционального программирования SISAL-90, ориентированного на поддержку супервычислений. Разработаны промежуточное представление транслируемых SISAL-программ и компоненты транслирующей подсистемы и подсистемы преобразований.

Исследовано использование различных представлений выражений в булевых алгебрах при их преобразованиях. В качестве представлений для символьных выражений использовались бинарные деревья, правоассоциированные бинарные деревья, упорядоченные бинарные разрешающие диаграммы. Выбраны наиболее подходящие для разных базовых операций для символьных выражений в булевых алгебрах. Разработанные алгоритмы реализованы в рамках системы FABULA. Базовыми функциями системы являются: аналитическое преобразование булевых выражений; аналитическое решение систем булевых уравнений и неравенств; аналитическое решение интервальных булевых уравнений; численное решение специальных классов систем булевых функциональных уравнений; декомпозиция функций и систем функций; минимизация функций и систем функций; численное решение задач булева стохастического программирования. Проведены эксперименты по использованию системы для поддержки аналитических преобразований и решения оптимизационных задач в булевых алгебрах.

Разработана и реализована система GRAPH, поддерживающая работу с ориентированными графами. Кроме создания и редактирования графов в ней предусмотрен ряд дополнительных возможностей, связанных с визуализацией и учитывающих особенности структурирования управляющих графов. В систему также встроена возможность вычисления некоторых топологических мер сложности программ (меры Мак Кейба, Пивоварского, Харрисона-Мейджела и др.); при этом разработаны новые алгоритмы их вычисления. На базе проведенных исследований и экспериментов начата разработка системы редактирования иерархических графов HIGRES, ориентированной на поддержку конструирования, визуализации и изучения различных объектов и явлений в рамках их иерархических графовых моделей.

Исследованы параллельные реализации ряда численных алгоритмов. Для ЭВМ матричной архитектуры реализован алгоритм WZ-раз-

ложения в рамках языка, аналогичного языку OCCAM, который используется в транспьютерных системах. Исследована математическая модель и параллельный алгоритм расчета нестационарного течения вязкой несжимаемой жидкости в разветвленных гидравлических системах с тонкостенными эластичными трубами. Задача ставится в терминах дифференциальных уравнений, определенных на графах. Далее применяется численный алгоритм А. Ф. Воеводина. Рассмотрен вопрос реализации данного алгоритма на специализированной параллельной вычислительной системе. Получены оценки времени в параллельном и последовательном случаях, а также коэффициента ускорения.

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

Продолжались исследования фундаментальных основ программирования применительно к преподаванию информатики и программирования. Завершена серия выпусков толкового словаря по теории графов. Начаты работы по созданию программных, языковых и методических средств обучения параллельному программированию на базе языка SISAL.

Исходя из гипотезы, что интуицию в области параллельного программирования надо развивать в раннем школьном возрасте, опередив формирование навыков приведения процессов к последовательным программам, проведен ряд экспериментов по опережающему обучению параллельному программированию с использованием языка начального обучения информатике РОБИК. К подготовке учебного материала привлечены школьные преподаватели Академгородка.

Разработана макетная версия учебной системы по преобразованиям функциональных программ, включающая ядро, инструментарий и пользовательский интерфейс, ориентированный на самообучение. Приобретение знаний и навыков работы с преобразованиями в этой системе проходит в результате самостоятельно проведенных экспериментов. Взаимодействие с программой представляет собой итеративный процесс применения преобразований. На каждом его шаге система применяет к текущей версии программы одно или несколько преобразований, сведения о которых хранятся в базе данных.

В рамках развития технологии типовых компонентов создан учебный конструктор компиляторов на примере реализации языка Рапира. Показана возможность разработки учебного программного обеспечения на базе свободно распространяемых программных средств. Реализация Рапиры выполнена на базе системы Clisp, свободно распространяемой группой GNU для образовательных целей. Реализация включает в себя в минимальном варианте командный интерпретатор для ввода команд

на Рапире и текстовый редактор программ. Представление командного интерпретатора и программы, введенные в редакторе, могут подвергаться компиляции и исполнению. Реализация допускает генерацию синтаксических анализаторов и расширение синтаксиса при необходимости. Интеграция компилятора с исполняющей системой позволяет переопределять части компилятора динамически, используя для этого вызовы процедур языка Рапира. Исполняющая система дает автоматически реализацию всех типов данных Рапиры, включая целые числа расширенного диапазона и динамику переменных и составных данных. Возможно взаимодействие с другими процессами в многозадачной среде и в Интернете. При небольшой доработке специальной программной поддержки Рапира может быть использована для написания программ, взаимодействующих в многозадачной среде через Интернет. Поскольку исполняющая система реализована на нескольких платформах, обеспечивается свойство переносимости для языка Рапира. Перечисленные проектные решения позволяют надеяться на возможность решить с помощью системы "Школьница" и языка Рапира проблему раннего обучения современным аспектам программирования.

Созданы программно-методические средства обучения элементам информатики дошкольников, учащихся младшего возраста и гуманитариев. Определены требования, допускающие активное участие педагогов в выборе целей, средств и методов применения этих средств. В рамках среды Delphi реализован комплект дополнительных графических компонентов, удовлетворяющих данным требованиям. При использовании этих компонентов в аппликации допускается однозначная и неоднозначная последовательность действий, взаимозаменяемость деталей и их избыточность. Набор шаблонов форм, эксперты форм и используемые ими нестандартные компоненты, реализованные для предложенных сценариев, образуют инструментарий для конструирования систем, обучающих детей основам алгоритмизации. При организации сложных сценариев, например маршрутов с условиями, возможно использование экспертов для задания не только содержания, но и поведения компонентов внутри формы. Работа выполняется совместно с Бийским госпединститутом.

По поручению администрации Новосибирской области подготовлены предложения по концепции информатизации школьного образования. Разработан рабочий план поэтапного оснащения средних учебных заведений и переподготовки преподавательских кадров, соответствующий ориентировке Минобразования России и рекомендациям ЮНЕСКО в этой области.

Проект "Создание информационной системы по оптимизирующим и реструктурирующим преобразованиям программ для ЭВМ параллельных архитектур" (Грант РФФИ).

Завершен второй этап выполнения проекта. Продолжались исследования теоретических основ оптимизации и преобразования программ как базы для построения и функционирования информационной системы (ИС), разрабатывались методики описания и классификации систем преобразований, объединяемых в ИС, создавались базовые средства представления знаний о преобразованиях, а также по развитию макетного образца базы данных, связанного с наполнением ИС до уровня, достаточного для учебного применения при специализации студентов. Начата работа по созданию средств, обеспечивающих телекоммуникационный доступ к совместно используемой информации, подготовлена экспериментальная версия электронного толкового словаря по теоретико-графовым методам в программировании.

Проект "Подготовка справочника программиста по алгоритмам на графах: алгоритмы обработки бесконтурных и регуляризуемых графов" (Грант РФФИ).

Проведены анализ и систематизация теоретико-графовых алгоритмов, связанных с классами бесконтурных и регуляризуемых графов. Завершена подготовка рукописи книги "Теория графов: алгоритмы обработки бесконтурных графов" (20 п.л.). Рукопись сдана в ВО "Наука" СО РАН в соответствии с планами редподготовки. Подана заявка в РФФИ на финансирование издания в 1997 г. Подготовлена первая редакция книги "Теория графов: алгоритмы обработки сводимых и регуляризуемых графов" (25 п.л.). Планируемый срок завершения работы над рукописью книги — 1997 г.

2.6. Научно-исследовательская группа смешанных вычислений

Руководитель группы к.ф.-м.н. Бульонков М. А.

В штате группы 7 человек, из них научных сотрудников — 4, в том числе к.ф.-м.н. Бульонкова А. А., к.ф.-м.н. Кочетов Д. В.

В группе проходят обучение 1 аспирант НГУ, 1 магистрант, 3 студента НГУ.

Основное направление работ группы — теория и практика смешанных вычислений.

Результаты исследований за 1996 г.

В отчетном году исследовались различные аспекты практического применения смешанных вычислений в контексте разработанного ранее специализатора Модуля-2 программ M2Mix. Разработана совокупность методов повышения эффективности специализируемости программ, как собственно по специализации, так и по качеству получаемых остаточных программ. Эти методы выражаются в виде трансформаций текста исходных программ, для которых формально доказана их корректность. Реализован программный процессор, автоматически выполняющий некоторые из этих преобразований.

Для доведения специализатора M2Mix до уровня пользовательского инструмента были развернуты работы по созданию среды смешанных вычислений, позволяющих объединить в едином процессе и на основе общего интерфейса разработку программ (включая визуализацию и интерпретацию результатов анализа), собственно специализацию и тестирование порождаемых остаточных программ. Разрабатываемая оболочка функционирует в ОС Windows'95 (NT).

Продолжались работы по реализации анализатора свойств, описываемых инвариантными отношениями равенства программных термов. Разрабатываемый семантический анализатор предназначен для статического обнаружения свойств Модуля-программ, знание которых позволяет строить более надежные и эффективные программы. В частности, выявленные свойства могут быть использованы для дальнейшего улучшения качества остаточной программы, выдаваемой M2Mix. В основном работы были посвящены повышению точности анализа, а также некоторым технологическим аспектам реализации.

Уточнялись некоторые детали и проводилась автономная отладка модуля, реализующего интервально-конгруэнтный анализ, который используется как вспомогательный для улучшения качества анализа элементов массивов. Изучались различные варианты алиасных анализов (анализов синонимов) с целью совместного использования с анализом отношений равенства программных термов для повышения точности анализа структур данных типа "указатель". Выполнялись работы по переносу анализатора свойств в систему XDS и среду Windows'95. В частности, модули, составляющие ядро анализатора, были сделаны независимыми от конкретного внутреннего представления анализируемых программ и приведены в соответствие с ISO-стандартом языка Модуля-2. Разработаны интерфейсные модули для сопряжения компонентов системы XDS и модуля интервально-конгруэнтного анализа с существующими модулями анализатора.

Продолжались работы совместно с фирмой Italtel и ГП Терком: Завершен проект, связанный с разработкой протоколов и модификацией некоторых базовых механизмов WWW-сервера для передачи и отображения MPEG-файлов в реальном времени.

2.7. Научно-исследовательская группа переносимых систем программирования

Руководитель группы к.ф.-м.н. Недоря А. Е.
В штате группы 9 человек, в том числе 6 научных сотрудников.
В группе проходят практику 6 студентов НГУ.

Результаты исследований за 1996 г.

Проект "Методы переноса программных систем в различные программные обстановки".

В 1996 г. продолжалась работа над развитием переносимой системы программирования XDS. Система позволяет строить компиляторы сборочным методом из отдельных компонентов, таких как языковой анализатор, генератор кода, оптимизатор, система анализа и др.

Основные направления работ в 1996 г.:

- генераторы кода;
- интегрированная среда разработки ПО;
- отладчики;
- повышение качества кода и оптимизаций;
- подсистема переупорядочивания команд (instruction scheduler);
- генерация C++ кода;
- сервисные утилиты;
- организация разработки ПО;
- улучшение документации.

В 1996 г. были реализованы генераторы кода для VAX/VMS, для семейства процессоров Motorola MC68k (68040, 68060/VxWorks) и для PowerPC (PPC603, PPC604/AIX, Windows NT). При разработке генератора кода для PowerPC выполнен сравнительный анализ RISC-процессоров разных архитектур (MIPS, Alpha, SPARC, HP-PA, PowerPC). Основываясь на результатах этого анализа, выделены компоненты, общие для всех генераторов кода для RISC-процессоров, и спроектирован универсальный генератор кода. По нашим оценкам, перенастройка такого генератора кода на другие RISC-процессоры может быть сделана за несколько человеко-месяцев.

Спроектированы и реализованы две версии интегрированной среды разработки ПО для Windows 95/NT и OS/2. Среда резко упрощает использование системы XDS. Все основные операции, такие как компиляция, редактирование, запуск программы, изменение опций компиляции, выполняются в оболочке единообразно. С появлением оболочки стало возможным использовать систему для обучения программированию.

Спроектирована архитектура отладчика, состоящего из нескольких компонентов, таких как внутреннее представление, конвертор из конкретного формата для платформы во внутреннее представление, исполнитель, пакетный отладчик, диалоговый отладчик, система моделирования внешних устройств.

Изначально отладчик был реализован для машины класса VAX. Аккуратное проектирование отладчика позволило за короткие сроки реализовать на его основе отладчики для Windows 95/NT и OS/2.

Продолжались работы по развитию машинно-независимого оптимизатора. В результате удалось резко улучшить показатели тестов LinPack, WhetStone, DryStone на всех поддерживаемых платформах.

Реализована подсистема переупорядочивания команд в генераторе кода для x86, что позволило увеличить эффективность кода на 5-10%.

В рамках работ по конвертору BNRPascal в C++ реализован ряд нетривиальных алгоритмов, позволяющих сохранять директивы условной компиляции в генерируемой программе, сохранять комментарии и файловую структуру исходной программы (include files). Насколько нам известно, такие механизмы не реализованы ни в одном из имеющихся на рынке конверторов.

За отчетный год был реализован набор сервисных утилит, повышающих ценность основного продукта — системы XDS. Этот набор включает:

- H2D — конвертор файлов заголовков (header files) в определяющие модули Модуль-2;
- профилировщик;
- систему поддержки переноса ПО из TopSpeed в XDS;
- компилятор ресурсов для Windows;
- поддержку Модуль-2, Оберона-2 для Emacs;
- ODBC интерфейс.

Для обеспечения процесса разработки и контроля над ними внедрены:

- система контроля версий исходных текстов (Microsoft Visual SourceSafe);

— система контроля ошибок и исправлений (PRS — собственная разработка).

Система SourceSafe обеспечила возможность одновременной работы над исходными текстами для группы разработчиков и хранение нескольких версий одной системы. Кроме того, всегда можно узнать, кто именно внес то или иное изменение в тексты.

Система PRS сделала явными процессы исправления ошибок и реализации новых возможностей системы — это база данных, регулярно порождающая для каждого разработчика HTML-документ, содержащий список ошибок и проблем, зарегистрированных для данного разработчика. Все HTML-документы хранятся на внутреннем WWW-сервере группы.

Для поддержки этих технологий был выделен достаточно мощный Windows NT-сервер, который одновременно является и файловым сервером.

В 1996 г. группой выполнялись контрактные работы для фирмы Nortel:

- конвертор BNRPascal в C++;
- компиляторы с языка SL1 для платформ x86, MC68k и PowerPC;
- конвертор SL1 в C++.

Все эти контракты успешно выполняются, и работы будут продолжены в 1997 г.

Кроме того, в рамках хозяйственных работ (ПО Прикладная механика, Красноярск) реализованы компилятор и отладчик для бортовой ЭВМ.

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.

Так, в крупнейшей в мире организации по вычислительной технике ACM (Association for Computing Machinery) состоят И. В. Поттосин, С. Б. Покровский, А. Г. Марчук.

В. Н. Касьянов — член Американского математического общества (AMS), Европейской ассоциации по теоретической информатике (EATCS) и Общества по индустриальной и прикладной математике (SIAM).

Членами EATCS являются также И. В. Поттосин и В. А. Непомнящий. В. А. Непомнящий — член Европейской ассоциации по компью-

терной логике (EACSL), а И. В. Поттосин — член IEEE Computer Society.

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

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

В 1996 г. сотрудники института принимали активное участие в организации ряда международных конференций.

И. В. Поттосин работал в Программных комитетах международных конференций по технологии программирования ICSE-18 (Берлин, март 1996 г.) и по анализу и синтезу информационных систем ISAS-96 (Орландо, США, июль 1996 г.), принимал участие в проведении ICSE-18.

И. В. Поттосин и А. В. Замулин работали в Программном Комитете Объединенной конференции по модульным языкам JCML-97 (Линц, Австрия, март 1997 г.) как члены этого комитета.

А. В. Замулин являлся также членом программного комитета Международного симпозиума по системам баз данных (Москва, сентябрь 1996 г.); кроме того, он член редколлегии международных журналов "Information Systems" и "Journal of Universal Computer Science".

С. Б. Покровский — редактор отдела "Информатика" в международном журнале эсперанто "Monato" (издается в Брюсселе).

Членами Программного комитета Второй международной конференции памяти А. П. Ершова "Перспективы систем информатики" были В. А. Непомнящий, И. В. Поттосин, А. Г. Марчук, А. В. Замулин, М. А. Бульонков, Т. М. Яхно.

В 1996 г. сотрудники института приняли участие в работе следующих международных конференций и выставок:

— Второго европейского конгресса математиков (ЕСМ), Будапешт, Венгрия;

— CeBIT — Международной компьютерной выставки в Ганновере, Германия;

— PACT'96 — международной конференции Practical Application of Constraint Technology, Лондон;

— Международной конференции PSI'96, Новосибирск;

— Национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-96), Казань;

— Европейской летней школы по логике, языкам и информатике, Прага;

— Российско-французского семинара по технологии недоопределенных моделей, Париж;

— Международной конференции по проблеме взаимодействия "человек-компьютер" East-West International Conf. Human-Computer Interaction: Human Aspects of Business Computing, Москва;

— Международной летней школы "Математические методы в разработке программ", организованной Научным комитетом НАТО и Мюнхенским техническим университетом, Марктобердоф, Германия;

— Международной конференции по технологии программирования ICSE-18, Берлин;

— Летней школы ACM по функциональному и объектно-ориентированному программированию, Польша.

Ряд молодых сотрудников института стажировались в университетах Англии и Германии.

В настоящее время институтом выполняется два совместных проекта:

— с университетом Гренобля (Франция) в рамках гранта РФФИ-INTAS;

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

Всего в 1996 г. состоялось 28 зарубежных командировок, принят в течение года 41 иностранный ученый из США, ЮАР, Нидерландов, Англии, Франции, Германии, Турции, Польши и других стран.

4. НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

За отчетный период проведено 19 заседаний Ученого совета, на которых обсуждались различные аспекты внутренней жизни института.

В частности, проведена реорганизация и сокращение административно-управленческого аппарата института.

Исключены из структуры института лаборатория параллельных систем, лаборатория экспериментальной информатики, НИГ программно-технических комплексов, НИГ анализа программ и оптимизирующей кодогенерации.

Из планов НИР института исключена тема "Исследования распределенных вычислительных систем с общей памятью".

Наиболее работоспособная часть сотрудников закрытых лабораторий и групп переведена в другие коллективы института.

В результате проведенных мероприятий штатная численность института сокращена на 20 единиц.

Важным событием для института стало проведение Международной конференции "Перспективы систем информатики", посвященной памяти академика А. П. Ершова (25—28 июня 1996 г., Новосибирск).

Оргкомитет конференции: председатель — Замулин А. В., сопредседатели международного программного комитета — Поттосин И. В., М. Broj (Германия), D. Bjorner (Макао), секретарь программного комитета — Яхно Т. М., председатель организационного комитета — Кузнецов С. В., секретарь организационного комитета — Черемных Н. А.

Члены международного программного комитета: М. Бульонков (Новосибирск), F. Benhamou (Франция), J. Barzdins (Латвия), P. Dembinski (Польша), В. Иванников (Москва), P. Jorrand (Франция), Л. Калиниченко (Москва), V. Kotov (USA), R. Kurki-Suonio (Финляндия), P. Lucas (Австрия), В. Moeller (Германия), R. Morrison (Шотландия), P. Perper (Германия), D. Schmidt (США), W. Turcki (Польша), E. Tuugu (Швеция), А. Нариньяни (Москва), В. Непомнящий (Новосибирск), W. O'Riordan (UK), M. Nivat (France), А. Марчук (Новосибирск).

В работе конференции приняли участие свыше 100 участников, в том числе 33 ученых из зарубежных стран и 11 иногородних российских ученых.

Заседания конференции проходили в помещении Дома ученых Сибирского отделения Российской академии наук. Научная программа конференции состояла из 45-минутных приглашенных докладов и 20-минутных докладов участников.

На участие в конференции было подано около 80 тезисов докладов, из которых международным программным комитетом было отобрано 27 докладов и 24 стендовых сообщения.

На конференции было заслушано 8 приглашенных докладов:

1. *N. Wirth*. The language Lola and Digital Circuit Design in the CS Curricilum.
2. *B. Mayoh*. Artificial Life and Pollution Control. Exploration of a generic Algorithm System on the Highly Parallel Connection Machine.
3. *W. Dosch*. Calculating Digital Circuits.
4. *A. Stepanov*. Generic Programming.
5. *P. Seuren*. What a Universal Semantic Interlingua Can Do.
6. *D. Bjorner*. Models of Enterprise Management: Strategy, Tactics and Operations — a New View on Scheduling and Allocation.
7. *F. Turchin*. Supercompilation: Techniques and Results.
8. *L. Czaja*. Processes in Cause-Effect Structures.

Тематика конференции охватывала широкий спектр проблем в области информатики, которые условно можно разбить на три основные группы:

- теоретическое программирование;
- технология программирования;

— проблемы искусственного интеллекта.

Финансирование конференции проходило за счет гранта РФФИ и зарубежных спонсоров.

Кроме того, в организации Второго сибирского конгресса по прикладной и индустриальной математике (INPRIM-96) памяти А. А. Ляпунова, А. П. Ершова и И. А. Полетаева (Новосибирск, июнь 1996 г.) приняли участие И. В. Поттосин (зам. председателя программного комитета), А. В. Замулин, В. Н. Касьянов, В. А. Непомнящий — члены программного комитета конгресса.

В 1996 г. защищены две кандидатские диссертации (В. В. Фадеев, В. Г. Поляков), утверждены две кандидатские диссертации (Д. В. Кочетов, В. В. Фадеев).

Специализированным Советом по защитах при ИСИ им. А. П. Ершова СО РАН проведено 3 заседания, на которых защищены две кандидатские диссертации.

В Институте проходят производственную практику 35 студентов НГУ и ВКИ НГУ и 43 магистранта НГУ, которые активно участвуют в научных исследованиях по тематике ИСИ.

В аспирантуре Института обучается 23 аспиранта, в том числе 4 заочно. Кроме того, сотрудники ИСИ осуществляют руководство 6 аспирантами НГУ.

ДАнные, представляемые ежегодно в рамках годового отчета
(по состоянию на 1 января 1997 г.)

1. Общее количество штатных работников — 150.
2. Общее количество штатных научных работников — 67.
3. Общее количество штатных молодых научных работников — 17.
4. Докторов наук — 7.
5. Кандидатов наук — 25.
6. Общий (суммарный) объем финансирования — 2 072 тыс. руб.
в том числе бюджетное финансирование — 1 327 тыс. руб.
7. Гранты РФФИ — 150 тыс руб.
8. Гранты Миннауки — 25 тыс. руб.
9. Общий объем финансирования по хоздоговорам — 405 тыс. руб.
10. Иностранные фонды — 165 тыс. руб.
11. Общее число вышедших за прошедший год публикаций — 98,
в том числе в рецензируемых изданиях — 57.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

Монографии

- Евстигнеев В.А., Касьянов В.Н. Толковый словарь по теории графов. — Новосибирск: НГУ, 1996. — Ч. 2.
- Евстигнеев В.А., Касьянов В.Н. Толковый словарь по теории графов. — Новосибирск: НГУ, 1996. — Ч. 3.

Статьи

- Апанович З.В. Задача миграции: технологии СБИС и алгоритм оптимизации // Системная информатика. Вып.5: Архитектурные, формальные и программные модели. — Новосибирск: Наука, 1996. — С. 280—332.
- Бульонков М.А., Кочетов Д.В. Схема эффективной специализации императивных программ // Программирование. — 1995. — № 5. — С. 33—45.
- Бульонков М.А., Кочетов Д.В. Грамматический подход к анализу синонимов // Программирование. — 1996. — № 3. — С. 36—46.
- Бульонкова А.А. Управление данными во встроенных системах // Системная информатика. Вып.5: Архитектурные, формальные и программные модели. — Новосибирск: Наука, 1996. — С. 256—281.
- Важев И.В., Семенов А.Л. Распространение интервальных ограничений с динамическим изменением типов данных // Проблемы представления и обработки не полностью определенных знаний. — М.—Новосибирск, 1996. — С. 52—62.
- Вирбицкайте И.Б., Вотинцева А.В., Шкляев Д.А. О семантических аспектах потоковых вычислений с цветными фишками // Программирование. — 1996. — № 3. — С. 17—35.
- Евстигнеев В.А., Касьянов В.Н. Оптимизирующие преобразования в распараллеливающих компиляторах // Программирование. — 1996. — № 6. — С. 12—26.
- Загорулько Ю.А., Попов И.Г. Представление знаний в интегрированной технологической среде Sempr-ТАО // Проблемы представления и обработки не полностью определенных знаний. — М.—Новосибирск, 1996. — С. 63—80.

- Замулин А.В. Структурированные алгебраические спецификации // Системная информатика. Вып. 5: Архитектурные, формальные и программные модели. — Новосибирск: Наука, 1996. — С. 17—26.
- Захаров Л.А., Касьянов В.Н., Кузьминов Т.В., Покровский С.Б., Поттосин И.В., Сабельфельд В.К., Степанов Г.Г., Шелехов В.И. СОКРАТ: окружение надежного и эффективного программирования // Актуальные проблемы информатики, прикладной математики и механики. Ч. 3: Информатика. — Новосибирск—Красноярск, 1996. — С. 51—64.
- Каракозова О.Б., Попов И.Г. Реализация динамических объектно-ориентированных вычислительных моделей в среде Semr-ТАО // Проблемы представления и обработки не полностью определенных знаний. — М.—Новосибирск, 1996. — С. 81—95.
- Кузьминов Т.В. Динамическое именование — механизм взаимодействия компонентов программных систем // Программирование. — 1996. — № 3. — С. 60—69.
- Маркова В.П., Пискунов С.В., Погудин Ю.М. Формальные методы, языковые и инструментальные средства синтеза клеточных алгоритмов и архитектур // Программирование. — 1996. — № 4. — С. 24—36.
- Малюх В.Н. bCAD. Система САПР для Windows95 // Автоматизация проектирования. — М.: Изд. РАН, 1996.
- Малюх В.Н., Овечкин О.В., Бухгейм А.А. Трехмерная графика реального времени в САПР для ПК // Информационные технологии. — М.: Изд. МГТУ им Баумана, 1996.
- Нариньяни А.С., Семенов А.Л., Телерман В.В., Швецов И.Е., Яхно Т.М. Недоопределенные модели и их приложения // Системная информатика. Вып. 5: Архитектурные, формальные и программные модели. — Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1996. — С. 132—198.
- Нестеренко Т.В., Старовит С.А., Титова М.В., Швецов И.Е. Технология активных объектов: от концепции к реализации // Проблемы представления и обработки не полностью определенных знаний. — М.—Новосибирск, 1996. — С. 96—109.
- Петров Е.С. Сходимость метода недоопределенных вычислений при решении линейных уравнений // Там же. — С. 41—51.
- Покровский С.Б., Степанов Г.Г. Возможности и перспективы одной гипертекстовой среды // Программирование. — 1996. — № 4. — С. 73—80.
- Телерман В.В., Ушаков Д.М. Недоопределенные модели: формализация подхода и перспективы развития // Проблемы представления

- и обработки не полностью определенных знаний. — М.—Новосибирск, 1996. — С. 7—32.
- Черноножкин С.К. Меры сложности программ. Обзор // Системная информатика. Вып. 5: Архитектурные, формальные и программные модели. — Новосибирск: Наука, 1996. — С. 186—226.
- Шелехов В.И. Структура программы в языково-ориентированном логическом анализе // Программирование. — 1996. — № 3. — С. 47—59.
- Яхно Т.М. Представление знаний в системах ограничений // Актуальные проблемы информатики, прикладной математики и механики. — Красноярск, 1966. — С. 158—169.
- Яхно Т.М., Петров Е.С. LogiCalc: интеграция методов программирования в ограничениях и недоопределенных моделях // Программирование. — 1996. — № 3. — С. 70—79.
- Bulyonkov M.A., Kochetov D.V. Practical aspects of specialization of Algol-like programs // Lect. Notes Comput. Sci. — 1996. — Vol. 1110. — P. 17—32.
- Emelianov P.G. Analysis of the equality relations for the program terms // Lect. Notes Comput. Sci. — 1996. — Vol. 1145. — P. 174—188.
- Kasyanov V.N. Methods and tools for constructing reliable and efficient software via annotated program transformations // ZAMM. — 1996. — Issue 1. — P. 437—438.
- Pokrovskij S. B. Ero de nia civilizo // Monato. — 1996. — N-ro 9. — P. 16—21.
- Nepomniaschy V.A. On a symbolic method of verification for definite iteration over data structures // Joint Bulletin of NCC & IIS. Computer sci. series. — 1997. — N 5. — P. 1—22.
- Okunishnikova E. V. Reachability analysis for time Petri nets without overlappings of firing intervals // Ibid. — P. 23—41.
- Shvetsov I.E., Nesterenko T.V. Agents as constraint objects // Ibid. — P. 61—73.
- Tarasyuk I.V. An algebra of labelled nondeterministic processes // Ibid. — P. 83—100.
- Telerman V.V., Ushakov D.M. Data types in subdefinite models // Artificial Intelligence and Symbolic Mathematical Computation. — Berlin a.o.: Springer, 1996. — P. 305—319. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 1138).
- Ustimentko A.P. Algebra of two-level cause-effect structures // Information Processing Letters. — 1996. — Vol. 59, No. 6. — P. 325—330.
- Votintseva A.V. Equivalence notions for event structures and refinement of actions // Joint Bulletin of NCC & IIS. Computer sci. series. — 1997. — N 5. — P. 101—114.

Yakhno T., Cheblakov G., Zilberfain V. FISSURE: finder of solutions with subdefinite resources // Constraint Databases and Applications. — Berlin a.o.: Springer, 1996. — P. 167—185. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 1034).

Материалы конференций (доклады, тезисы)

- Воеводин А.Ф., Мурзин Ф.А., Пономарев М.Ю. Параллельный алгоритм расчета гидравлических систем с эластичными трубами // Междунар. симп. "Математические модели и численные методы механики сплошной среды". — Новосибирск, 1996. — С. 188—189.
- Городня Л.В., Евстигнеев В.А., Касьянов В.Н. Вопросы преподавания фундаментальных основ информатики и программирования // Новые информационные технологии в университетском образовании: Материалы Междунар. научно-методич. конф. — Новосибирск: НИИ МИОО НГУ, 1996. — С. 110—111.
- Городня Л.В., Евстигнеев В.А., Касьянов В.Н. Вопросы эффективного использования параллельных ЭВМ // Математические модели и численные методы механики сплошных сред: Тез. док. Междунар. конф. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1996. — С. 221—222.
- Загорюлько Ю.А., Попов И.Г. Применение объектно-ориентированного подхода для интеграции средств представления знаний // 5-я Национальная конф. с международным участием "Искусственный интеллект". — Казань, 1996. — Т. 2. — С. 265—269.
- Калинина Н.А., Городня Л.В. Выделение начального инструментария программных средств для студента — будущего научного работника // Новые информационные технологии в университетском образовании: Материалы междунар. научно-методич. конф. — Новосибирск: НИИ МИОО, 1996. — С. 182.
- Каракозова О.Б. Использование динамических вычислительных моделей в интегрированной системе представления и обработки знаний. // 5-я Национальная конф. с международным участием "Искусственный интеллект". — Казань, 1996. — Т.2. — С. 260—264.
- Кихтенко Н.Ф., Несговорова Г.П. Методика начального обучения программированию на задачах символьной информации // Новые информационные технологии в университетском образовании: Материалы Междунар. научно-методич. конф. — Новосибирск: НИИ МИОО НГУ, 1996. — С. 112.
- Костов Ю.В. Анализ и решение конфликтов при совмещении сообщений с применением концепции недоопределенности // Там же. — Т. 2. — С. 245—249.

- Кузнецов А.А., Сидоров В.А., Телерман В.В., Ушаков Д.М. Технология решения задач в объектно-ориентированной среде HeMo+ // 5-я Национальная конференция с международным участием "Искусственный интеллект". — Казань, 1996. — Т. 3. — С. 408—414.
- Лисицын И.А. Система для работы с графами // XXXIV Междунар. научная студенч. конф. "Студент и научно-технический прогресс". — Новосибирск, 1996.
- Маркин В.А. Алгоритмы построения и сравнительный анализ идеографа и графа программных зависимостей как промежуточных теоретико-графовых представлений программ // XXXIV Междунар. научная студенч. конф. "Студент и научно-технический прогресс". — Новосибирск, 1996.
- Нестеренко Т.В., Старовит С.А., Титова М.В., Швецов И.Е. Разработка мультиагентных систем как программирование в ограничениях в среде активных объектов // Национальная конф. с международным участием "Искусственный интеллект". — Казань, 1996. — Т. 3. — С. 417—422.
- Поттосин И.В. О возможности точного определения, что такое "хорошая программа" // Математические модели и численные методы механики сплошных сред: Тез. Междунар. конф. — Новосибирск, 1996. — С. 90—92.
- Смердина Г.В. VISCO — интегрирующая визуальная система моделирования на основе объектов // 5-я Национальная конф. с международным участием "Искусственный интеллект". — Казань, 1996. — Т. 3. — С. 425—429.
- Яхно Т.М., Ригг М. Язык ECLiPSe: новые возможности логического программирования // Новые информационные технологии в университетском образовании: Материалы междунар. научно-методич. конф. — Новосибирск, 1996. — С. 196—198.
- Bulyonkov M.A., Kochetov D.V. The M2Mix partial evaluator // Partial Evaluation / Ed.by O.Danvy, R.Glueck, P.Thiemann: Dagstuhl Seminar Report. — 1996. — N 134. — P.17.
- Kalinina N.A., Klimov V.A. An Interactive system for carrying out transformations in the boolean algebras // Proc. of the Third Internat. Workshop "New Computer technologies in control systems". — Perslavl-Zalessky, 1996. — P. 33—34.
- Petrov E.S. LogiCalc: solving set constraints by subdefinite computations // Proc. of Eighth European Summer School in Logic, Language and Information. — Prague, 1996. — P. 16—21.
- Sabelfeld V.K. The tree equivalence problem for linear recursion schemes // Perspectives of system informatics: Proc. of Second Internat. Andrei

- Ershov Memorial Conf., Novosibirsk, June 25—28. — Berlin a.o. Springer, 1996. — P. 350—361. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 1181).
- Sabelfeld V.K.** The tree equivalence problem for linear recursion schemes // Perspectives of system informatics: Proc. of Second Internat. Andrei Ershov Memorial Conf., Novosibirsk, June 25—28. — Novosibirsk, 1996. — P. 154—161.
- Tarasjuk I.V.** Petri net equivalences for design of concurrent systems // Proc. of CSP'96. Informatik-Bericht 69. Institut für Informatik. — Berlin: Humboldt-University, 1996.
- Telerman V.V., Kuznetsov A.A., Sidorov V.A., Ushakov D.M.** Problem solving in the object-oriented environment NeMo+ // Perspectives of System Informatics: Proc. of Second Internat. Andrei Ershov Memorial Conf. Novosibirsk, June 25—28. — Novosibirsk, 1996. — P. 35—40.
- Telerman V.V., Ushakov D.M.** Using the subdefiniteness in real world models // Proc. of the East-West International Conf. Human-Computer Interaction: Human Aspects of Business Computing. — M., 1996. — P. 194—206.
- Telerman V.V., Sidorov V.A., Ushakov D.M.** Interval and multiinterval extensions in subdefinite models // Intern. Conf. on Interval Methods and Comput. Aided Proofs in Sci. and Engineering (INTERVAL'96), Sep 30—Oct 2, 1996, Wurzburg, Germany. — P. 131—132.
- Telerman V.V., Sidorov V.A., Ushakov D.M.** Problem solving in the object-oriented technological environment NeMo+ // Perspectives of System Informatics: Proc. of Second Internat. Andrei Ershov Memorial Conf. Novosibirsk, June 25—28. — Berlin a.o.: Springer, 1996. — P. 91—100. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 1181).
- Telerman V.V., Ushakov D.M.** Subdefinite models as a variety of constraint programming // Proc. of the Intern. Conf. Tools of Artificial Intelligence (ICTAI'96), Toulouse, 1996.
- Virbitskaite I.B., Votintseva A.V., Best E.** Equivalence notions for nondeterministic processes // Perspectives of System Informatics: Proc. of Second Internat. Andrei Ershov Memorial Conf., Novosibirsk, June 25—28. — Novosibirsk, 1996. — P. 200—207.
- Voyevodin A.F., Murzin F.A., Ponomarev M.Yu.** The modelling of flows in the systems of elastic pipes // Sixth Intern. Conf. on Hyperbolic Problems. — Honkong, 1996.
- Voyevodin A.F., Murzin F.A., Ponomarev M.Yu.** The parallel algorithm of computing the hydraulic systems with elastic pipes // Proc. Intern. Conf. on the Methods of Aerophysical Research, ICMAR'96. — Novosibirsk, 1996. — Vol. 1. — P. 228—233.

- Yakhno T., Petrov E.** LogiCalc: integrating constraint programming and subdefinite models // Practical Application of Constraint Programming: Proc. PACT'96. — London, 1996. — P. 357—372.
- Yakhno T.M., Petrov E.S.** Application of subdefinite models for solving constraint satisfaction problems // Perspectives of System Informatics: Proc. of Second Internat. Andrei Ershov Memorial Conf., Novosibirsk, June 25—28. — Berlin a.o.: Springer, 1996. — P. 27—34. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 1181).
- Zagorulko Yu.A., Popov I.G.** A software environment on an integrated knowledge representation model // Ibid. — P. 300—304.
- Zagorulko Yu.A., Popov I.G.** Knowledge representation language with objects and constraints // Proc. of 6th East-West International Conf. on Human-Computer Interaction — Human Aspects of Business Computing (EWHCI'96), M., 12—16 August, 1996. — M., 1996. — P. 56—66.
- Zamulin A.V.** Algebraic semantics of an Oberon target machine // Perspectives of system informatics: Proc. of Second Internat. Andrei Ershov Memorial Conf., Novosibirsk, June 25—28. — Novosibirsk, 1996. — P. 41—64.
- Zamulin A.V.** Algebraic specification of an Oberon compiler // Proc. 11th Intern. Symp. on Comput. and Informat. Sci., Nov. 6—Nov. 8, 1996, Antalia, Turkey. — Antalia, 1996. — Vol. 1. — P. 143—152.
- Zamulin A.V.** Algebraic semantics of the Oberon target machine // Perspectives of system informatics: Proc. of Second Internat. Andrei Ershov Memorial Conf., Novosibirsk, June 25—28. — Berlin a.o. Springer, 1996. — P. 41—54. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 1181).

Препринты

- Нестеренко Т.В., Старовит С.А., Титова М.В., Швецов И.Е.** ТАО-Kit: система программирования в активных объектах. — Новосибирск, 1996. — 37 с. — (Препр. / РосНИИ ИИ; N 5).
- Поттосин И.В.** О критериях добротности программ. — Новосибирск, 1996. — 35 с. — (Препр. / СО РАН, ИСИ; N 35).
- Emelianov P.G.** Approximation infBrieure des Bquations entre termes d'accKs a la mBmoire d'un programme: Rapport de RBehBrche LIX/96, Laboratoire d'Informatique, Ecole Polytechnique. Palaiseau, France, 1996. — 16 p.
- Tarasjuk I.V.** Equivalence notions for design of concurrent systems using Petri nets. — Hildesheim, 1996. — 19 p. — (Prepr. / Hildesheimer Informatik-Bericht; No. 4, Part 1).

- Tarasyuk I.V. Algebra AFLP_2: a calculus of labelled nondeterministic processes. — Hildesheim, 1996. — 18 p. — (Prepr. / Hildesheimer Informatik-Bericht; No. 4, Part 2).
- Virbitskaite I.B., Votintseva A.V., Best E. Comparing logical and behavioural equivalences for event structures. — Hildesheim, 1996. — (Prep. / Hildesheimer Informatik-Berichte; N 22).
- Virbitskaite I.B., Votintseva A.V., Chkhaev D.A. Investigating semantic notions for coloured dataflow networks. — Hildesheim. — 1996. — (Prep. / Hildesheimer Informatik-Berichte; N 27).
- Levin D., Shvetsov I. Novel end user facilities based on subdefinite calculations. — Novosibirsk, 1996. — 26 p. — (Prep. / RRIA1; No. 4).

Учебные пособия

- Бульонков М.А. Смешанные вычисления / Учебн. пособие. — Новосибирск: НГУ, 1995. — 80 с.
- Бежанова М.М., Поттосин И.В. Математическое обеспечение ЭВМ: инструментарий и обучающие средства / Учебн. пособие. — Новосибирск: НГУ, 1996. — 80 с.
- Вирбицкайте И.Б. Семантические модели параллельных программ и процессов / Учебн. пособие. — Новосибирск: НГУ, 1996. — 92 с.
- Евстигнеев В.А. Основы параллельной обработки. Анализ программных зависимостей / Учебн. пособие. — Новосибирск: НГУ, 1996.
- Телерман В.В. Методы представления и обработки знаний (недоопределенные модели) / Методич. пособие. — Новосибирск: НГУ, 1996. — 51 с.

Авторефераты

- Поляков В.Г. Комплекс средств поддержки разработки и адаптации рабочей станции МРАМОР: Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. физ.-мат. наук: 05.13.11. — Новосибирск, 1996. — 20 с.