

# Научная школа А. П. Ершова: системы программирования и информатики<sup>1</sup>

В. Н. Касьянов, А. Г. Марчук

Институт систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН

{kvn, mag}@iis.nsk.su

## Аннотация

Алексей Андреевич Ляпунов сделал сильный иницирующий вклад в формирование ряда научных направлений, в частности – теоретического и системного программирования. Кроме того, ему принадлежит важная роль в формировании системы олимпиад и физико-математических школ как системы работы с талантливыми школьниками. Его ученик Андрей Петрович Ершов в существенной степени продолжил развивать данный круг вопросов, ныне эти вопросы и прилегающие к ним по-прежнему в центре внимания, теперь уже в Институте систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН.

Статья посвящена текущему состоянию работ ИСИ СО РАН в области систем программирования и информатики в их историческом контексте. Рассматриваются инструментальные и прикладные системы, языки и системы параллельного программирования, системы поддержки применения графов и графовых моделей, системы визуализации графов и графовых моделей, информационные системы, а также системы школьной и олимпиадной информатики.

## Введение

Начало работ по программированию и информатике в Сибирском отделении АН СССР относится к моменту приезда в новосибирский Академгородок Алексея Андреевича Ляпунова и его ученика — Андрея Петровича Ершова, всесторонне талантливого представителя первого в советских вузах массового выпуска по специальности «Программирование», в то время заведующего лабораторией автоматизации программирования Вычислительного центра АН СССР.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант N 09-07-0012)

Алексей Андреевич Ляпунов сделал сильный иницирующий вклад в формирование ряда научных направлений, в частности — теоретического и системного программирования. Кроме того, ему принадлежит важная роль в формировании системы олимпиад и физико-математических школ (ФМШ) как системы работы с талантливыми школьниками. Андрей Петрович Ершов в существенной степени продолжил развивать данный круг вопросов, ныне эти вопросы и прилегающие к ним по-прежнему в центре внимания, теперь уже в Институте систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН.

Статья посвящена текущему состоянию работ ИСИ СО РАН в области систем программирования и информатики в их историческом контексте. Изложение материала ни в коей мере не претендует на полноту и базируется главным образом на тех проектах, в которых авторы принимают непосредственное участие.

А. П. Ершов — один из тех ученых, которые росли вместе с Сибирским отделением АН СССР, чья деятельность создавала авторитет и научную известность работам этого отделения. В 1957 году С. Л. Соболев, один из основателей Сибирского отделения Академии наук СССР и первый директор Института математики СО АН, предложил А. П. Ершову возглавить Отдел программирования в своем Институте. Однако первым заведующим Отделом стал И. В. Поттосин, приказ о его назначении был подписан 1 ноября 1958 г., и этот день стал днем рождения Отдела. С самого начала А. П. Ершов был фактическим руководителем Отдела, принимал активное участие в формировании штатов, определял основные направления работы, в начале 1961 г. он переехал в Академгородок и уже формально возглавил Отдел. В 1964 году, после образования Вычислительного центра СО АН, Отдел программирования вошел в его состав. В 1990 году был создан Институт систем информатики, носящий имя Андрея Петровича Ершова и по праву считающийся наследником и продолжателем лучших традиций Отдела программирования. Первым директором института стал В. Е. Котов, ученик А. П. Ершова и руководитель проектов МАРС и СТАРТ, направленных на создание отечественных компьютеров пятого поколения.

Созданная в Новосибирске академиком А. П. Ершовым и его учениками авторитетная школа программирования, пользующаяся мировой известностью, внесла значительный вклад в становление и развитие теоретического и системного программирования.

Теория схем программ — одно из наиболее крупных достижений в этой области. На ее базе разработаны методы оптимизирующей трансляции, значительно

повышающие эффективность и надежность решения задач на ЭВМ с использованием языков высокого уровня. Внесен существенный вклад в теорию и методологию структурного программирования и параллельной обработки, включая автоматическое распараллеливание программ. Разработаны эффективные алгоритмы анализа, верификации и преобразования программ и систем на базе теоретико-графовых и сетевых моделей. Завершается работа по созданию «энциклопедии» теоретико-графовых алгоритмов для программистов. Получены крупные результаты в разработке теории и методов конструирования качественного программного обеспечения на основе смешанных вычислений, конкретизирующих преобразований, аннотированного программирования и языков спецификаций.

Органическое объединение теоретических исследований с созданием экспериментальных и прикладных программных систем, воплощающих и практически проверяющих разработанные идеи и подходы, — характерная черта таких работ. Эти работы охватывают широкий спектр областей системного программирования: трансляторы и транслирующие системы (АЛЬФА, АЛГИБР, АЛЬФА-6 и др.), языки и системы программирования (Эпсилон, БЕТА, Лисп, Сетл, БАРС, Поляр и др.), операционные системы и системное наполнение прикладных систем (АИСТ-0, СОФИСТ, ЭКСЕЛЬСИОР и др.), системы анализа и преобразования программ (ТМ, ТРАП, АС, СКАТ, СПЕКТР и др.), инструментальные окружения программирования (СОКРАТ и др.), инструменты визуализации и визуальной обработки (bCAD, HIGRES, VEGRAS, ALT и др.), системы искусственного интеллекта (УНИКАЛЬК, НЕМО+, СИМП, ТАО и др.). Особенностью реализованных систем, помимо производственных возможностей, является их принципиальная новизна. Ряд созданных систем закладывал новые направления системного программирования.

Наибольший общественный отклик получили работы А. П. Ершова в области школьной информатики, впервые анонсированные им в докладе «Откуда берутся люди, способные создавать надежное программное обеспечение» на международной конференции в Лос-Анджелесе в 1975 г. Он инициировал широкий спектр работ по информатизации образования, в результате которых всего через 10 лет произошло эпохальное для нашей страны событие, осознанное в мире лишь в последние годы, — возник курс «Основы информатики и вычислительной техники», продвинувший компьютер и науку о нем в среднюю школу. Если в середине 80-х гг. прошлого столетия в развитых странах видели необходимость лишь в вузовском преподавании информатики, то в уже в 1994 г. был разработан международный стандарт

IFIP/UNESCO на изучение информатики и программирования в средних учебных заведениях.

В рамках работ по компьютерной грамотности сформулирована «Концепция информатизации образования» и определен «Рабочий план» ее реализации более чем на два десятилетия. Созданы методические пособия для школьного учителя по информатике и школьный учебник, основные идеи которого воспроизводятся в учебниках новых авторских коллективов. Разработаны и массово распространены комплекты учебных программных средств и программное обеспечение для непрофессиональных пользователей на типовых школьных компьютерах (Робик, Рапира, Школьница и др.).

С первых дней А. П. Ершов уделял огромное внимание воспитанию кадров, начиная со школьного возраста. В Отделе программирования проходили практику студенты НГУ, одни становились его сотрудниками, другие работали в институтах СО АН, во многих городах страны. В аспирантуре и докторантуре учились специалисты из Кишинева, Таллинна, Киева, других городов страны. Личность А. П. Ершова, его идеи оказали огромное влияние на развитие программирования в нашей стране. Тесные научные и дружеские связи соединяли Отдел программирования с ведущими программистскими коллективами нашей страны, с коллегами из США, Франции, Польши, Чехословакии, Германии и других стран.

Сегодня ученики А. П. Ершова и ученики его учеников работают в академических институтах, в университетах и в ведущих российских и международных программистских компаниях не только в Новосибирске, но и во многих других городах России и за рубежом.

С 1991 года на базе ИСИ СО РАН проводятся Международные Ершовские конференции «Перспективы систем информатики». Традиционно они начинаются с мемориальной сессии, посвященной А. П. Ершову и его школе, а в 2009 году состоялся отдельный семинар, посвященный истории информатики в Сибири [1].

Полученные А. П. Ершовым и его учениками результаты в большой степени формируют уровень отечественных работ по теории программирования, системному программированию и школьной информатике, служат базой для продолжающихся в Институте систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН исследований в области систем программирования и информатики.

## **1. Инструментальные и прикладные системы**

Андрей Петрович Ершов сформировал и возглавил ключевые проекты в области системного программирования АЛЬФА [2] и БЕТА [3], в первом из которых удалось доказать возможность качественной (оптимизирующей) трансляции для языка высокого уровня типа АЛГОЛ, во втором — была сделана вполне успешная попытка создания многоязыковой оптимизирующей системы программирования. Было множество и других проектов и связанных с ними научных результатов.

Работы в области языков и систем программирования ныне продолжаются в двух направлениях. Первое — теоретические аспекты трансляции программ, конструирования, трансформации и оптимизации. Второе — практические и прикладные работы, связанные с трансляцией и созданием систем автоматизации программирования. Первое направление, в основном выполняется в рамках исследовательских работ Института систем информатики. Что касается прикладных работ, в силу их специфики, они ведутся в фирмах, окружающих институт и в чем-то представляющих «пояс внедрения» для ИСИ СО РАН. В этих прикладных фирмах профессиональный костяк составляют, как правило, люди, поработавшие в науке, причем именно в научной школе А. П. Ершова, а также выпускники НГУ, подготовленные с участием Института систем информатики. Наши связи с такими фирмами носят достаточно глубокий и долговременный характер, они не только в общих заботах по подготовке квалифицированных программистов, но и в кадровом росте сотрудников фирм, их участии в научных исследованиях. Таким образом, школа Ершова питает множество энергично развивающихся прикладных направлений, но и одновременно и подпитывается ими.

Процесс формирования новой конфигурации «наука-приложения» проходил в 90-е годы прошлого столетия и проходил довольно болезненно — фундаментальная наука тогда почти не финансировалась, а зарабатывать программированием надо было еще научиться. Вот некоторые примеры того, как это происходило. В начале 90-х годов те молодые программисты, работавшие в Институте систем информатики, которые решили остаться на родине, решили организовать собственную фирму. Некоторые более ранние контакты вывели их на крупную канадскую телекоммуникационную корпорацию Нортел, которая им предложила «безнадежную» задачу. Дело в том, что большой, можно сказать огромный пласт программного обеспечения фирмы был написан на специфическом диалекте Алгола и требовалось конвертировать этот

софтвар на язык С для его дальнейшего использования на современных платформах. Причем надо было автоматически преобразовать не 90 или 98 процентов исходного кода, а все 100 процентов, иначе работа не имела смысла. Молодые программисты аккуратно разобрали все частные и сложные случаи и полностью решили поставленную задачу. Одно плохо — научные результаты работы не были опубликованы.

Другая научная группа, уже в конце 90-х, «погрузилась» в прикладные аспекты проблемы 2000-го года. Тогда эта проблематика хорошо финансировалась на западе в силу общественных страхов о том, что программное обеспечение, в котором по недалёковидности разработчиков, для фиксации года отводилось две цифры, перестанет работать на стыке столетий. Работа быстро переросла примитивность постановки и заключалась в создании средств анализа и трансформации исходного кода больших программных комплексов, написанных на разных алгоритмических языках, например на КОБОЛе. В такой постановке, важной составляющей общего процесса были научные исследования, соответственно группа реально сочетала научный поиск с программистской «рутиной». К сожалению, связанные соглашением о неразглашении, сотрудники не так много опубликовали работ, не так много защитили диссертаций.

Ещё одна прикладная работа, которую Институт систем информатики вел и ведет еще с конца 80-х, — это создание систем программирования и инструментальных средств для крупной государственной корпорации, занимающейся производством спутников, в том числе, спутников связи. Специфика их деятельности не позволяет ориентироваться только на рыночные программные продукты, даже в качестве средств разработки, так что наш опыт и знания оказались востребованными, хотя финансирование таких работ обычно довольно скудное. Еще в 70-80-е годы прошлого столетия было показано, что язык программирования Модуль-2 представляет для создателей бортового программного обеспечения разумный компромисс между скоростью разработки программ, их надежностью и скоростью их исполнения. Такую систему программирования [4], созданную в институте и доведенную до требований корпорации, удалось внедрить в производственный процесс. Более поздняя разработка — система поддержки создания и использования программной документации, интегрированная с общей структурой разработки и сопровождения программ. Научное содержание текущих работ пока не слишком

весомое, но для нас важна полезность выполняемых работ в рамках государственных программ.

## **2. Языки и системы параллельного программирования**

Под руководством Вадима Евгеньевича Котова для разрабатываемых в рамках проектов МАРС и СТАРТ высокопроизводительных вычислительных систем был создан богатый набор программного обеспечения, в том числе системы параллельного программирования на базе новых разработанных языков параллельного программирования БАРС [5] и Поляр [6].

Текущее направление работ по созданию языков и систем параллельного программирования, ведущихся в институте, связано с функциональным языком Sisal. Дело в том, что используя традиционные языки и методы, очень трудно разработать высококачественное, переносимое программное обеспечение для параллельных компьютеров. В частности, параллельное программное обеспечение нельзя разрабатывать с малыми затратами на последовательных компьютерах и потом переносить на параллельные вычислительные системы без существенного переписывания и отладки. Поэтому высококачественное параллельное программное обеспечение может разрабатываться только небольшим кругом специалистов, имеющих прямой доступ к дорогостоящему оборудованию. Однако, используя языки программирования с неявным параллелизмом, такие как функциональный язык Sisal, можно преодолеть этот барьер и предоставить широкому кругу прикладных программистов, не имеющих достаточного доступа к параллельным вычислительным системам, но являющихся специалистами в своих прикладных областях, возможность быстрой разработки высококачественных переносимых параллельных алгоритмов на своем рабочем месте.

Проведено исследование методов и декларативных средств описания и реализации параллельных и распределенных вычислений с целью развития трансформационных методов и создания системы функционального программирования SFP для поддержки супервычислений [7, 8, 9]. Система SFP предназначена для поддержки разработки высококачественного переносимого программного обеспечения для параллельных вычислителей на недорогих персональных компьютерах. В рамках этой среды прикладной программист получает возможность на своем рабочем месте, с одной стороны, создавать и отлаживать

программу без учета целевой параллельной архитектуры, а с другой — производить настройку отлаженной программы на тот или другой доступный ему по сети супервычислитель с целью достижения высокой эффективности её исполнения.

Язык Sisal 3.2 [10], разработанный в качестве входного языка системы, – это язык функционального программирования, который ориентирован на поддержку научных вычислений и содержит такие конструкции, присущие научным вычислениям, как циклы и массивы. Язык Sisal 3.2 представляет собой дальнейшее развитие языка Sisal 90 в сторону поддержки расширенных межмодульных взаимодействий, мультиязыкового и объектно-ориентированного программирования, а также возможностей предварительной обработки и аннотированного программирования. Для повышения уровня абстракции алгоритмов и возможности взаимодействия с другими языками программирования в язык Sisal 3.2 были введены новые концепции пользовательских типов с параметрами, обобщенных процедур и инородных типов.

Разработаны методы оптимизирующей компиляции для языка Sisal 3.2, базирующиеся на графовых промежуточных представлениях транслируемых программ IR1, IR2 и IR3, новом методе межпроцедурного анализа и новой стратегии тестирования для выявления зависимостей по данным [11, 12]. Выполнена экспериментальная реализация оптимизирующего компилятора для платформы .NET [13]. Проведены экспериментальные работы для сравнения эффективности предложенных подходов с аналогичными методами анализа зависимостей по данным и межпроцедурного анализа. Компилятор проверен на реальных вычислительных задачах, которые показали эффективность и корректность разработанных преобразований.

### **3. Системы поддержки применения графов и графовых алгоритмов**

Теория графов стала активно применяться на заре программирования в силу удобного выражения задач обработки информации на теоретико-графовом языке. Расширение круга задач, решаемых на ЭВМ, потребовало выхода на модели дискретной математики, что привело к подлинному расцвету теории графов и комбинаторики, которые за прошедшие полвека трансформировались из разделов «досуговой» математики в первостепенный инструмент решения огромного числа



задач. Андрей Петрович Ершов называл графы основной конструкцией для программиста и говорил, что «графы обладают огромной, неисчерпаемой изобразительной силой, соразмерной масштабу задачи программирования».

Проблема терминологии, без сомнения, является одной из основных проблем в применении теоретико-графовых методов в программировании и информатике.

В 1999 году в издательстве «Наука» был опубликован «Толковый словарь по теории графов и её применению в информатике и программировании» [14], который охватывал около 1700 основных связанных с графами терминов из монографий, вышедших на русском языке. Это был первый словарь по графам в информатике, и он вызвал большой интерес среди читателей. Электронная версия словаря получила название GRAPP. Новое исправленное и пополненное издание словаря [15], работа над которым была завершена авторами в 2009 году, представляет собой существенное расширение словаря 1999 года и включает в себя более 1000 новых терминов из статей, рефераты которых публиковались в РЖ «Математика» в разделе «Теория графов», а также из томов ежегодных конференций «Graph-Theoretic Concepts in Computer Science» и книг серии «Graph Theory Notes of New York».

Авторы словарей отдают себе отчет в постоянно развивающемся теоретико-графовом лексиконе в информатике и поэтому одновременно с завершением работ по подготовке к изданию второго словаря инициировали работы по созданию на базе системы MediaWiki новой версии электронного словаря, которая была бы расширяемой. Новый словарь<sup>2</sup>, получивший название WikiGRAPP, обладает интерактивностью и поддерживает коллективную сетевую работу по его пополнению и развитию. К настоящему времени практически завершена работа по его наполнению до уровня, покрывающего печатные издания, и начата работа по исправлению обнаруженных опечаток и пополнению словаря.

Теория графов из академической дисциплины все более превращается в средство, владение которым становится решающим для успешного применения компьютеров во многих прикладных областях. Несмотря на наличие обширной специальной литературы по решению задач на графах, широкое применение в практике программирования полученных математических результатов затруднено в силу отсутствия систематического их описания, ориентированного на программистов. Поэтому значительный класс практических задач, по существу сводящихся к простому

---

<sup>2</sup> WikiGRAPP. — <http://pco.iis.nsk.su/WikiGrapp/>

выбору подходящего способа решения и к построению конкретных формулировок абстрактных алгоритмов, для многих программистов все еще остается полем для интеллектуальной деятельности по «переоткрытию» методов.

Выполнен цикл работ по изучению и систематизации алгоритмов обработки, визуализации и применения графовых моделей в программировании. Впервые издана книга, которая содержит систематическое и полное изложение фундаментальных основ современных компьютерных технологий, связанных с применением теории графов [16]. Даны основные модели, методы и алгоритмы прикладной теории графов. Подробно описаны такие основные области приложения теории графов в программировании, как хранение и поиск информации, трансляция и оптимизация программ, анализ, преобразование и распараллеливание программ, параллельная и распределенная обработка информации.

Ведётся работа по созданию на базе этой книги вики-системы WEGA, являющейся расширяемой интерактивной электронной энциклопедией теоретико-графовых алгоритмов решения задач информатики и программирования. В системе и в книге используется высокоуровневое описание алгоритмов, позволяющее понять алгоритм на содержательном уровне, оценить пригодность его для решения конкретной задачи и осуществить модификацию алгоритма, не снижая степень математической достоверности окончательного варианта программы.

#### **4. Системы визуализации графов и графовых моделей**

Визуализация информации — это процесс преобразования больших и сложных видов абстрактной информации в интуитивно понятную визуальную форму. Универсальным средством такого представления структурированной информации являются графы. Графы применяются для представления любой информации, которую можно промоделировать в виде объектов и связей между объектами. Поэтому визуализация графовых моделей является ключевой компонентой во многих приложениях в науке и технике, а методы визуализации графов представляют собой теоретическую основу методов визуализации абстрактной информации. Методы и средства визуализации графов и графовых моделей широко используются в таких областях, как информационные системы и программное обеспечение, биологические науки, искусственный интеллект, анализ финансовой информации, компьютерное обучение и многие другие.

Выполнен цикл исследований в области визуализации графов и графовых моделей [17]. Наряду с более традиционными вопросами качества и эффективности при автоматическом размещении графов на плоскости важное место в нём было уделено вопросам визуализации больших графов, интерактивности и навигации, характерным для большинства современных приложений, использующих визуализацию структурированной информации.

Предложена и исследована модель иерархических графов, ориентированная на моделирование сложно организованных систем и охватывающая классы составных и кластерных графов, традиционно используемые для представления информационных моделей, обладающих иерархической структурой [18].

Разработаны эффективные методы и алгоритмы построения наглядных изображений иерархических графовых моделей на плоскости и их редактирования, и создан графовый редактор HIGRES [19], поддерживающий многооконную работу с иерархическими графами. Другим важным отличием системы HIGRES от других графовых редакторов является возможность сохранять во внутреннем представлении и визуализировать не только сам граф, но и его семантику, представленную в виде системы атрибутов вершин, фрагментов и дуг графа и библиотекой алгоритмов обработки — так называемых внешних модулей. При этом пользователь может корректировать и доопределять семантику графа с помощью введения новых атрибутов и новых внешних модулей. Такой подход обеспечивает, с одной стороны, универсальность системы, с другой — возможность ее специализации.

Создана экспериментальная версия универсальной расширяемой системы Visual Graph для визуализации атрибутированных иерархических графовых моделей большого размера [20]. Среда Visual Graph поддерживает интерактивное управление визуализацией графовых моделей и удобную навигацию по визуализируемым графовым моделям.

## **5. Информационные системы**

Отталкиваясь от достижений в системном программировании, институт развернул работы в области информационных систем. Здесь были использованы результаты, сформированные в проблематике искусственного интеллекта, баз данных, теории графов, логических исчислениях. Ключевым элементом подхода, развитого в исследовательской и экспериментальной деятельности ИСИ СО РАН явились

формализации систем структуризации данных, знаний и прочих элементов информационных систем.

В последние годы были выполнены не только теоретические исследования в области информационных систем, но и создан ряд полезных вокруг доступных для работы документных ресурсов [21, 22, 23]. Первым крупным проектом было создание Электронного архива академика А. П. Ершова<sup>3</sup>, где был оцифрован, описан и систематизирован бумажный архив Андрея Петровича. Существенным научным результатом этой работы было осознание того, что для комплексного раскрытия содержимого архива документов недостаточно только сканировать и описывать документы, а важно также создать базу данных различных сущностей (персоны, организации, события, проекты и т.д.) и обеспечить двустороннюю взаимосвязь между документами и базой данных [24].

Исследования и разработки продолжались в разных направлениях и охватили архивную и музейную деятельности, тематические сайты (порталы), специализированные социальные сети.

Проведены исследования методов адаптивной гипермедиа и международных стандартов представления в сети Интернет информационных ресурсов по культурному наследию. Разработаны архитектура открытого адаптивного виртуального музея и моделей его пользователей, а также методы и инструментальные средства, ориентированные на накопление и обработку гуманитарных знаний в рамках открытого виртуального музея SVM по истории информатики в Сибири [25, 26]. Впервые создан виртуальный музей, обладающий адаптивным интерфейсом и предоставляющий широкому кругу пользователей удобные возможности по пополнению и развитию музея.

## **6. Системы школьной и олимпиадной информатики**

В Новосибирском Академгородке усилиями М. А. Лаврентьева и А. А. Ляпунова была создана физико-математическая школа и система олимпиад, позволяющая отбирать талантливых школьников с большой части страны. М. А. Лаврентьев также создал Клуб юных техников для развития конструкторских способностей детей школьного возраста. В середине 70-х А. П. Ершов сделал логичное продолжение – сформировал Школу юных программистов. К тому времени

---

<sup>3</sup> Электронный архив академика Андрея Петровича Ершова. — <http://ershov.iis.nsk.su/>

вычислительная техника стала более доступной, страна набирала темп в массовом производстве компьютеров, стало ясно, что вычислительные машины будут постепенно проникать в различные сферы производства и жизни. А. П. Ершов мыслил с опережением событий и не только сформулировал тезис «Программирование — вторая грамотность», но и приступил к его реализации. В то время еще только-только студентов начали обучать работе с компьютерами, а в части работы со школьниками, понимания и опыта совсем не было. В Вычислительном центре СО АН СССР появилась группа энтузиастов привлечения школьников к алгоритмическому мышлению и программированию и в рамках кружковой деятельности, в контакте с учителями и методистами началась планомерная работа. И уже летом 1976 года были проведены первые летние сборы учеников и их наставников.

Система летних школ юных программистов (ЛШЮП) быстро показала свою эффективность, в 80-х годах приобрела статус Всесоюзных, и даже Всесоюзных с зарубежным участием. Научно-методическое руководство летними школами и годичной работой со школьниками осуществлял Андрей Петрович, а география вовлечённых постоянно ширилась. В 90-е годы ЛШЮП перестали централизованно финансироваться, но продолжали проводиться теперь уже под эгидой Высшего колледжа информатики. В 2001 году заботу об ЛШЮП взял на себя Институт систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН.

Сегодня ЛШЮП — это 70-80 школьников 5-10 классов, около 20 студентов НГУ и около 7 организаторов. Школы проводятся в живописных уголках Новосибирской области и Алтая в течение 14 июльских дней. Система работы со школьниками ориентирована не столько на обучение программированию, сколько на развитие творческих способностей и мотивацию школьников к творчеству. Ну а студенты обучаются учить, руководить небольшими коллективами и брать на себя ответственность. За две недели школьники выполняют довольно сложные и, как правило, оригинальные проекты, прослушивают множество популярных лекций по разным направлениям науки, выступают на конференции с научными докладами и делают многое другое.

Кроме Школы юных программистов ИСИ СО РАН совместно с НГУ занимается также проведением школьных и студенческих олимпиад по программированию. Наиболее значимыми из них являются олимпиада для младших и средних школьников по решению программистских задач на языке ЛОГО и Всесибирская студенческая командная олимпиада по программированию им. И. В. Поттосина.

Выполнено исследование научно-методических основ преподавания информатики и программирования в рамках общего и специального образования. Разработаны и апробированы методики модульно-вариантного обучения информатике и программированию в рамках многоуровневой системы государственного (школа, колледж, университет) и досугового (летняя, воскресная и заочная школы) образования [27]. Подготовлен комплект программных средств и методических пособий для поддержки общего и специального обучения информатике и программированию.

Проведено исследование методов и систем адаптивной гипермедиа в области обучения [28]. Разработана архитектура адаптивной среды дистанционного обучения, поддерживающей активное индивидуальное обучение программированию в рамках проблемно-ориентированного подхода и соединяющей возможности адаптивных гипермедиа-систем и интеллектуальных обучающих систем [29]. Выполнена экспериментальная реализация отдельных компонентов среды.

Разработан курс начального обучения программированию на базе языка Zonnon — нового языка программирования в семействе языков Паскаль, Модула-2 и Оберон, созданных в Цюрихском институте информатики. И хотя по размеру Zonnon заметно уступает таким языкам, как C#, Java и Ada, он является современным универсальным языком программирования, пригодным для широкой области приложений, а также весьма подходит для целей обучения программированию от его базовых принципов до продвинутых концепций [30]. Подготовлены и размещены на сайте русскоязычной библиотеки учебных курсов международной программы MSDN Academic Alliance электронные учебные пособия по курсу [31, 32].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Седьмая международная конференция памяти А. П. Ершова «Перспективы систем информатики». Семинар «История информатики в Сибири» / Отв. ред. В. Н. Касьянов. Новосибирск: ИСИ СО РАН, 2009. 148 с.
2. АЛЬФА — система автоматизации программирования / Под ред. А. П. Ершова. Новосибирск: Наука, 1967. 308 с.
3. *Ершов А. П., Касьянов В. Н., Покровский С.Б., Поттосин И. В., Степанов Г. Г.* Методика разработки многоязыковых трансляторов на примере системы БЕТА // Математическая теория и практика систем программного обеспечения. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1982. С. 64–80.

4. 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. Новосибирск-Красноярск: Изд-во СО РАН, 1996. Часть 3. Информатика. С. 51- 64.
5. Быстров А. В., Дудоров Н. Н., Котов В. Е. О базовом языке // Языки и системы программирования. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1979. С. 85–106.
6. Лельчук Т. И., Марчук А. Г. Язык программирования Поляр: описание, использование, реализация. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1986. 94 с.
7. Kasyanov V. N., Stasenko A. P., Gluhankov M. P., Dortman P. A., Pyjov K. A., Sinyakov A. I. SFP — an interactive visual environment for supporting of functional programming and supercomputing // WSEAS Transactions on Computers. 2006. Vol.5, Issue 9. P. 2063–2069.
8. Kasyanov V. N., Stasenko A. P. A functional programming system SFP: Sisal 3.1 language structures decomposition // Lecture Notes in Computer Science. 2007. Vol. 4671. P. 62 -73.
9. Стасенко А. П. Автоматная модель визуального описания синтаксического разбора // Вычислительные технологии. 2008. Т. 13, N. 5. С. 70–87.
10. Касьянов В. Н., Стасенко А. П. Язык программирования Sisal 3.2 // Методы и инструменты конструирования программ. Новосибирск: ИСИ СО РАН, 2007. С. 56–134.
11. Евстигнеев В. А., Арапчаев Р. Н., Осмонов Р. А. Анализ зависимостей: основные тесты на зависимость по данным // Сиб. журн. вычисл. математики / РАН. Сиб. отделение. Новосибирск, 2007. Т. 10, № 3. С. 247–265.
12. Касьянов В. Н. Языковые и программные средства конструирования параллельных программ // Вычислительные технологии. 2008. Том 13, Часть II. С. 248-255.
13. Стасенко А. П., Пыжов К.А., Идрисов Р. И. Компилятор в системе функционального программирования SFP // Вестник НГУ, Серия: информационные технологии. 2008. Том 6, Выпуск 3. С. 135–146.
14. Евстигнеев В. А., Касьянов В. Н. Толковый словарь по теории графов в информатике и программировании. Новосибирск: Наука, 1999. 288 с.
15. Евстигнеев В. А., Касьянов В. Н. Словарь по графам в информатике. Новосибирск: Сибирское Научное Издательство, 2009. 300 с.

16. Касьянов В. Н., Евстигнеев В. А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 1104 с.
17. Касьянов В. Н., Касьянова Е. В. Визуализация графов и графовых моделей. Новосибирск: Сибирское Научное Издательство, 2010. 123 с.
18. Касьянов В. Н. Иерархические графы и графовые модели: вопросы визуальной обработки // Проблемы систем информатики и программирования. Новосибирск: ИСИ СО РАН, 1999. С. 7- 32.
19. Kasyanov V. N., Lisitsyn I. A. Hierarchical graph models and visual processing // Proc. of Intern. Conf. on Software. Theory and Practice. 16th IFIP World Computer Congress. Beijing: PNEI, 2000. P. 179-182.
20. Золотухин Т. А., Колбин Д. С. Универсальная интерактивная среда визуализации атрибутированных иерархических графовых моделей // Тезисы научной студенческой конференции Лаборатории НГУ-Интел «Технологии высокопроизводительных вычислений». Новосибирск: НГУ, 2010. С. 26-31.
21. Ануреев И. С., Батура Т. В., Боровикова О. И., Загорюлько Ю. А., Кононенко И. С., Марчук А. Г., Марчук П. А., Мурзин Ф. А., Сидорова Е. А., Шилов Н. В. Модели и методы построения информационных систем, основанных на формальных, логических и лингвистических подходах / Отв. ред. А.Г. Марчук. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009 330 с.
22. Крайнева И. А., Марчук А. Г., Марчук П. А. Технологии исторической фактографии: Электронный фотоархив СО РАН // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Интеграция музеев Сибири в региональное социо-культурное пространство и мировое музейное сообщество». Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2009. С. 3-8.
23. Марчук А. Г., Марчук П. А. Особенности построения цифровых библиотек со связанным контентом // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции. Труды XII Всероссийской научной конференции RCDL'2010. Казань: Казан. ун-т, 2010. С. 19-23.
24. Антюфеев С. В., Марчук А. Г., Немов А. Н., Федоров К. В. Построение автоматизированных систем для создания и поддержки электронных архивов документов на примере архива академика А.П.Ершова // VII Международная конференция по электронным публикациям «EL-Pub2002». 2002. — <http://www-sbras.nsc.ru/ws/elpub2002/>.



25. Касьянов В. Н., Несговорова Г. П., Волянская Т. А. Виртуальный музей истории информатики в Сибири // Проблемы программирования. 2003. N 4. С. 82-91.
26. Kasyanov V. N. An open adaptive virtual museum of informatics history in Siberia // IFIP International Federation for Information Processing. Boston: Springer, 2008. Vol. 266. P. 129-146. (Proc. of the 20th IFIP World Computer Congress).
27. Городняя Л. И., Касьянов В. Н. Подход к специализации по информатике и программированию в рамках системы непрерывного образования. Новосибирск, 1995. 60 с. (Препринт / РАН, Сиб.отд-ние; ИСИ; N 23).
28. Касьянова Е. В. Адаптивные методы и средства поддержки дистанционного обучения программированию. Новосибирск, ИСИ СО РАН, 2007. 170 с.
29. Kasyanov V.N., Kasyanova E.V. A Web-based system for distance learning of programming // Lecture Notes in Electrical Engineering. Springer, 2009. Vol. 27. P. 453-462. (Proceedings of the European Computing Conference).
30. Касьянов В. Н., Касьянова Е. В. Язык программирования Zonnon. Новосибирск: НГУ, 2010. 120 с.
31. Касьянов В. Н., Касьянова Е. В. Введение в программирование. Новосибирск, 2004. 250 с. — <http://www.microsoft.com/Rus/Msdnaa/Curricula/Default.aspx>.
32. Касьянов В. Н., Касьянова Е. В. Практикум по программированию. Новосибирск, 2004. 200 с. — <http://www.microsoft.com/Rus/Msdnaa/Curricula/Default.aspx>.