

**Российская академия наук  
Сибирское отделение**

**Институт систем информатики  
имени А.П.Ершова СО РАН**

**Отчет о деятельности  
в 2010 году**

**Новосибирск  
2011**

**Институт систем информатики имени А.П.Ершова СО РАН**

**630090, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 6**

**e-mail: [iis@iis.nsk.su](mailto:iis@iis.nsk.su)**

**http: [www.iis.nsk.su](http://www.iis.nsk.su)**

**тел: (383) 330-86-52**

**факс: (383) 332-34-94**

**Директор**

**д.ф.-м.н.**

**Марчук Александр Гурьевич**

**e-mail: [mag@iis.nsk.su](mailto:mag@iis.nsk.su)**

**http: [www.iis.nsk.su](http://www.iis.nsk.su)**

**тел: (383) 330-86-52**

**Заместитель директора по экономическим вопросам**

**Филиппов Владимир Эдуардович**

**e-mail: [fil@iis.nsk.su](mailto:fil@iis.nsk.su)**

**http: [www.iis.nsk.su](http://www.iis.nsk.su)**

**тел: (383) 332-96-58**

**Ученый секретарь**

**к.ф.-м.н.**

**Мурзин Федор Александрович**

**e-mail: [murzin@iis.nsk.su](mailto:murzin@iis.nsk.su)**

**http: [www.iis.nsk.su](http://www.iis.nsk.su)**

**тел: (383) 330-70-68**

## В в е д е н и е

Институт систем информатики имени А.П.Ершова Сибирского отделения РАН (ИСИ СО РАН) создан в апреле 1990 г. Постановлением Президиума Сибирского отделения РАН № 268 от 20.08.1997 г. определены основные научные направления института – теоретические и методологические основы создания систем информатики, в том числе:

- теоретические основания информатики;
- методы и инструменты построения программ повышенной надежности и эффективности;
- методы и системы искусственного интеллекта;
- системное и прикладное программное обеспечение перспективных вычислительных машин, систем, сетей и комплексов.

Среднесписочная численность сотрудников института в 2010 г. составила 133 человека, из них 60 научных сотрудников, в том числе 6 докторов наук и 35 кандидатов наук.

В 2010 г. в институте проводились исследования в области теоретических и методологических основ информатики, включая все перечисленные выше направления. Все задания 2010 г. выполнены.

Сотрудниками института в 2010 г. Опубликовано: 6 монографий, 38 статей в рецензируемых отечественных журналах, 10 статей — в зарубежных рейтинговых журналах, 42 доклада в трудах международных конференций, защищены 3 кандидатские диссертации.

В 2010 г. для участия в работе международных конференций, чтения лекций и проведения совместных научных исследований за рубеж выезжали 12 сотрудников института.

### Структура Института. Краткая характеристика подразделений

На 01.12.2010 г. в структуре Института имелось 7 лабораторий и 1 научно-исследовательская группа.

Лаборатория теоретического программирования	Лаборатория автоматизации проектирования и архитектуры СБИС	Лаборатория искусственного интеллекта
Лаборатория системного программирования	Лаборатория конструирования и оптимизации программ.	Лаборатория смешанных вычислений
Лаборатория моделирования сложных систем	НИГ переносимых систем программирования	

#### Лаборатория теоретического программирования

*Заведующий лабораторией к.ф.-м.н. Валерий Александрович Непомнящий.*

**Кадровый состав:** всего сотрудников — 24, из них научных сотрудников — 20 (в том числе 2 доктора и 12 кандидатов наук).

**Основные направления исследований:**

– исследование формальных моделей и методов описания семантики, спецификации и верификации программ и систем.

### **Лаборатория автоматизации проектирования и архитектуры СБИС**

*Заведующий лабораторией д.ф.-м.н. Александр Гурьевич Марчук.*

**Кадровый состав:** всего сотрудников — 29, из них научных сотрудников — 14 (в том числе 2 доктора и 6 кандидатов наук).

#### **Основные направления исследований:**

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

### **Лаборатория искусственного интеллекта**

*Заведующий лабораторией к.т.н. Юрий Алексеевич Загорюлько.*

**Кадровый состав:** всего сотрудников — 9, из них научных сотрудников — 7 (в том числе 3 кандидата наук).

#### **Основные направления исследований:**

- методы и системы искусственного интеллекта.

### **Лаборатория системного программирования**

*Заведующий лабораторией к.т.н. Владимир Иванович Шелехов.*

**Кадровый состав:** всего сотрудников — 8, из них научных сотрудников — 6 (в том числе 3 кандидата наук).

#### **Основные направления исследований:**

- создание методов и экспериментальных инструментов конструирования и спецификаций программ в окружениях надежного программирования.

### **Лаборатория конструирования и оптимизации программ**

*Заведующий лабораторией д.ф.-м.н., проф., член-корр. РАН Виктор Николаевич Касьянов.*

**Кадровый состав:** всего сотрудников — 16, из них научных сотрудников — 13 (в том числе 2 доктора и 2 кандидата наук).

#### **Основные направления исследований:**

- 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».

### **Лаборатория смешанных вычислений**

*Заведующий лабораторией к.ф.-м.н. Михаил Алексеевич Бульонков.*

**Кадровый состав:** всего сотрудников — 8, из них научных сотрудников — 7 (в том числе 4 кандидата наук).

**Основные направления исследований:**

– теория и практика смешанных вычислений.

**Лаборатория моделирования сложных систем**

*Заведующий лабораторией к.ф.-м.н. Мурзин Федор Александрович.*

**Кадровый состав:** всего сотрудников — 10, из них научных сотрудников — 8 (в том числе 7 кандидатов наук).

**Основные направления исследований:**

– разработка сложных алгоритмов и программных систем для применения в различных областях: обработка изображений и сигналов, биоинформатика, поиск нефти, обработка текстов на естественном языке.

**Научно-исследовательская группа переносимых систем программирования**

*Руководитель группы Андрей Дмитриевич Хапугин.*

**Кадровый состав:** всего сотрудников — 4, из них научных сотрудников — 2.

**Основные направления исследований:**

– теоретические основы и инструментальные программные системы, поддерживающие разработку переносимых программных систем на базе объектно-ориентированного подхода.

Научная и научно-организационная деятельность научных подразделений координируется Ученым советом.

## Основные научные результаты, полученные в 2010 году

### 1. Исследование $\Delta$ -разложимости в логиках, соответствующих формализму OWL-DL.

Исследовано свойство  $\Delta$ -разложимости теорий в классе дескриптивных логик. Установлена степень алгоритмической сложности распознавания  $\Delta$ -разложимости конечных теорий в дескриптивных логиках EL, DL-Lite<sub>Core</sub>, DL-Lite<sub>Horn</sub>, ALC, ALCI, ALCQ, ALCQI. Показано, что эти логики обладают свойством однозначности сигнатурных разложений. Проведена серия машинных экспериментов по синтаксической декомпозиции терминологий, формализованных в дескриптивных логиках. Для онтологий Gene Ontology, Plant Anatomy Ontology, NCI Thesaurus, Galen, Ontology of Chemical Biology исследована  $\emptyset$ -разложимость, эвристики выбора множества  $\Delta$  для получения разложений с малым числом компонент, а также аксиоматизации этих онтологий на предмет устранения синтаксических связей между терминами посредством эквивалентного переписывания аксиом.

Название онтологии	Предметная область	Формализована в дескриптивной логике	Количество описываемых понятий	Количество описываемых отношений	Количество аксиом
Gene ontology	Генетика (классификация генов и соответствующих процессов регуляции)	ELH+	29367	5	52631
Plant anatomy ontology	Морфология и анатомия растений	EL	868	2	1274
NCI Thesaurus	Медицинские и административные процессы, связанные с диагностикой и лечением раковых заболеваний	ALCH	75529	194	107288
Galen	Медицинская диагностика в целом	ELHF+	2749	413	4954
Ontology of chemical biology	Химия (классификация соединений, активных в живых организмах)	EL	27190	9	54572

Терминологии, использованные в экспериментах.

*Авторы: к.ф.-м.н. Д.К. Пономарев.*

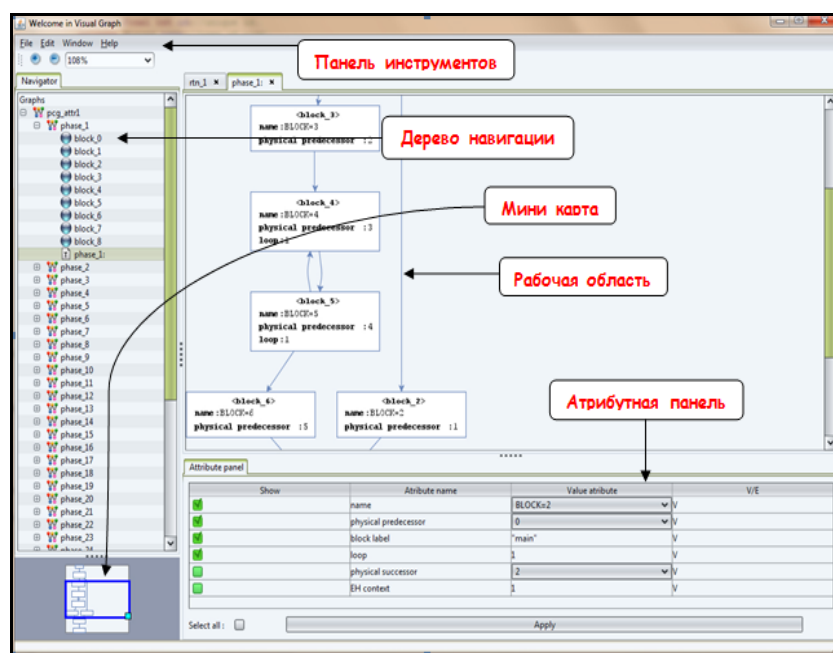
**Публикации по результату:**

1. А.С. Морозов, Д.К. Пономарев. О разрешимости проблемы разложимости для конечных теорий // Сибирский математический журнал. — 2010. — Т.51, N 4. — С. 838–847.
2. B. Konev, C. Lutz, D. Ponomaryov, F. Wolter. Decomposing description logic ontologies // Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proc. / Twelfth International Conf., Toronto, Canada, May 9–13, 2010. — AAAI Press, 2010. — P. 236–246.
3. D. Ponomaryov. On decomposability in logical calculi // Bulletin of the Novosibirsk Computing Center / Computer Science. — Novosibirsk, 2008. — IIS Special Issue: 28. — P. 111–120.
4. Д.К. Пономарев. Критерий разложимости элементарных теорий // Сибирский математический журнал. — 2008. — Т.49, N 1 — С. 189–192.
5. Morozov, D. Ponomaryov. The decomposability problem for finite Horn theories is undecidable // Тез. междунар. конф. «Теория функций, алгебра и математическая логика», посв. 90-летию академика А.Д. Тайманова. — Алматы, 2007. — С. 89–90.
6. D. Ponomaryov. Generalized decomposability notions for first-order theories // Bulletin of the Novosibirsk Computing Center / Computer Science. — Novosibirsk, 2007. — IIS Special Issue: 26. — P. 103–110.
7. D. Ponomaryov. Properties of relatively decomposable theories. // Материалы Всеросс. конф. «Знания-Онтологии-Теории» (ЗОНТ-07). — Новосибирск, 2007. — Т. I. — С. 116–121.
8. Н.А. Омелянчук, В.В. Миронова, Е.М. Залевский, И.С. Шамов, Н.Л. Подколотный, Д.К. Пономарев, Н.А. Колчанов. Извлечение знаний из опубликованных данных по генетике растений: база данных AGNS и ее приложения // Материалы Всеросс. конф. «Знания-Онтологии-Теории» (ЗОНТ-07). — Новосибирск, 2007. — Т. I. — С. 54–60.
9. A. Morozov, D. Ponomaryov. Three Computability Results on the Decomposability Property of Theories // Тез. Междунар. конф. «Мальцевские чтения». — Новосибирск, 2007. — 2 с.
10. Н.А. Омелянчук, В.В. Миронова, Е.М. Залевский, Н.Л. Подколотный, Д.К. Пономарев, С.В. Николаев, И.Р. Акбердин, Е.А. Озонов, В.А. Лихошвай, С.И. Фадеев, А.В. Пененко, В.В. Лавреха, У.С. Зубаирова, Н.А. Колчанов. Морфогенез растений: реконструкция в базах данных и моделирование // Системная компьютерная биология. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. — С. 539–588.

## **2. Исследование методов визуализации структурированной информации на основе графовых моделей и разработка универсальной интерактивной среды визуализации атрибутированных иерархических графовых моделей.**

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

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



Пользовательский интерфейс системы Visual Graph

Авторы: д.ф.-м.н. Касьянов В.Н., к.ф.-м.н. Касьянова Е.В., Гордеев Д.С., Золотухин Т.А., Колбин Д.С.

### Публикации по результату:

1. Касьянов В. Н., Касьянова Е. В. Визуализация графов и графовых моделей. — Новосибирск: ООО «Сибирское Научное Издательство», 2010. — 123 с.
2. Касьянов В. Н. Визуализация графов и графовых моделей // Труды X Междунар. конф. «Информатика: проблемы, методология, технология». — Воронеж: ВГУ, 2010. — Т.1. — С. 277– 280.
3. Гордеев Д.С. Визуализация алгоритмов, в частности, алгоритмов на графах // Проблемы системной информатики. — Новосибирск: ИСИ СО РАН, 2010. — С. 63– 101.
4. Золотухин Т.А., Колбин Д.С. Универсальная интерактивная среда визуализации атрибутированных иерархических графовых моделей // Тез. научной студенческой конф. Лаборатории НГУ-Интел «Технологии высокопроизводительных вычислений» — Новосибирск: НГУ, 2010. — С. 26–31.
5. Золотухин Т.А., Колбин Д.С. Универсальная интерактивная среда VisualGraph для визуализации атрибутированных иерархических графовых моделей // Материалы Всеросс. научной конф. «Наука. Технологии. Инновации». — Новосибирск: НГТУ, 2010. — Ч. 1. — С. 17–18.

### 3. Технология предикатного программирования для спецификации, дедуктивной верификации, синтеза и эффективной реализации программ дискретной и вычислительной математики

Разработана технология предикатного программирования для спецификации, конструирования, автоматизированной дедуктивной верификации, программного синтеза, тестирования и трансформационной реализации программ дискретной и вычислительной математики. Разработан теоретический базис дедуктивной верификации и программного синтеза, использующий новое понятие логики программы. Построена система правил



доказательства корректности операторов относительно спецификаций операторов в виде предусловий и постусловий. На базе системы правил разработан эффективный и простой алгоритм генерации формул корректности программы для последующего доказательства в рамках системы автоматического доказательства PVS. Используя эту же систему правил можно проводить синтез предикатной программы по ее спецификации.

Разработанные методы дедуктивной верификации и синтеза опробованы примерно для 20 небольших программ. Применение разработанных методов верификации и синтеза целесообразно, в первую очередь, в приложениях с высокой ценой ошибки.

```

PVS@host.localdomain
Rule? (inst -1 "z" "(2 ^ (-d))")
Instantiating the top quantifier in -1 with the terms:
  z, (2 ^ (-d)),
this yields 2 subgoals:
FC21.2.1 :
[-1] z / (2 ^ (-d)) = mod(z, (2 ^ (-d))) / (2 ^ (-d)) + div(z, (2 ^ (-d)))
[-2] floor(-(z / (2 ^ (-d)))) = -ceiling(z / (2 ^ (-d)))
[-3] y = floor(-(2 ^ d * z))
|-----
[1] d >= 0
[2] mod(z, 2 ^ (-d)) = 0
[3] y = -div(z, 2 ^ (-d)) - 1
Rule?

U:*. *pvs* Bot L2463 (ILISP :ready)-----
mod_div_ne: LEMMA n / q = mod(n, q) / q + div(n, q)

FC21: LEMMA
  Q floor1(S, d, z, y) & NOT S = 0 & NOT d >= 0 & NOT mod(z, 2 ^ (-d)) = 0
  IMPLIES
    y = -div(z, 2 ^ (-d)) - 1
END floor1

..(DOS)... floorE.pvs Bot L119 (PVS :ready)-----
  
```

Фрагмент доказательства условия корректности *FC21* для функции *floor* в системе *PVS*

Авторы: к.т.н. Шелехов В.И., м.н.с. Першин Д.Ю., асп. Карнаухов Н.С.

### Публикации по результату:

1. Шелехов В.И. Модель корректности программ на языке исчисления вычислимых предикатов. — Новосибирск, 2007. — 50с. — (Препринт / ИСИ СО РАН; N 145).
2. Shelekhov V. The language of calculus of computable predicates as a minimal kernel for functional languages // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2009. — Iss. 29. — P. 107–117.
3. Карнаухов Н.С., Першин Д.Ю., Шелехов В.И. Язык предикатного программирования P. — Новосибирск, 2010. — 42с. — (Препр. / ИСИ СО РАН; N 153).
4. Шелехов В.И. Верификация и синтез эффективных программ стандартных функций floor, isqrt и ilog2 в технологии предикатного программирования // Тр. 12-й Междунар. конф. «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». — Самара: Самарский научный центр РАН, 2010. — С. 622–630.
5. Шелехов В.И. Верификация и синтез программ сложения на базе правил корректности операторов // Моделирование и анализ информационных систем. — Ярославль, 2010. — (в печати).

6. Шелехов В.И. Предикатное программирование. Учебное пособие. — Новосибирск: НГУ, 2009. — 109с.

#### **4. Развитие теоретико-категорных методов сравнительного анализа эквивалентностей параллельных моделей с реальным временем**

С целью унификации понятия бисимуляции сформулированы характеристики в терминах мостов открытых морфизмов эквивалентностей из спектра «линейного/ветвистого времени» в контексте временных моделей с семантикой «интерливинг/истинный параллелизм» — временных систем переходов, временных структур событий и временных автоматов высших размерностей. Для временных систем переходов построены коалгебраический и логический эквиваленты трассовой, тестовой и бисимуляционной эквивалентностей, бисимуляции «с шипами», слабой и задержанной бисимуляций. При этом на основе анализа свойств категории модели доказано, что данные бисимуляции действительно являются отношениями эквивалентности. Разработаны и исследованы категории временных расширений первичных, расслоенных, стабильных структур событий, для которых построена семантика «истинного параллелизма» в терминах областей Скотта и установлены строгие взаимосвязи в терминах существования сопряжения и корефлексии.

*Авторы: Вирбицкайте И.Б., Грибовская Н.С., Дубцов Р.С., Андреева М.В., Ошевская Е.С.*

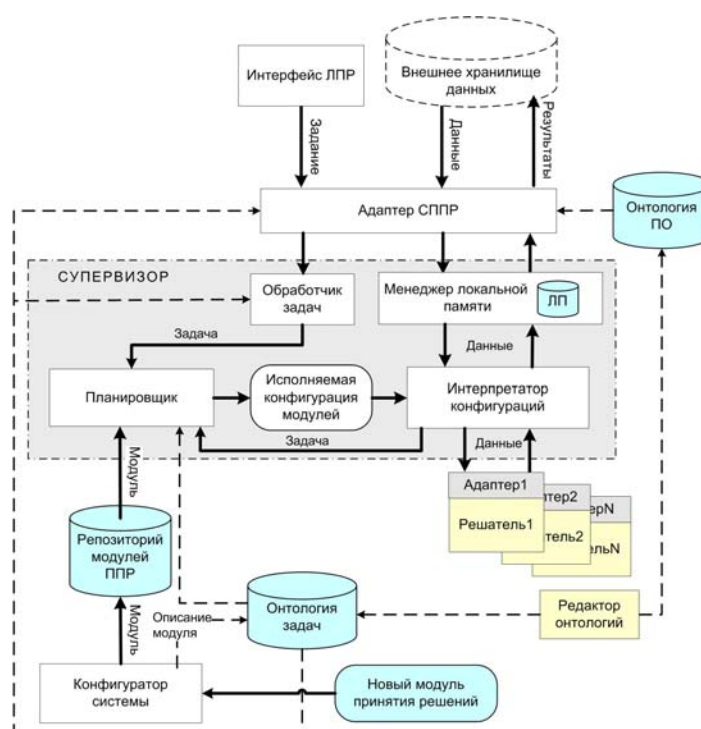
#### **Публикации по результату:**

1. Gribovskaya N.S., Virbitskaite I.B. A Categorical Observation of Timed Testing Equivalence. // Proc. 9-th International Conf. “Parallel Computing Technologies”. — Berlin etc., 2007. — P. 35–46. — (Lect. Notes Comput. Sci.; 4671).
2. Вирбицкайте И.Б., Дубцов Р.С. Семантические области временных структур событий // Программирование. — 2008. — № 3. — С. 3–20.
3. Андреева М.В. Открытые отображения и поведенческие эквивалентности временных стабильных структур событий // Вестник НГУ. Сер.: Математика, механика, информатика. — 2008. — Т. 8, Вып. 2. — С. 14–29.
4. Gribovskaya N.S., Virbitskaite I.B. Timed Delay Bisimulation is an Equivalence Relation for Timed Transition Systems // Fundamenta Informaticae. — 2009. — Vol. 93. — P. 127–142.
5. Oshevskaya E.S. Open maps bisimulations for Higher Dimensional Automata Models // Proc. 17<sup>th</sup> International Symposium “Fundamentals of Computation Theory”. — Berlin etc., 2009. — P. 274–286. — (Lect. Notes Comput. Sci.; 5699).
6. Вирбицкайте И.Б., Грибовская Н.С. Об унификации поведенческих эквивалентностей временных систем переходов // Программирование. — 2010. — №3. — С. 19–32.
7. Gribovskaya N.S., Virbitskaite I.B. A Categorical View of Timed Weak Bisimulation // Theory and Applications of Models of Computation: Proc. / 7th Annual Conf., Prague, Czech Republic, June 7–11, 2010. — Berlin etc., 2010. — P. 443-454. — (Lect. Notes .Comput. Sci.; 6108).
8. Virbitskaite I.B., Gribovskaya N.S., Best E. A Categorical View of Timed Behaviours // Fundamenta Informaticae. — 2010. — Vol. 102(1). — P. 129–143.

#### **5. Разработка архитектуры интеллектуальной системы поддержки принятия решений, обеспечивающей интеграцию разнородных данных и методов принятия решений на основе онтологии.**

Предложена архитектура интеллектуальной системы поддержки принятия решений (СППР), использующей в своей работе информацию из внешнего хранилища данных

(ВХД) и набор решателей, реализующих различные методы принятия решений. Включением в состав СППР взаимосвязанных онтологий (онтологии предметной области и онтологии задач) в качестве полноправного компонента обеспечивается ее настройка на предметную область (ПО) и типы решаемых задач. Онтология ПО, с одной стороны, выступает в качестве высокоуровневого интерфейса к внешнему хранилищу данных, обеспечивая доступ к хранящейся в нем информации в виде объектов предметной области (т.е. реализует объектную модель взаимодействия с ВХД). С другой стороны, на основе онтологии ПО разработан формат представления данных, позволяющий упростить и унифицировать обмен информацией между разнородными компонентами и модулями (решателями) СППР. Онтология задач обеспечивает настройку системы на типы решаемых задач. Она включает описания решаемых системой задач и модулей поддержки принятия решений, реализующих их решения. В онтологии также представлены отношения между задачами, модулями принятия решений и решателями. Подход опробован при разработке СППР для системы оперативного мониторинга технологической инфраструктуры нефтегазодобывающего предприятия.



Архитектура СППР

Автор: Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Ануреев И.С.

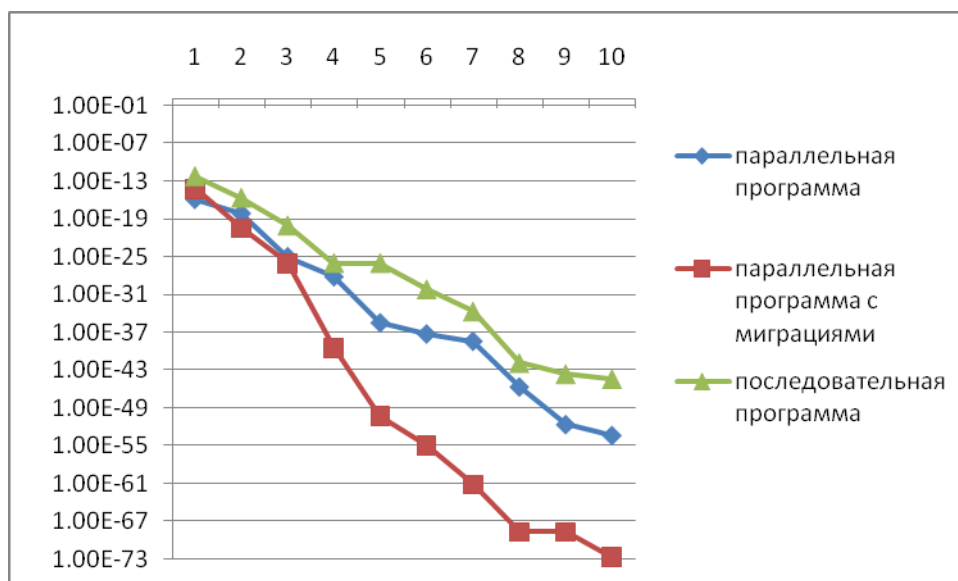
#### Публикации по результату:

1. Yury Zagorulko, Galina Zagorulko. Ontology-Based Approach to Development of the Decision Support System for Oil-and-Gas Production Enterprise // New Trends in Software Methodologies, Tools and Techniques: Proc. of the 9th SoMeT\_10. — Amsterdam: IOS Press, 2010. — P.457–466.
2. Yury Zagorulko, Galina Zagorulko. An Approach to Development of the Decision Support System for Enterprise with Complex Technological Infrastructure // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 31. — P. 95–207.

3. Ануреев И.А., Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б. Подход к разработке системы поддержки принятия решений на примере нефтегазодобывающего предприятия. // Известия Томского политехнического университета. — 2010. — Т. 316, № 5. — С. 127–131.
4. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Кравченко А.Ю., Сидорова Е.А. Разработка системы поддержки принятия решений для нефтегазодобывающего предприятия // Труды 12-й нац. конф. по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2010). — М.: Физматлит, 2010. — Т.3. — С. 137–145.
5. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Булгаков С.В. Подход к разработке системы поддержки принятия решений для добывающего предприятия нефтегазового комплекса // Тр. XII Междунар. конф. «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». — Самара: Самарский Научный Центр РАН, 2010. — С. 512–517.
6. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б. Поддержка принятия решений по повышению энергоэффективности и экологической безопасности на нефтегазодобывающем предприятии // Тр. XV Байкальской Всероссийской конф. «Информационные и математические технологии в науке и управлении». — Иркутск: Инст-т систем энергетики им Л.А. Мелентьева СО РАН, 2010. — Т.2. — С. 185–190.

## 6. Параллельные алгоритмы и комплекс программ для структурного анализа состава РНК последовательностей

Разработаны новые параллельные алгоритмы и комплекс параллельных программ для кластера и графического процессора, содержащий более 10 программных компонент, для поиска паттернов в коротких последовательностях РНК. В частности, в рамках данного исследования реализована программа на кластере, позволяющая искать шаблоны, состоящие из набора слов с помощью генетического алгоритма, реализованного по островному принципу. Шаблоны, названные суперсловами, состоят из набора слов, каждое из которых представляет собой шпильчатую структуру РНК определенной длины с ограничениями на нуклеотидный состав в заданных позициях. Такая сложная структура обусловлена биологическим значением результатов поиска для практики. В основном анализировались РНК последовательности, связывающиеся с белком NuR



Сходимость алгоритма в зависимости от номера итерации для последовательной реализации, параллельной реализации и параллельной реализации с учетом миграций между островами

*Авторы: Бабий Д., к.ф.-м.н. Пальянов А., к.ф.-м.н. Черемушкин Е., Штокало Д., Нечкин С., Хейдариан М., Лоренс Дж.*

#### **Публикации по результату:**

1. Пальянов А., Черемушкин Е., Штокало Д., Нечкин С., Хейдариан М., Лоренс Дж. Структурный анализ состава РНК последовательностей, связывающихся с белком HuR // Программные продукты и системы. — 2010. — N. 3.
2. Kolpakov F. A., Tolstyh N., Kutumova E. O., Kiselev I. N., Shadrin A. A., Valeev T. F., Ryabova A., Sharipov R. N., Kel A. E. BioUML — Integrated Platform for Building Virtual Cell and Virtual Physiological Human. // Proc. of 7th Intl. Conf. on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure/Systems Biology (BGRS/SB-2010). — 2010. — P.144.
3. Valeev, T. F., Tolstyh, N., Kolpakov, F. A. Web-based Genome Browser Using AJAX and Canvas Technologies. // Proc. of 7th Intl. Conf. on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure/Systems Biology (BGRS/SB-2010). — 2010. — P.297.

#### **7. Результат по Проекту РАН 2/12**

Рассмотрены задачи структурирования документного контента для архивных фактографических систем. Предложено и обосновано решение на основе так зываемой техники *кассет*, объединяющих архивные копии документов, варианты контента, предназначенные для использования в Интернете, базу данных по документам и системы иерархической структуризации.

**В 2010 г. Институт проводил исследования по следующим программам:**

#### **Интеграционные проекты РАН и СО РАН:**

1. **Проект РАН 2/12** – «Формальные языки и методы спецификации, анализа и синтеза информационных систем»

*Научный руководитель проекта — д.ф.-м.н. А.Г. Марчук*

2. **Заказной интеграционный проект СО РАН №1** «Создание программной среды для институтов СО РАН на базе свободно распространяемого ПО и программного обеспечения с открытым исходным кодом в качестве составной части национальной программной платформы». (Совместный проект ИМ СО РАН, ИВМиМГ СО РАН, ИСИ СО РАН).

*Научный руководитель проекта (от ИСИ) — д.ф.-м.н. А.Г. Марчук*

3. **Междисциплинарный проект СО РАН №111** «Интеллектуальный компьютерный анализ научных текстов для поиска, извлечения и интеграции знаний: приложение к катализу в химии и биологии». (Совместный проект ИЦИГ СО РАН, ИК СО РАН, ИСИ СО РАН, ГПНТБ СО РАН, Институт лингвистических исследований РАН, Санкт-Петербург, НИВЦ МГУ имени Ломоносова).

*Научный руководитель проекта (от ИСИ) — к.т.н. Ю.А. Загорюлько*

## Гранты РФФИ:

**1. Проект РФФИ № 08-01-00899а** «Исследование и классификация парадигм компьютерных языков»

*Руководитель — д.ф.-м.н. Марчук А.Г.*

**2. Проект РФФИ № 01-91334-ННИО\_а** «Формальные методы построения и анализа распределенных систем реального времени»

*Научн. Руководитель — д.ф.-м.н. Вирбицкайте И.Б.*

**3. Проект РФФИ 09-01-00361а** «Автоматическая верификация программ с использованием булевских решателей».

*Научн. руководитель — Шилов Н.В.*

**4. Проект РФФИ 09-07-00012а** «Интерактивная электронная энциклопедия теоретико-графовых алгоритмов решения задач информатики и программирования».

*Научн. руководитель — д.ф.-м.н. Касьянов В.Н.*

**5. Проект РФФИ 08-01-00673** «Методы теории графов в анализе дискретных структур»

*Научн. руководитель — д.ф.-м.н. Евстигнеев В. А.*

**6. Проект РФФИ 09-07-00400а** «Исследование и разработка методов и средств анализа и визуализации разнородных знаний больших информационных порталов».

*Научн. руководитель — к.т.н. Загоруйко Ю.А.*

**7. Проект РФФИ № 10-01-92878-АНФ\_з**

Участие в совместном российско-австрийском семинаре “Computability and Definability”.

*Руководитель — д.ф.-м.н. Селиванов В.Л.*

**8. Проект РФФИ № 10-01-09210-моб з**

Участие в 3-ем международном конгрессе и школе по универсальной логике

*Руководитель — Пономарев Д.К.*

**9. Проект РФФИ № 10-07-08082-з**

Участие в 9-й Международной конференции по методологии, инструментальным средствам и технологиям разработки программного обеспечения (SoMeT-10)

*Научн. руководитель — к.т.н. Загоруйко Ю.А.*

## Гранты Российского гуманитарного научного фонда:

**1. Проект РГНФ 10-04-12108в** «Разработка двуязычного тезауруса по компьютерной лингвистике»

*Руководитель — к.т.н. Загоруйко Ю.А.*

**2. Проект РГНФ 10-03-12116в** «Электронная система поддержки исторической фактографии: наполнение и развитие»

*Руководитель — д.ф.-м.н. Марчук А.Г.*

## Прочие гранты

**1. Грант по программе «УМНИК»**

**Проект № 8558 от 01.03.2008** «Разработка алгоритмического и программного обеспечения для визуализации данных радиоактивного каротажа и выделения нефтенасыщенных пластов на основе кластеризации»

*Руководитель — асп. Поплевина Н.В.*

## **2. Грант по программе «УМНИК»**

**Проект № 8559 от 01.03.2008** «Использование фактографического подхода для создания персональных и распределенных информационных систем»

*Руководитель — Марчук П.А.*

## **3. Грант Мэрии г. Новосибирска (Субсидия молодым ученым и специалистам в сфере инновационной деятельности)**

Тема работы: «Разработка алгоритмов и программного обеспечения для обработки изображений, получаемых со спутников, и создания панорам из этих изображений»

*Руководитель — асп. Гужавина И.В.*

## **4. Грант по программе “GREAT MINDS INTERNSHIP” компании IBM**

Стажировка в лаборатории IBM Zurich Research Lab. в течение полугода

Тема работы: «Исследование алгоритмов эллиптической криптографии»

*Получил грант — студ. Калинин П.А.*

*Руководитель исследований в Швейцарии — Christoph Hagleitner*

## **Общая характеристика исследований лаборатории теоретического программирования**

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

### **Основные результаты научных исследований за год, их практическое использование и применение в учебном процессе**

**Приоритетное направление IV.32.** Архитектура, системные решения, программное обеспечение и информационная безопасность информационно-вычислительных комплексов и сетей новых поколений. Системное программирование.

**Программа IV.32.2.** Математические, системные и прикладные аспекты перспективных информационных технологий, автоматизации программирования и управления.

**Проект** «Теоретические и экспериментальные исследования моделей и методов спецификации, семантики и верификации программ и систем»

*Научные руководители: В.А.Непомнящий, В.Л.Селиванов*

*Ответственные исполнители: И.Б.Вирбицкайте, И.С.Ануреев, А.В.Быстров, М.В.Коровина, И.В.Тарасюк, Н.В.Шилов, Т.Г.Чурина.*

### **Исследования, вошедшие в список основных результатов Института:**

1. «Развитие теоретико-категорных методов сравнительного анализа эквивалентностей параллельных моделей с реальным временем»

*Авторы: Вирбицкайте И.Б., Грибовская Н.С., Дубцов Р.С., Андреева М.В., Ошевская Е.С.*

### **Описание проведенных научных исследований**

#### **Блок 1. Логические, автоматные и сложностные методы исследования систем дискретного и непрерывного времени**

*Ответственные исполнители: Коровина М.В., Селиванов В.Л.*

Получены новые результаты о структуре степеней Вэджа о разностной иерархии  $k$ -разбиений некоторых пространств. Основное внимание уделено Бэровскому пространству, Бэровской области (в смысле Скотта) и тесно связанных с ними пространств. Для случая  $\Delta^0_2$ -измеримых  $k$ -разбиений получено исчерпывающее описание этих объектов, расширяющее классическую разностную иерархию множеств Хаусдорфа, а также рассмотренный ранее П. Хертлингом фрагмент, определяемый конечными булевыми комбинациями конечных множеств. Важность этих результатов обусловлена тем фактом, что Бэровское пространство используется в вычислимом анализе для представления других (более сложных) пространств, в частности конечномерных евклидовых пространств. Эти результаты могут быть использованы для «измерения» топологической сложности (в частности, невычислимости) многих практически важных задач численного анализа.

В применениях тонких иерархий (в частности, разностной иерархии Хаусдорфа) важную роль играют их описания в терминах так называемых альтернирующих деревьев, а также поиск связанных с ними определенным образом сводимостей. Изучен вопрос о том, насколько общими являются эти методы. Аналогичные вопросы изучены для более



общего (и более сложного) случая иерархий  $k$ -разбиений, которые в последнее время изучаются в вычислимом анализе как средство классификации проблем по их топологической сложности.

Впервые получена логическая характеристика полиномиальной вычислимости в Канторовом пространстве в терминах характеристик классов сложности в конечной теории моделей.

Разработана теория определимости (первого порядка) в структуре слов с отношением включения, аналогичная развитым ранее теориям для  $h$ -квазипорядка на конечных  $k$ -размеченных лесах и для структуры слов с инфиксным порядком. Охарактеризована группа автоморфизмов этой структуры, и показано, что любой арифметический предикат, инвариантный относительно автоморфизмов, определим в этой структуре.

Доказано, что так называемые 1- и 2-предпорядки на множестве конечных  $k$ -размеченных деревьев имеют наследственно неразрешимую теорию при  $k > 2$ . Вместе с известными результатами Хертлинга эти результаты влекут неразрешимость теории соответствующих структур степеней Вайрауха, которые в последнее время активно изучаются и применяются для характеристики сложности проблем в анализе.

Предложен оригинальный подход к построению логических спецификаций гибридных систем на основе языка  $\Sigma$ -формул и вычислимого анализа. Исследованы условия на гибридные системы, при которых траектории являются вычислимыми функционалами. Предложенная формализация отличается от ранее рассматриваемых тем, что непрерывная и дискретная часть, а также их взаимодействие определяются формулами в рамках одной и той же алгебраической модели. Это позволяет исследовать безопасность гибридных систем на языке  $\Sigma$ -формул.

Исследована возможность построения конечных бисимуляций для Пфаффовых гибридных систем, которые позволяют моделировать сложную динамику в рамках логических теорий. Построен алгоритм для проверки безопасности Пфаффовых динамических систем и получены оценки его сложности. Данные исследования посвящены одной из центральных проблем в теории динамических систем — проблеме безопасности. Основные результаты включают алгоритмы для проверки свойств траекторий Пфаффовых динамических систем, таких как инвариантность и безопасность, а также оценку сложности построенных алгоритмов. Результаты и методы являются важным вкладом в развитие логических методов для исследования поведения динамических систем.

Исследованы основные принципы применения программного пакета iRRAM в построениях траекторий гибридных систем. Разработан алгоритм динамического пошагового построения траекторий динамических систем с полиномиальной сложностью.

Введено и исследовано понятие вычислимости на позитивных предикатных структурах. Доказаны свойства позитивных предикатных структур, такие как теорема Ганди, существование универсального предиката. Доказано, что топологическое пространство, индуцированное позитивными предикатами, является эффективно перечислимым топологическим пространством тогда и только тогда, когда экзистенциальная теория структуры рекурсивно перечислима. Проведен сравнительный анализ введенной вычислимости и мажорантной вычислимости на позитивных предикатных структурах.

## **Блок 2. Исследование взаимосвязей временных и стохастических расширений формальных моделей и эквивалентностей параллельных систем.**

*Ответственные исполнители: Вирбицкайте И.Б., Тарасюк И.В.*

В рамках исчисления дискретно-временных стохастических боксов Петри dtsPBC предложена логическая характеристика стохастических бисимуляционных

эквивалентностей процессных формул с использованием формул новых вероятностных модальных логик. Определена конгруэнтность стохастических эквивалентностей исчисления dtsPBC. Показано, что шаговая стохастическая бисимуляция — самое абстрактное отношение эквивалентности, позволяющее сравнивать стохастические процессы в их стабильных состояниях.

Построено новое исчисление dtsiPBC, расширяющее dtsPBC мгновенными мультидействиями, шаговая операционная семантика которого определена с использованием помеченных вероятностных систем переходов, а денотационная семантика — на основе помеченных дискретно-временных стохастических и мгновенных сетей Петри. С целью оценки производительности моделируемых вычислительных систем исследован соответствующий обоим семантикам стохастический процесс, являющийся полумарковской цепью.

С целью унификации понятия бисимуляции сформулированы теоретико-категорные характеристики в терминах мостов открытых морфизмов эквивалентностей «линейного/ветвистого времени» в контексте временных моделей с семантикой «интерливинг/истинный параллелизм» — временных систем переходов и временных автоматов высших размерностей. Для временных систем переходов построены коалгебраический и логический эквиваленты трассовой, тестовой и бисимуляционной эквивалентностей, бисимуляции «с шипами», слабой и задержанной бисимуляций. При этом на основе анализа свойств категории исследуемой модели доказано, что данные бисимуляции действительно являются отношениями эквивалентности.

Для модели непрерывно-временных структур событий с невидимыми действиями (ВСС) исследована возможность применения методов композиции при построении логических характеристических формул временных тестовых эквивалентностей. Для ВСС, полученных с помощью последовательной/параллельной композиции и операции недетерминированного выбора, разработаны алгоритмы композиции характеристических формул подструктур ВСС с целью построения характеристической формулы всей ВСС.

### **Блок 3. Методы спецификации и верификации императивных программ и их применение**

*Ответственные исполнители: Ануреев И.С., Непомнящий В.А., Шилов Н.В.*

Были продолжены исследования по трём направлениям:

- спецификация и верификация программ на модельных языках низкого уровня;
- спецификация и верификация программ на языке C;
- развитие метасредств спецификации и верификации.

В направлении спецификации и верификации программ на модельных языках была разработана трансформационная и аксиоматическая семантика программ на модельном языке программирования со статическими массивами, ориентированная на использование для верификации таких программ с помощью булевских решателей.

Разработанный ранее двухуровневый метод верификации программ на языке C-light, в котором используется трансляция языка C-light в язык C-kernel, был усовершенствован посредством разработки новой смешанной аксиоматической семантики языка C-kernel, позволяющей существенно упростить условия корректности. Термин «смешанная» означает, что в эту семантику вводятся правила вывода специального вида, применяемые, когда в анализированном фрагменте программы нет переменных, доступ к значению которых осуществляется через указатели.

Разработано расширение аксиоматической семантики для языка C-kernel. Суть расширения состоит в добавлении к правилам «семантической разметки». Предложенное расширение соответствует различным концепциям, возникающим при анализе структуры условий корректности. Разработаны алгоритмы упрощения помеченных условий корректности, извлечения и нормализации меток, а также различные шаблоны для

перевода меток в пояснения условий корректности на естественном языке. Таким образом, впервые в проекте по верификации С-программ разработан метод формального построения пояснений для условий корректности, что позволяет пользователю понять структуру условия корректности и роль этого условия в процессе верификации программы, а также предлагает способ локализации потенциальных ошибок.

В качестве дальнейшего развития метода операционно-онтологической семантики языков программирования разработан метод информационно-онтологического моделирования языков программирования. Суть метода заключается в переходе от программ к их информационно-онтологическим моделям. Унифицированные информационно-онтологические модели программ более удобны для описания методов спецификации, анализа и верификации по сравнению с исходными текстами программ или специальными внутренними представлениями программ, реализованными в существующих системах анализа и верификации. Так, в случае определения семантики языка программирования это означает, что операционно-онтологическая семантика определяется для информационно-онтологических моделей программ. Информационно-онтологическая модель языка программирования включает информационно-онтологическую модель, в которой представляются программы на этом языке и данные для них, а также алгоритмы трансляции программ на целевом языке и данных для них в эту модель. Предложена методология применения нового языка Atoment для построения информационно-онтологических моделей языков программирования на примере языка С.

Предложен новый подход к верификации программного обеспечения, который позволяет интегрировать, унифицировать и комбинировать методы и техники верификации программ, накапливать и использовать знания о них. Особенностью подхода является использование предметно-ориентированного языка разработки средств верификации программ, который представляет в едином унифицированном формате как методы и техники верификации, так и данные для них (информационно-онтологические модели программ, аннотации, логические формулы). Разработаны принципы проектирования систем анализа и верификации программного обеспечения нового поколения, базирующиеся на этом подходе. Ориентированный на верификацию язык позволяет пользователю таких систем описывать в естественной нотации методы и техники верификации, верифицировать алгоритмы в различных предметных областях, добавляя при необходимости свои языки для их представления, разделять методы и техники верификации с другими пользователями системы и комбинировать их. Системы такого типа выполняют функции как специализированных сред ускоренной разработки инструментов в области верификации программ, так и информационных систем, которая аккумулирует знания в этой области и обеспечивает доступ к ним. В частности, знаниями, представленными в этих системах, являются методы и техники верификации программ. Предложена архитектура мультиязыковой системы анализа и верификации программного обеспечения СПЕКТР, базирующейся на этом подходе. В качестве базиса языка разработки средств верификации системы СПЕКТР выбран язык Atoment. В рамках интеграции в систему СПЕКТР авторских разработок в области верификации программ на языке С и создания на их основе инструмента для верификации С-программ, разработана информационно-онтологическая модель языка С и специфицированы на языке Atoment двухуровневый метод верификации С-light программ и смешанная аксиоматическая семантика языка С-kernel.

#### **Блок 4. Методы и средства спецификации, анализа и верификации распределенных и мультиагентных систем**

*Ответственные исполнители: Быстров А.В., Непомнящий В.А., Чурина Т.Г., Шилов Н.В.*

Разработан и обоснован мультиагентный алгоритм решения геометрической задачи о назначениях. Этот алгоритм был верифицирован с помощью известной системы проверки моделей SPIN. Был описан символьный формат представления знаний агентов

в моделях распределённых и мультиагентных систем с использованием аффинных множеств.

С целью моделирования и анализа распределённых систем, представленных на разработанном ранее языке спецификаций Dynamic-REAL, разработан метод трансляции этого языка в сети Петри высокого уровня — иерархические временные типизированные сети. На основе этого метода реализован транслятор из языка Dynamic-REAL в эту сетевую модель.

Для анализа и верификации телекоммуникационных систем, специфицированных взаимодействующими расширенными конечными автоматами, был разработан и реализован транслятор из этих спецификаций в раскрашенные сети Петри. Этот транслятор был применен к верификации методом проверки моделей нескольких кольцевых протоколов.

## **Блок 5. Языки и формализмы для спецификации концептуально сложных информационных систем**

*Ответственные исполнители: Ануреев И.С., Шилов Н.В.*

Разработан новый язык выполнимых спецификаций Atoment, который является универсальной оболочкой для предметно-ориентированных языков (domain-specific languages), используемых в концептуально сложных информационно-вычислительных системах.

Описан синтаксис, семантика и стандартная библиотека этого языка. Язык представляет собой комбинацию двух языков: графового и онтологического. Язык описания и обработки графов с развитыми средствами переписывания графов (graph rewriting) и сопоставления с образцом (pattern matching) выполняет функцию описания данных нижнего уровня и вычислительную функцию обработки этих данных. Онтологический язык с развитой системой макроопределений выполняет функцию концептуальной и терминологической надстройки над графовым языком и приближает за счет макроопределений формальные спецификации к спецификациям на естественном языке, обеспечивая тем самым удобство их понимания и использования. В настоящее время язык Atoment используется как средство спецификации языков программирования на базе операционно-онтологического подхода.

Разработан прототип портала знаний по компьютерным языкам, произведено его первоначальное наполнение, а сам прототип был запущен в сети Интернет для публичного тестирования и апробации. Были продолжены исследования взаимосвязей императивной, функциональной, логической и параллельной парадигм программирования.

### **Результаты работы по грантам**

#### **Российские проекты**

**Проект РФФИ 08-01-00899а** «Исследование и классификация парадигм компьютерных языков»

*Руководитель — Марчук А.Г.*

*Исполнители: Шилов Н.В., Ануреев И.С., Бодин Е.В.*

*Сроки: 2008–2010*

**Проект РФФИ 09-01-00361а** «Автоматическая верификация программ с использованием булевских решателей».

*Руководитель — Шилов Н.В.*

**Интеграционная программа СО РАН 14/9** «Разработка моделей и методов построения информационных систем, основанных на формальных, логических и лингвистических подходах»

*Руководитель — Марчук А.Г.*

*Руководитель группы «Разработка универсального логического формализма для описания онтологий на основе комбинации дескриптивного, эпистемического и темпорально-программного подходов» — к.ф.-м.н. Ануреев И.С.*

## **Международные проекты**

**Проект РФФИ № 01-91334-ННИОа** «Формальные методы построения и анализа распределенных систем реального времени»

*Иностраный партнер: Университет Бундесвера, Мюнхен Германия.*

*Координаторы проекта: Айке Бест, Вирбицкайте И.Б.*

*Сроки: 2009–2011*

## **Результаты, полученные в 2010 году**

В рамках исчисления дискретно-временных стохастических боксов Петри dtsPBC предложена логическая характеристика стохастических бисимуляционных эквивалентностей процессных формул с использованием формул новых вероятностных модальных логик. Определена конгруэнтность стохастических эквивалентностей исчисления dtsPBC. Показано, что шаговая стохастическая бисимуляция – самое абстрактное отношение эквивалентности, позволяющее сравнивать стохастические процессы в их стабильных состояниях.

Построено новое исчисление dtsiPBC, расширение dtsPBC мгновенными мультидействиями, шаговая операционная семантика которого определена с использованием помеченных вероятностных систем переходов, а денотационная семантика – на основе помеченных дискретно-временных стохастических и мгновенных сетей Петри. С целью оценки производительности моделируемых вычислительных систем исследован соответствующий обоим семантикам стохастический процесс, являющийся полумарковской цепью.

С целью унификации понятия бисимуляции сформулированы теоретико-категорные характеристики в терминах мостов открытых морфизмов эквивалентностей «линейного/ветвистого времени» в контексте временных моделей с семантикой «интерливинг/истинный параллелизм» — временных систем переходов и временных автоматов высших размерностей. Для временных систем переходов построены коалгебраический и логический эквиваленты трассовой, тестовой и бисимуляционной эквивалентностей, бисимуляции «с шипами», слабой и задержанной бисимуляций. При этом на основе анализа свойств категории исследуемой модели доказано, что данные бисимуляции действительно являются отношениями эквивалентности.

Для модели непрерывно-временных структур событий с невидимыми действиями (VCC) исследована возможность применения методов композиции при построении логических характеристических формул временных тестовых эквивалентностей. Для VCC, полученных с помощью последовательной/параллельной композиции и операции недетерминированного выбора, разработаны алгоритмы композиции характеристических формул подструктур VCC с целью построения характеристической формулы всей VCC.

Доказано, что так называемые 1- и 2-предпорядки на множестве конечных  $k$ -размеченных деревьев имеют наследственно неразрешимую теорию при  $k > 2$ . Вместе с известными результатами Хертлинга эти результаты влекут неразрешимость теории соответствующих структур степеней Вайрауха, которые в последнее время активно изучаются и применяются для характеристики сложности проблем в анализе.

**Организация визита** (25.08.2010–01.09.2010) профессора П. Хертлинга в ИСИ в рамках этого проекта.

**Международный проект** «Вычислительный и динамический анализ» EPSRC grant EP/E050441/1.

*Руководители:* Давид Брумхед, Наворд Бариджер, Пол Глендиннинг, Университет Манчестера, Англия.

*Участник:* Коровина М.В.

*Сроки:* 2007 - 2010

**Проект РФФИ № 10-01-92878-АНФ\_з**

Участие в совместном российско-австрийском семинаре “Computability and Definability”.

*Участник:* Селиванов В.Л.

### **Организация международного семинара**

Международный семинар «Семантика, спецификация и верификация программ: теория и приложения» (Workshop on Program Semantics, Specification and Verification: Theory and Applications, PSSV 2010) был проведен 14–15 июня 2010 в г. Казань в рамках 5-го Международного симпозиума по компьютерным наукам в России (5th International Computer Science Symposium in Russia, CSR 2010). Этот семинар был организован совместно с Ярославским государственным университетом.

### **Список публикаций лаборатории**

#### **Монографии и учебные пособия**

1. Шилов Н.В. Основы синтаксиса, семантики и верификации программ. Учебное пособие. — РИЦ НГУ, 2010. — 16 п.л.

#### **Российские журналы**

1. Андреева Т.А., Ануреев И.С., Бодин Е.В., Городняя Л.В., Марчук А.Г., Мурзин Ф.А., Шилов Н.В. Образовательное значение классификации компьютерных языков // Прикладная информатика. — 2009. — №6 (24). — С. 18–28.
2. Ануреев И.С., Марьясов И.В., Непомнящий В.А. Верификация С-программ на основе смешанной аксиоматической семантики // Моделирование и анализ информационных систем. — Ярославский гос. университет, 2010. — Т. 17, № 3. — С. 5–28.
3. Боженкова Е.Н. Тестовые эквивалентности для моделей структур событий с непрерывным временем // Вычислительные технологии. — Новосибирск, 2010. — Т. 15, № 3. — С. 52–68.
4. Боженкова Е.Н., Иртегов Д.В., Киров А.В., Нестеренко Т.В., Чурина Т.Г. Автоматизированная система тестирования NSUts: Требования и разработка прототипа // Вестник НГУ Сер.: Информационные технологии. — Новосибирск: НГУ, 2010. — Т.8, Вып. 4. — С. 46–53.
5. Вирбицкайте И.Б., Грибовская Н.С. Об унификации поведенческих эквивалентностей временных систем переходов // Программирование. — 2010. — №3. — С. 19–32.
6. Жуков А.В., Кудинов О.В., Селиванов В.Л. Определимость операций замыкания в структуре размеченных лесов // Алгебра и логика. — 2010. — Т. 49, № 2. — С. 181–194
7. Загорюлько Ю.А., Ануреев И.А., Загорюлько Г.Б. Подход к разработке системы

8. Кудинов О.В., Селиванов В.Л., Ярцева Л.В. Определимость в структуре слов с отношением включения // *Сибирский мат. журнал.* — 2010. — Т. 51, № 3. — С. 575–583.
9. Непомнящий В.А., Ануреев И.С., Атучин М.М., Марьясов И.В., Петров А.А., Промский А.В. Система анализа и верификации С-программ СПЕКТР-2 // *Моделирование и анализ информационных систем.* — 2010. — Т.17, № 4. (в печати).
10. Непомнящий В.А., Попова Н.С., Чурина Т.Г. Моделирование спецификаций распределенных систем на языке Dynamic-REAL сетями Петри высокого уровня // *Вестник НГУ. Сер.: Информационные технологии.* — Новосибирск: НГУ, 2010. — Т.8, Вып. 4. — С. 25–34.
11. Гаранина Н.О. Проверка моделей распределённых систем с помощью аффинного представления данных // *Моделирование и анализ информационных систем.* — 2010. — № 4. (в печати).
12. Шилов Н.В. Заметки о парадигмах программирования // *Потенциал.* — 2010. — №4. — С. 33–38.
13. Шилов Н.В. Заметки о трёх парадигмах программирования // *Компьютерные инструменты в образовании.* — 2010. — №2.
14. Шилов Н.В. Пример верификации в проекте F@BOOL@, основанном на булевских решателях // *Моделирование и анализ информационных систем.* — 2010. — №4.
15. Anureev I.S. Introduction to the Atoment language // *Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci.* — 2010. — Iss. 31. (в печати).
16. Bozhenkova E.N. Compositional methods in characterization of timed event structures // *Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci.* — 2010. — Iss. 31. (в печати).
17. Promsky A.V. Error tracing axiomatic semantics for C-kernel // *Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci.* — 2010. — Iss. 31. (в печати).
18. Shilov N.V., Bodin E.V., Shilova S.O. Guided tour inside F@BOOL@: a case-study for a SAT-based verifying compiler // *Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci.* — 2010. — Iss. 31. (в печати).
19. Tarasyuk I.V. Performance preserving equivalences for dtsPBC // *Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci.* — 2010. — Iss. 31. (в печати)..
20. Virbitskaite I.B., Fleischhack H., Dedova A.V. Real Arithmetic Based Verification of Prioritized Time Petri Nets with Parameters // *Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci.* — 2010. — Iss. 31. (в печати).

### **Зарубежные журналы**

1. Korovina M., Vorobjov N. Computing combinatorial types of trajectories in Pfaffian Dynamics // *Journal of Logic and Algebraic Programming.* — 2010. — Vol. 79, N 1. — P. 32–37.
2. Müller N., Korovina M. Making big steps in trajectories // *Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science.* — 2010. — Vol. 24. — P. 106–119.
3. Selivanov V.L. On the Wadge reducibility of k-partitions // *Journal of Logic and Algebraic Programming.* — 2010. — Vol. 79, N 1. — P. 92–102.
4. Shilov N.V., Shilova S.O. Solving contest problems via formal program verification // *Problems in Programming.* — Kiev, 2010. — №2/3. — P. 355–362.
5. Virbitskaite I.B., Gribovskaya N.S., Best E. A Categorical View of Timed Behaviours // *Fundamenta Informaticae.* — 2010. — Vol. 102, N. 1. — P. 129–143.

### **Прочие зарубежные издания**

1. Dubtsov R.S. Timed transition systems with independence and marked Scott domains: an adjunction // *Berichte aus dem Department fuer Informatik.* — Carl von Ossietzky Universitaet Oldenburg, Germany, 2010. — 02/10. — 25 p.
2. Tarasyuk I.V. Equivalence relations for behaviour-preserving reduction and modular performance evaluation in dtsPBC // *Berichte aus dem Department fuer Informatik.* — Carl von Ossietzky Universitaet, Oldenburg, Germany, 2010. — 01/10. — 75 p.
3. Tarasyuk I.V., Macia H.S., Valero V.R. Discrete time stochastic Petri box calculus with immediate multiactions. — Albacete, Spain, 2010. — 25 p. — (Tech. Rep. / Department of Computer Systems / High School of Computer Science Engineering, Univ. of Castilla-La Mancha; DIAB-10-03-1).

### **Труды международных конференций**

1. Боженкова Е.Н., Иртегов Д.В., Нестеренко Т.В., Чурина Т.Г. Применение автоматизированной системы тестирования в учебном процессе // *Материалы междунар. научно-практической конф. «Новые информационные технологии в образовании» (НИТО-Байкал).* — Улан-Удэ, 2010. — С. 161–163.
2. Гаранина Н.О. Проверка моделей распределённых систем с помощью аффинного представления данных // *Тр. Междунар. семинара «Program Semantics, Specification and Verification: Theory and Applications».* — Казань: Отечество, 2010. — С. 56–62.
3. Непомнящий В.А., Ануреев И.С., Атучин М.М., Марьясов И.В., Петров А.А., Промский А.В. Система анализа и верификации С-программ СПЕКТР-2. // *Тр. Междунар. семинара «Program Semantics, Specification and Verification: Theory and Applications».* — Казань: Отечество, 2010. — С. 76–81.
4. Шилов Н.В. Пример верификации в системе F@BOOL@ // *Тр. Междунар. семинара «Program Semantics, Specification and Verification: Theory and Applications».* — Казань: Отечество, 2010. — С. 157–161.
5. Шилов Н.В., Городняя Л.В., Марчук А.Г. К определению парадигмы параллельного программирования // *Тр. Междунар. суперкомпьютерной конф. «Научный сервис в сети Интернет: суперкомпьютерные центры и задачи».* — 2010. — С. 130–139. (электронное издание)
6. Gribovskaya N.S., Virbitskaite I.B. A Categorical View of Timed Weak Bisimulation // *Theory and Applications of Models of Computation: Proc. / 7th Annual Conf., Prague, Czech Republic, June 7–11, 2010.* — Berlin etc., 2010. — P. 443–454. — (Lect. Notes .Comput. Sci.; 6108).
7. Korovina M., Kudinov O.  $\Sigma_K$ -constraints for Hybrid Systems // *Perspectives of System Informatics: Proc. / Seventh International Conference, Novosibirsk, 2009.* — Berlin etc., 2009. — P. 230–241. — (Lect. Notes .Comput. Sci.; 5947).
8. Beloglazov D., Nepomniaschy V. A Two-Level Approach for Modeling and Verification of Telecommunication Systems // *Perspectives of System Informatics: Proc. / Seventh International Conference, Novosibirsk, 2009.* — Berlin etc., 2009. — P. 70–85. — (Lect. Notes .Comput. Sci.; 5947).
9. Kudinov O.V., Selivanov V.L. A logic to capture P-time computability on Cantor space // *Workshop on Logical Approaches to Barriers in Computing and Complexity: Proc.* — Greifswald, Germany, 2010 — P. 68–70. — (Preprint-Reihe / Universitat Greifswald; N 6).
10. Kudinov O.V., Selivanov V.L., Zhukov A.V. Undecidability in Weihrauch degrees // *Workshop on Logical Approaches to Barriers in Computing and Complexity: Proc.* — Greifswald, Germany, 2010 — P. 124–127. — (Preprint-Reihe / Universitat Greifswald; N 6).
11. Korovina M., Kudinov O. Computability over positive predicate structures // *Workshop on Logical Approaches to Barriers in Computing and Complexity: Proc.* — Greifswald, Germany, 2010 — P. 121–124. — (Preprint-Reihe / Universitat Greifswald; N 6).



12. Kudinov O.V., Selivanov V.L., Yartseva L.V. Definability in the subword order // Proc. Conf. on Computability in Europe-2010. — Berlin etc., 2010. — P. 246–255. — (Lect. Notes .Comput. Sci.; 6158).
13. Kudinov O.V., Selivanov V.L., Zhukov A.V. Undecidability in Weihrauch degrees // Proc. Conf. on Computability in Europe-2010. — Berlin etc., 2010. — P. 256–265. — (Lect. Notes .Comput. Sci.; 6158).
14. Selivanov V.L. Fine hierarchies via Priestley duality // Workshop on Logical Approaches to Barriers in Computing and Complexity: Proc. — Greifswald, Germany, 2010 — P. 102–105. — (Preprint-Reihe / Universitat Greifswald; N 6).
15. Shilov N., Garanina N., Bodin E. Multiagent approach to a Dijkstra problem // Proc. of Workshop on Concurrency, Specification, and Programming CS&P 2010. — Humboldt-Universität zu Berlin, 2010. — P.73–84.
16. Shilov N.V. A note on three programming paradigms // Proc. of the Second International Valentin Turchin Memorial Workshop on Metacomputation in Russia. Pereslavl-Zalessky, Russia, July1–5, 2010. — Pereslavl Zalessky: Ailamazyan University of Pereslavl, 2010. — P. 173–184.

### **Труды российских конференций**

1. Shilov N.V., Idrisov R.I., Akinin A.A., Zubkov A.V. Development of the Computer Language Classification Knowledge Portal // Тр. XIII Российской конф. «Распределенные информационные и вычислительные ресурсы» (DICR'2010). — Новосибирск, 2010. — (электронное издание).
2. Гаранина Н. О., Шилов Н. В., Бодин Е. В. Мультиагентный алгоритм для геометрической задачи о назначениях // Новые информационные технологии в исследовании сложных структур. Тезисы докладов 8-й Российской конференции с международным участием. — Томск: Издательство научно-технической литературы, 2010. — С.
3. Акинин А.А., Бодин Е.В., Шилов Н.В., Шилова С.О. Почему инженеров-энергетиков надо учить верификации программ. // Инновационная энергетика 2010: Материалы второй научно-практической конференции с международным участием. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. — С. 339–342.

### **Препринты**

1. Ануреев И.С. Язык Atoment: синтаксис и семантика. — Новосибирск, 2010. — 39 с. — (Препр. / ИСИ СО РАН; N 157).
2. Ануреев И.С. Язык Atoment: стандартная библиотека. — Новосибирск, 2010. — 32 с. — (Препр. / ИСИ СО РАН; N 158).
3. Непомнящий В.А., Бодин Е.В., Веретнов С.О. Моделирование и верификация распределенных систем, представленных на языке SDL, с помощью языка Dynamic-REAL. — Новосибирск, 2010. — 44 с. — (Препр. / ИСИ СО РАН; N 156).

### **Участие в конференциях**

1. 7-ая Международная конференция «Теория и применения моделей вычислений, 2010.
2. Международная конференция «Logical Approaches to Barriers in Computing and Complexity», Грайфсвальд, 2010.
3. Международная конференция «Вычислимость в Европе», Понта Дельгада, 2010.
4. Австрийско-Российский семинар «Определимость и вычислимость», Вена, 2010.
5. Международный семинар “Concurrency Specification and Programming”, Helenenau, Германия, 2010.

6. XIII Российская конференция «Распределенные информационные и вычислительные ресурсы» (DICR' 2010), Новосибирск, 2010.
7. Международный семинар «Program Semantics, Specification and Verification: Theory and Applications», Казань, 2010.

## **Общая характеристика исследований лаборатории конструирование и оптимизация программ**

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

### **Основные результаты научных исследований за год, их практическое использование и применение в учебном процессе**

Целью исследований, ведущихся в лаборатории, является разработка методов и средств повышения качества матобеспечения вычислительных систем и сетей, главным образом — его эффективности и надежности. Лаборатория ведет фундаментальные исследования, направленные на достижение данной цели, а также осуществляет экспериментальные и прикладные проекты, базирующиеся на разрабатываемых теоретических концепциях и методах.

Лаборатория ведет исследования по следующим основным направлениям:

1. Исследование графовых моделей и алгоритмов в программировании, включая разработку эффективных алгоритмов решения новых теоретико-графовых, сетевых и комбинаторных задач, создание программно-методических средств поддержки применения графов в информатике и программировании;
2. Развитие теории, методов и эффективных алгоритмов и создание инструментальных систем для оптимизирующей трансляции и конструирования эффективных и надежных программ для перспективных вычислительных систем на основе трансформационного и объектно-ориентированного подходов, теоретико-графовых методов, аннотирования программ, функциональных и логических спецификаций, средств специализации и визуальной обработки;
3. Исследование методов адаптивной гипермедиа и искусственного интеллекта в их применении к задачам анализа данных, поддержки дистанционного обучения и сохранения культурного наследия, создание экспериментальных адаптивных программных систем сетевой поддержки создания сайтов и их управления.

### **Исследования, вошедшие в список основных результатов Института**

1. Исследование методов визуализации структурированной информации на основе графовых моделей и разработка универсальной интерактивной среды визуализации атрибутированных иерархических графовых моделей.

*Авторы: д.ф.-м.н. Касьянов В.Н., к.ф.-м.н. Касьянова Е.В., Гордеев Д.С., Золотухин Т.А., Колбин Д.С.*

### **Краткое описание проведенных научных исследований**

**Приоритетное направление IV.32.** «Архитектура, системные решения, программное обеспечение и информационная безопасность информационно-вычислительных комплексов и сетей новых поколений. Системное программирование».

**Программа IV.32.2.** «Математические, системные и прикладные аспекты перспективных информационных технологий, автоматизации программирования и управления».

**Проект IV.32.2.2.** Методы и технологии конструирования и оптимизации программных систем для суперкомпьютеров и компьютерных сетей.

*Руководитель — д.ф.-м.н., профессор В.Н.Касьянов*

## **1. Работы по изучению и систематизации алгоритмов обработки, визуализации и применения графовых моделей в программировании.**

Подготовлена рабочая версия электронного толкового словаря по графам в информатике Wiki GRAPP (GRaphs and their APplications), которая охватывает существующие печатные издания и поддерживает коллективную сетевую работу по пополнению и развитию словаря.

Выполнен цикл исследований современных методов визуализации структурированной информации на основе графовых моделей. Издана книга с обзором основных существующих методов визуализации графов и графовых моделей. Наряду с более традиционными вопросами качества и эффективности при автоматическом размещении графов на плоскости важное место в ней уделено вопросам визуализации больших графов, интерактивности и навигации, характерным для большинства современных приложений, использующих визуализацию структурированной информации.

Подготовлен аналитический обзор методов и средств визуализации алгоритмов на графах. Среди рассмотренных характеристик систем — возможности задания графов и алгоритмов в качестве параметров, а также принцип построения визуализации алгоритмов на графах.

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

Начаты работы по созданию интерактивной электронной энциклопедии теоретико-графовых алгоритмов решения задач информатики и программирования WEGA. Энциклопедия будет ориентирована на работу в среде Интернет и поддержана средствами задания графов и графовых алгоритмов, их статической и динамической визуализации, а также средствами подготовки и редактирования математических формул и иллюстраций.

Разработаны новые эффективные динамические и распределенные алгоритмы для анализа граф-моделей систем: для нахождения центров и медиан в сетях произвольной топологии, а также для раскраски графов в распределенной модели вычислений.

## **2. В плане развития методов трансформационного программирования для императивных программ исследовалась задача редуцирующих преобразований C/C++ программ с сохранением их семантических свойств, выявляемых компилятором в качестве ошибок.**

Создана экспериментальная версия системы Reduce для минимизации компиляторных тестов, являющихся C/C++ программами.

Система Reduce поддерживает расширяемый набор упрощающих преобразований, ориентированных на минимизацию компиляторных тестов с сохранением воспроизводимости ошибок. Ошибка может проявляться на стадии построения или во время исполнения программы (разница в программах, полученных с использованием оптимизаций и без).

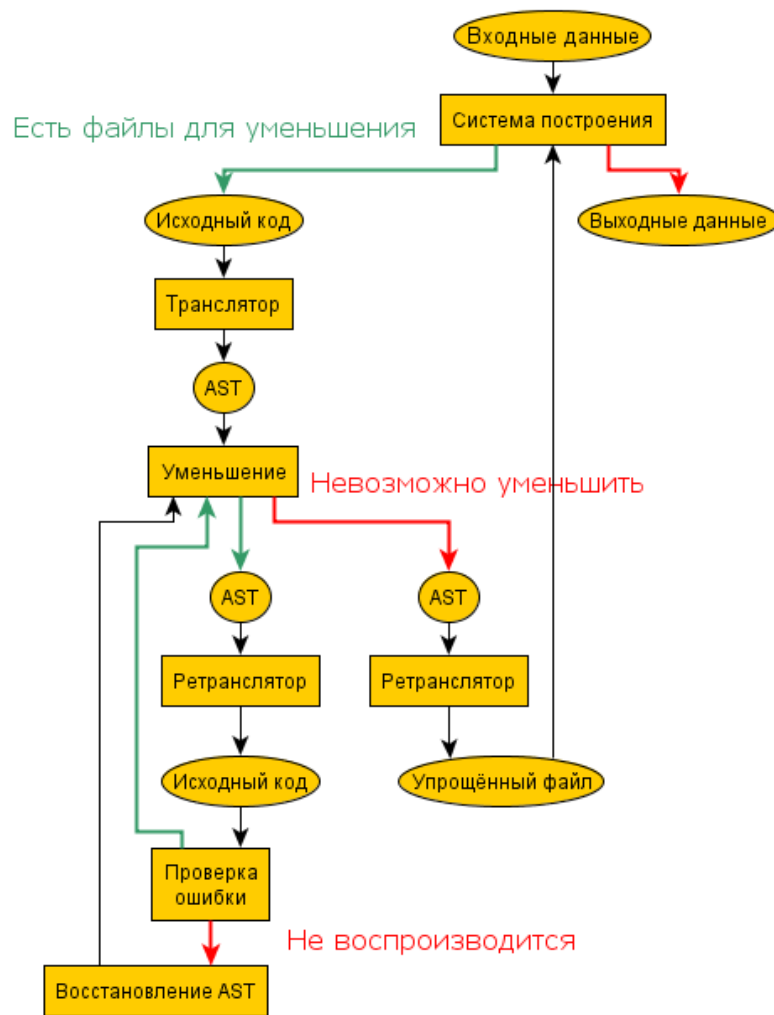


Рис. 1. Общая схема работы системы Reduce

Общая схема работы системы такова (Рис. 1): на вход Reduce подаются набор опций и команда построения исходной программы. Система построения собирает все необходимые данные об исходных файлах и вызовах компилятора, линковщика, библиотек. Транслятор для каждого файла строит промежуточное представление кода минимизируемой программы — абстрактное синтаксическое дерево (AST). Если дерево можно уменьшить, то к нему согласно определённой стратегии применяется набор преобразований. Уменьшенное дерево ретранслируется в исходный файл языка C/C++, и производится проверка наличия первоначальной ошибки. В случае воспроизведения ошибки выполняются следующие преобразования, иначе происходит возврат к предыдущей версии AST. Когда не остаётся возможности для преобразования, программа переходит к следующему файлу. В результате получается набор уменьшенных исходных файлов, на котором воспроизводится первоначальная ошибка.

Разработан язык описания редуцирующих преобразований и стратегий их применения, на котором записана разработанная стандартная система редуций. У пользователя системы есть возможность самому задавать систему редуций, а также настраивать существующую, в том числе как за счет расширения набора редуцирующих преобразований, составляющих систему редуций, так и путем изменения стратегии их применения. Высокий уровень языка описания системы редуций и возможность визуализации AST-представления преобразуемых программ облегчают этот процесс.

Система успешно уменьшила несколько реальных приложений с использованием стандартной системы редукций.

### 3. Исследование методов и декларативных средств описания и реализации параллельных и распределенных вычислений с целью развития трансформационных методов и системы функционального программирования SFP для поддержки супервычислений.

Предложен и реализован в рамках проекта SFP новый метод межпроцедурного анализа, основанный на графе исполнений вызовов (Рис. 2).

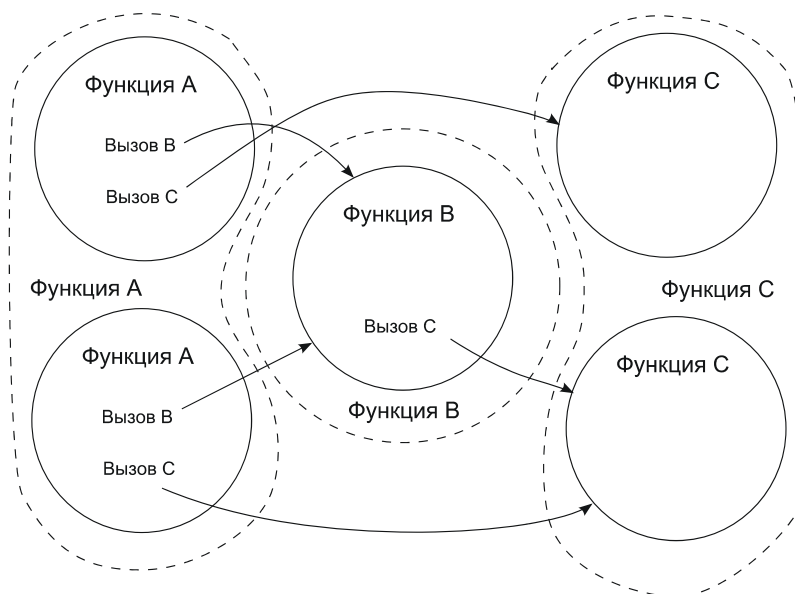


Рис.2. Граф исполнений вызовов

Рассмотрены свойства и специфические особенности внутренних представлений потоковых языков. Введено понятие непосредственной вложенности вершин иерархического мультиграфа программы и доказана применимость преобразований и анализа графов потока данных к отдельным компонентам непосредственной вложенности.

Механизм исследования параллельных свойств императивных программ при помощи временных развёрток обобщён на граф IR2. Доказаны временные характеристики алгоритмов оптимизации и их влияние на параллельные характеристики программы.

Впервые предложен и реализован анализ значений элементов  $n$ -мерных массивов для модели всюду завершаемых частичных вычислений.

Компилятор системы SFP дополнен более развитой средой поддержки времени исполнения (RTL), конструкциями, обеспечивающими распараллеливание для платформы SMP, возможностью ввода и вывода данных посредством XML.

Компилятор проверен на реальных вычислительных задачах, которые показали эффективность внедрённых преобразований. Результаты вычислений сверены с неоптимизированной версией.

## Результаты работы по грантам

**Проект РФФИ 08-01-00673** «Методы теории графов в анализе дискретных структур»

*Научн. руководитель — Евстигнеев В. А.*

**Проект РФФИ 09-07-00012а** «Интерактивная электронная энциклопедия теоретико-графовых алгоритмов решения задач информатики и программирования».

*Научн. руководитель — Касьянов В.Н.*

## Список публикаций лаборатории

### Книги

1. Проблемы системной информатики / Сб. статей под ред. В.Н. Касьянова. — Новосибирск: ИСИ СО РАН, 2010. — 264 с.
2. Касьянов В. Н., Касьянова Е. В. Язык программирования Zonnon. — Новосибирск: НГУ, 2010. — 120 с., ISBN 978-5-94356-885-5
3. Касьянов В. Н., Касьянова Е. В. Визуализация графов и графовых моделей. — Новосибирск: ООО «Сибирское Научное Издательство», 2010. — 123 с., ISBN 978-5-91124-039-4.

### Российские журналы

1. Евстигнеев В.А., Турсунбай кызы Ы. О раскраске графов в классе локальных алгоритмов // СибЖВМ. — (в печати).

### Зарубежные журналы

1. Турсунбай кызы Ы. Нахождение центров и медиан в сетях произвольной топологии // Вестник Иссык-Кульского университета. — Каракол, 2010. — № 26, Ч.1. — С.82–87.
2. Турсунбай кызы Ы. Алгоритмы раскраски графов в распределенной модели вычислений // Вестник Иссык-Кульского университета. — Каракол, 2010. — № 26, Ч.1. — С.107–115.

### Труды международных конференций

1. Kasyanov V.N. Support Tools for Graphs in Computer Science // Proc. of the 15th ACM SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE 2010). — New York: ACM Press, 2010. — P.315.
2. Kasyanov V.N. Tools for supporting graphs in computer science // Intern. Congress of Mathematicians. Abstracts. Short Communications. Posters. — Hyderabad: HINDUSTAN Book Agency, 2010. — P. 516–517.
3. Касьянов В. Н. Визуализация графов и графовых моделей // Тр. X Междунар. конференции «Информатика: проблемы, методология, технология». — Воронеж: ВГУ, 2010. — Т.1. — С. 277–280.
4. Касьянова Е. В. Обучение программированию с использованием языка Zonnon // Тр. X Междунар. конф. «Информатика: проблемы, методология, технология». — Воронеж: ВГУ, 2010. — Т. 3. - С. 179–182.
5. Касьянова Е. В. Адаптивное дистанционное обучение программированию // Тр. Междунар. научно-практической заочной конф. «Интернет в образовании». — М.: Изд-во СГУ, 2010. — С. 260–266.

6. Гордеев Д. С. Архитектура системы визуализации алгоритмов на графах // Материалы III Междунар. научно-практической конф. студентов, аспирантов и молодых учёных «Информационные технологии в науке, бизнесе и образовании». (в печати).
7. Гордеев Д. С. Архитектура системы визуализации алгоритмов на графах // Материалы II Междунар. Интернет-конф. молодых ученых, аспирантов и студентов «Инновационные технологии: теория, инструменты, практика» (InnoTech 2010). — Пермь: ПГТУ, 2010. — (в печати).
8. Золотухин Т.А., Колбин Д.С. Универсальная интерактивная среда визуализации атрибутированных иерархических графовых моделей // Материалы II Междунар. Интернет-конф. молодых ученых, аспирантов и студентов «Инновационные технологии: теория, инструменты, практика» (InnoTech 2010). — Пермь: ПГТУ, 2010. — (в печати).
9. Гордеев Д. С. Модель визуализации алгоритмов на графах // Материалы II Междунар. молодежной научной конф. «Молодежь и XXI век». — Курск: Курский гос. тех. ун-т, 2010. — С. 20–23.

### **Труды российских конференций**

1. Золотухин Т.А., Колбин Д.С. Универсальная интерактивная среда визуализации атрибутированных иерархических графовых моделей // Материалы научной студенческой конф. Лаборатории НГУ-Интел «Технологии высокопроизводительных вычислений». — Новосибирск: НГУ, 2010. — С. 60–66.
2. Золотухин Т.А., Колбин Д.С. Универсальная интерактивная среда VisualGraph для визуализации атрибутированных иерархических графовых моделей // Материалы Всеросс. научной конф. «Наука. Технологии. Инновации». — Новосибирск: НГТУ, 2010. — Ч. 1. — С. 17–18.

### **Участие в конференциях**

1. X Международная конференция «Информатика: проблемы, методология, технология», Воронеж, ВГУ, 2010.
2. 15-я межд. конф. по инновации и технологии в обучении компьютерным наукам (ITiCSE'10), Анкара, Турция.
3. Международный конгресс математиков (ICM-2010), Хайдерабад, Индия.
4. Международная научно-практическая заочная конференция «Интернет в образовании», 2010.
5. II Международная Интернет-конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Инновационные технологии: теория, инструменты, практика» (InnoTech 2010), Пермь, ПГТУ.
6. II Международная молодежная научная конференция «Молодежь и XXI век». Курск, Курский гос. тех. ун-т, 2010.
7. Научная студенческая конференция Лаборатории НГУ-Интел «Технологии высокопроизводительных вычислений», Новосибирск, НГУ, 2010.
8. Всероссийская научная конференция «Наука. Технологии. Инновации», Новосибирск, НГТУ, 2010.

### **Защита диссертаций**

1. *Идрисов Р.И.* «Межпроцедурный анализ и распараллеливание потоковых программ на базе графа исполнений вызовов»: Дис. на соискание учен. степ. канд. физ.-мат. наук. — Новосибирск, ИСИ СО РАН, 2010.



## **Общая характеристика исследований лаборатории искусственного интеллекта**

*Зав лабораторией к.т.н. Загорулько Ю.А.*

### **Основные результаты научных исследований за год, их практическое использование и применение в учебном процессе**

**Приоритетное направление IV.32.** Архитектура, системные решения, программное обеспечение и информационная безопасность информационно-вычислительных комплексов и сетей новых поколений. Системное программирование

**Программа IV.32.2.** Математические, системные и прикладные аспекты перспективных информационных технологий, автоматизации программирования и управления

**Проект** «Методы и технологии создания интеллектуальных информационных систем и систем поддержки принятия решений»

*Научный руководитель: к.т.н. Загорулько Ю.А.*

*Ответственные исполнители блоков проекта:*

*Блок 1: к.т.н., с.н.с. Загорулько Ю.А.*

*Блок 2: н.с. Сидорова Е.А.*

*Блок 3: к.т.н., с.н.с. Загорулько Ю.А., н.с. Загорулько Г.Б.*

Цель проекта — исследование и разработка методов и технологий построения интеллектуальных информационных систем, в частности, настраиваемых web-порталов знаний; исследование и разработка методов и программных средств извлечения знаний и данных из текстовых документов; разработка концепции, методов и компонентов высокоуровневой технологии построения экспертных систем на основе онтологий проблемных и предметных областей, а также разработка методов и программных средств автоматического конструирования алгоритмов решения сложных вычислительных задач на основе онтологии вычислительных задач и методов вычислительной математики, программирования в ограничениях и компьютерной алгебры.

### **Исследования, вошедшие в список основных результатов Института**

1. Разработка архитектуры интеллектуальной системы поддержки принятия решений, обеспечивающей интеграцию разнородных данных и методов принятия решений на основе онтологии.

*Авторы: Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Ануреев И.С.*

### **Краткое описание проведенных научных исследований**

**Блок 1. Разработка методов, программных средств и технологии построения интеллектуальных информационных систем для поддержки научной, производственной и образовательной деятельности на основе онтологического подхода.**

В рамках этого блока были исследованы и развиты подходы к построению онтологий информационных систем путем трансформации уже существующих онтологий, в том числе, путем эволюции и реинжиниринга онтологий.

Под эволюцией онтологии понимается регулярная модернизация (адаптация) онтологии, сопровождаемая согласованным распространением изменений по всем частям онтологии, а также во всех зависимых от данной онтологии онтологиях и приложениях. В процессе эволюции онтологий выполнение изменения в одной ее части ведет к лавине изменений в других частях. Это множество причин и следствий изменения онтологии делает эволюцию онтологии очень сложной операцией, которая должна реализовываться как составной организационный процесс. Были определены и исследованы шесть возможных фаз процесса эволюции онтологии: (1) представление изменений, (2) семантика изменений, (3) реализация изменений, (4) распространение изменений, (5) валидация изменений, (6) обнаружение и фиксация изменений.

В результате эволюции может быть получена онтология, которая хотя и непротиворечива, но имеет избыточные понятия или плохую структуру. Например, в процессе редактирования онтологии у какого-либо понятия есть только одно подпонятие, либо у одного понятия имеются более десяти потомков-подпонятий. Чтобы помочь пользователям обнаруживать такие ситуации, предложены различные эвристики и алгоритмы, позволяющие не только сохранять логическую целостность онтологии, но поддерживать оптимальную структуру. Эти эвристики базируются на анализе структуры онтологии, присутствующих в ней экземпляров понятий и т.п.

Для управления эволюцией онтологии портала научных знаний нами была разработана специальная стратегия эволюции. Необходимость в модификации онтологии портала может возникнуть в связи с тем, что в процессе его эксплуатации могут появиться новые знания о его предметной области, а также обнаружиться пробелы и неточности в знаниях, уже представленных в онтологии. Эволюция онтологии может заключаться в расширении или перестройке ее системы понятий, удалении или переименовании понятий и/или отношений. Однако при изменении онтологии необходимо следить за тем, чтобы не нарушилась логическая целостность системы знаний портала и не произошла потеря информации. За этим и «следит» разработанная нами стратегия эволюции.

Другим подходом к построению онтологий путем трансформации уже существующих онтологий является реинжиниринг онтологий, который применяется тогда, когда требуемая онтология не может быть получена из существующей путем эволюции. Под реинжинирингом онтологии понимается процесс, включающий (1) получение концептуальной модели уже реализованной онтологии, (2) отображение ее в другую, более адекватную для решаемой задачи концептуальную модель, (3) реализацию на основе этой модели новой онтологии.

Наиболее известен метод реинжиниринга онтологий, разработанный онтологической группой Мадридского политехнического университета. В этом методе выделены три главные деятельности: (1) восстановление исходной структуры, (2) реструктурирование (перепроектирование) и (3) прямая разработка онтологии.

Целью восстановления исходной структуры является получение концептуальной модели на основе кода (спецификации на каком-либо формальном языке) онтологии. В задачу реструктурирования входит преобразование исходной концептуальной модели в новую концептуальную модель, которая строится с учетом использования реструктурированной онтологии другими онтологиями или приложениями.

Деятельность по реструктуризации включает две фазы: анализ и синтез. Фаза анализа включает оценку онтологии, т.е. проверку того, что иерархия онтологии и ее классы, экземпляры, отношения и функции полны, непротиворечивы (нет конфликтов), неизбыточны (нет явных или неявных повторений) и синтаксически корректны. На фазе синтеза реализуется корректная концептуальная модель, причем документируются любые сделанные на этой фазе изменения.

Целью прямой разработки является получение новой реализации онтологии на базе новой концептуальной модели.

Подробно были исследованы методы реинжинирнга, предназначенные для получения спецификации уже существующей онтологии на новом языке, отличном от языка реализации исходной онтологии, (1) концептуально совместимом и (2) концептуально несовместимом с прежним языком реализации. В первом случае процесс реинжинирнга значительно упрощается: достаточно разработать схему, задающую отображение каждого типа элементов онтологии, представленных на одном языке, в представление на другом языке. Во втором случае требуется сначала получить промежуточное представление исходной онтологии в виде концептуальной модели и иметь два конвертора: (1) для перевода спецификации онтологии на исходном языке в промежуточное представление и (2) для перевода из промежуточного представления в спецификацию на новом языке. Здесь возможна реализация конвертора, работающего в обе стороны. При этом получение исходного кода онтологии по ее новой спецификации может служить для проверки правильности новой спецификации.

В рамках исследований по разработке многоязычных тезаурусов для информационных систем, основанных на онтологиях, получила развитие методика построения тезауруса, учитывающая его взаимодействие с онтологией, посредством задания специальных связей между терминами тезауруса и элементами онтологии. Разработанные методы предназначены для обеспечения совместного использования онтологии и тезауруса для поддержки многоязычного представления информационного содержания ИС, визуализации, поиска и навигации по ее информационному пространству на разных языках, а также для решения задачи интеграции и обработки знаний и ресурсов, представленных на разных языках.

На основе предложенной методики был разработан редактор для построения многоязычного тезауруса, интегрированный в портал научных знаний (Рис.1). Редактор имеет web-интерфейс, поддерживающий создание и редактирование терминов тезауруса и связей между ними, а также функции поиска эквивалентных терминов на других языках, более общих терминов и др. Кроме того, разработан программный интерфейс, который позволяет работать с тезаурусом из других программ.



## Тезаурусные связи

[добавить связь между терминами](#)

Термин 1		Термин 2	Связь	
Проекты	<->	Project	Exact Equivalent	×
Проекты	--->	Деятельность	Broader Term Generic	×
Процессы и задачи	<->	Processes and tasks	Exact Equivalent	×
Процессы и задачи	--->	Предметы исследования	Broader Term Generic	×
Публикация о Деятельности	<->	Publication related to activity	Exact Equivalent	×
Работает-в	<->	Work at	Exact Equivalent	×
Ресурс-Деятельности	<->	Information resource of activity	Exact Equivalent	×
Ресурс-Персоны	<->	Persons Information Resource	Exact Equivalent	×
Ресурс-Публикации	<->	Publications Information resource	Exact Equivalent	×
Речевые БД	<->	Speech databases	Exact Equivalent	×
Речевые корпуса	<->	Speech corpora	Exact Equivalent	×
Речевые корпуса	--->	Корпуса	Broader Term Generic	×
Речевые произведения	<->	Speech product	Exact Equivalent	×
Речевые произведения	--->	Объекты исследования	Broader Term Generic	×
Роль Участника Деятельности	--->	Событие	Broader Term Generic	×
Сайты организаций, персон, проектов	--->	Интернет-ресурсы	Broader Term Generic	×
Сегментные единицы	<->	Segmental units	Exact Equivalent	×
Сегментные единицы	--->	Фонетико-фонологические единицы	Broader Term Generic	×
Семантико-синтаксические ресурсы	<->	Semantico-syntactical resources	Exact Equivalent	×
Семантико-синтаксические ресурсы	--->	Лингвистические БД	Broader Term Generic	×
Семантические модели	<->	Semantic models	Exact Equivalent	×
Синтаксические единицы	--->	Структурные языковые единицы	Broader Term Generic	×
Синтаксические модели	<->	Syntactic models	Exact Equivalent	×
Синтаксические ресурсы	<->	Syntactic resources	Exact Equivalent	×
Синтактико-семантические модели на основе унификаций	<->	Unification based Syntactic-Semantic models	Exact Equivalent	×
Словари и тезаурусы	--->	Лингвистические ресурсы	Broader Term Generic	×
Событие	<->	Event	Exact Equivalent	×
Создание прикладных систем	--->	Раздел Науки	Broader Term Generic	×
Стадия проекта	<->	Project status	Exact Equivalent	×
Статистические методы и модели	<->	Statistical methods and models	Exact Equivalent	×
Структурные модели ЕЯ	<->	Structural models of Natural language	Exact Equivalent	×
Структурные языковые единицы	<->	Structural units of language	Exact Equivalent	×
Структурные языковые единицы	--->	Объекты исследования	Broader Term Generic	×

Рис. 1. Редактор многоязычного тезауруса

В рамках исследований методов визуализации информации и возможности их применения для анализа и визуализации онтологий и контента интеллектуальных ИС были рассмотрены различные методы и алгоритмы визуализации графов.

Средства визуализации и анализа знаний и данных необходимы для эффективного контроля за процессом создания и развития онтологии и контента ИС. Эти средства должны повысить уровень «понимаемости» онтологии, что очень важно не только при ее разработке, но и при повторном использовании и реинжиниринге.

Несмотря на большое количество работ, посвященных визуализации онтологий, эта проблема далека от своего окончательного решения. С одной стороны, это объясняется сложностью и необходимостью визуализации большого объема информации. С другой стороны, каждая предметная область имеет специфические особенности и для успешной визуализации представленных в ней знаний и данных требуется разработка методов визуализации, отражающих семантику визуализируемых связей и объектов.

Онтология, составляющая основу ИС, может быть естественным образом представлена в виде графа, вершины которого изображают сущности, такие как классы и экземпляры классов онтологии, а ребра изображают отношения между этими сущностями.

В ходе исследования было рассмотрено несколько групп методов визуализации онтологии и контента ИС, сгруппированных по характеристикам представления,

способам взаимодействия с изображением, поддерживаемой функциональности или размерами объектов визуализации.

Были также исследованы инструментальные системы, предназначенные для визуализации графов и онтологий. Перечислим некоторые из них:

1. Graphviz — пакет утилит по автоматической визуализации графов и сетей, заданных в виде описания на языке DOT.

2. Java Universal Network/Graph Framework (JUNG) — программная библиотека, предоставляющая удобный и расширяемый интерфейс для моделирования, анализа и визуализации данных, которые могут быть представлены в виде графа или сети.

3. Tulip — фреймворк для визуализации информации, предназначенный для анализа и изображения структурированных данных.

4. JGraph — открытая библиотека на языке Java, интегрирующая визуализацию графов в Java Swing фреймворк и тем самым позволяющая легко встраивать работу с графами в Java-приложения. Имеется также надстройка над JGraph — JGraphT, которая поддерживает математический аппарат теории графов.

5. Prefuse — фреймворк для создания интерактивных приложений визуализации с использованием языка программирования Java.

Все указанные выше инструменты предоставляют множество алгоритмов укладки деревьев и графов, в том числе: поуровневые, радиальные, силовые алгоритмы. Однако, в результате их анализа для проведения экспериментов по визуализации онтологии и контента ИС был выбран фреймворк Prefuse, так как он позволяет строить приложения, обладающие интерактивными возможностями, что необходимо для удобной пользовательской навигации по онтологии и контенту ИС, а также для фильтрации и выделения отдельных объектов и отношений. Кроме того, благодаря реализации Prefuse на языке Java, созданные с его помощью приложения легко встраиваются в веб-приложения, в частности, в порталы научных знаний.

Были исследованы методы построения информационных систем на основе совместного использования Wiki-технологий и онтологий предметных областей. Согласно предложенной методике сначала разрабатывается онтология предметной области ИС. Для этого используется редактор Protégé, сохраняющий онтологию ПО в отдельный файл на языке OWL. После этого, специально разработанный программный модуль разбирает этот OWL-файл с использованием библиотеки RDFLib. Затем при помощи средства Python WikipediaBot Framework создает каркас информационной системы на основе пустого Wiki-сайта, работающего на базе MediaWiki с расширением Semantic MediaWiki, добавляя в него сгенерированные на основе онтологии страницы, заполняя их соответствующими атрибутами, расставляя категории и прописывая необходимые связи. При этом используется настраиваемая таблица соответствий элементов языка OWL конструкциям семантической Wiki. В соответствии с этой таблицей для каждого класса онтологии будет создана своя категория Wiki, для каждого подкласса — подкатегория, для каждого экземпляра класса — отдельная страница и т.д. При этом все отношения онтологии отобразятся в типизированные ссылки между соответствующими страницами и категориями.

В рамках разработки методов и средств «социализации» информационных систем и порталов знаний было выполнено следующее:

В целях обеспечения «социализации» порталов научных знаний, т.е. предоставления пользователям возможности расширять систему знаний и контент порталов новыми знаниями и ресурсами, был предложен подход, согласно которому ядро онтологии и наиболее важная часть контента портала создаются авторитетными в выбранной области знаний экспертами, а менее важную часть онтологии и контента разрешается дополнять (редактировать) зарегистрированным пользователям. При этом каждый пользователь видит ядро онтологии и те изменения, которые делают другие пользователи. Пользователь может редактировать только свою часть онтологии, т.е. ту, которую он сам «породил». Если какие-то фрагменты пользовательских онтологий

совпадают у большого числа пользователей, то администраторы портала (модераторы) могут принять решение о переносе этих фрагментов в ядро онтологии.

Аналогичный подход используется и при пополнении контента. Пользователи также могут добавлять объекты, являющиеся экземплярами понятий онтологии, и связывать их с другими объектами заданными в онтологии отношениями. Кроме этого, пользователи могут снабжать любой объект набором тегов, что позволит ассоциировать объект не только с его родовым понятием, но и любыми другими понятиями онтологии.

Появление вокруг портала научных знаний сообщества активных пользователей, связанных не только общими интересами, но и являющихся его создателями, открывает новые перспективы в развитии таких порталов.

На основе анализа таких альтернативных подходов к систематизации документов в информационной системе, как использование для целей систематизации иерархических структур (классифицирующих онтологий) и технологий тегирования, (характерных для социальных сетей), был предложен гибридный подход, объединяющий достоинства упомянутых выше подходов. Его особенностью является возможность разметки, поиска документов и навигации по ним на основе иерархической системы тегов. Причем, в отличие от традиционного иерархического подхода, в данной системе тегов не требуется поддерживать строгую классификацию. Более того, обеспечивается возможность ведения нескольких параллельных классификаций. Причем в дополнение к общей структуре тегов, видной всем, пользователь может иметь свою личную структуру.

Был предложен новый формат ввода тегов, являющийся расширением тройных тегов, состоящих не только из имени (ключевых слов), но еще и из предиката (свойства) и, возможно, его значения. Это позволяет уменьшить количество однотипных тегов путем их объединения в одно свойство. Для обеспечения возможности переиспользования имеющихся классификаций предметных областей, представленных онтологиями, была предложена модель отображения онтологии в систему тегирования и реализован модуль, выполняющий отображение онтологии, описанной на языке OWL.

На основе данного подхода была создана экспериментальная информационная система, представляющая собой хранилище документов с многопользовательской иерархической системой тегирования. Эта система позволяет загружать и тегировать документы, помогает пользователю выбирать теги и выстраивать их в иерархическую структуру, использовать любое количество параллельных классификаций, а также импортировать онтологию и использовать её элементы в качестве тегов.

Был исследован и другой подход к построению «пользовательских» информационных систем — в виде каталога пользовательских предпочтений, представленного в виде Интернет-портала, который решает задачу упорядочивания найденной ранее пользователями информации (ресурсов) на основе характеризующих ее ключевых слов (тегов), что должно ускорить повторный поиск данных. Предполагается, что данные на портале представлены в виде гиперссылок на некоторые информационные объекты, снабженные набором тегов. При этом тегом считается не только ключевое слово, но и его окружение (контекст). Такой портал имеет базовую онтологию, построенную на ключевых словах, на основе которой любой пользователь может строить свою онтологию. Наличие общих частей в пользовательских онтологиях позволит системе на основе анализа уже внесенных пользователями данных (как объектов, так и набора характеризующих их тегов) предлагать пополнение в рамках заданной предметной области их каталогов данными, внесенными другими пользователями.

## **Блок 2. Разработка методов и программных средства извлечения знаний и данных из текстов на основе лингвистических ресурсов, в том числе, настраиваемых компьютерных словарей и тезаурусов.**

В рамках работ по данной теме был проанализирован прагматический контекст информационных систем, основанных на знаниях, и выделены основные направления дальнейшего развития разрабатываемой нашей лабораторией технологии создания

сервисов автоматической обработки текста (ЕЯ-сервисов). Данная технология опирается на семантически-ориентированный подход к анализу текста, который предполагает активное использование лингвистических и прагматических знаний. Разрабатываются не только средства для извлечения информации из текстовых документов, но и инструменты для создания лингвистических и прагматических баз знаний, методы автоматизации пополнения знаний, средства контроля входных (содержательная и жанровая релевантность документов) и выходных данных (поддержка корректности и актуальности полученной информации).

Требования, предъявляемые к ЕЯ-сервисам, сводятся к задаче преобразования слабоструктурированного текста к хорошо структурированной информации. Отличия заключаются в предметной области и структуре извлекаемых знаний. Выделено два типа ЕЯ-сервисов: системные сервисы, используемые для автоматического наполнения и изменения содержания системы, и пользовательские сервисы, предоставляющие пользователям ИС разнообразный доступ к информации (Рис.2).



Рис.2. ЕЯ-сервисы информационной системы.

На основе проведенных исследований была предложена расширенная модель представления лингвистических и прагматических знаний (т.е. знаний, которые не могут быть почерпнуты непосредственно из текста), включающая корпус текстов, лексикон и семантический словарь, набор схем экспликации извлекаемых из текста фактов, а также набор моделей документов, отражающих жанровые особенности текстов. Разрабатываемая технология обработки текста содержит компоненты, которые, с одной стороны, позволяют экспертам (лингвистам, специалистам в конкретной предметной области и инженерам знаний) формировать базу знаний и, с другой стороны, – обеспечивают автоматическое применение этих знаний в процессе обработки документов, в том числе и для обогащения самой базы знаний.

Таким образом, созданные ранее программные средства получили развитие в сторону автоматизации построения баз знаний, поддерживающие данную модель.

Одним из необходимых инструментов для исследования экспертом или лингвистом предметной области и создания словаря и других ресурсов, используемых при обработке текста, является инструментальная среда исследования корпуса текстов. В этом году была спроектирована и начата реализация системы разметки корпуса текстов, которая позволяет приписывать фрагментам текста различные семантические или синтаксические признаки. В качестве фрагмента может выступать слово, неразрывная цепочка слов (связный фрагмент) или множество неразрывных цепочек, не образующих связный фрагмент (разрывный фрагмент). Признаки формируются пользователем и располагаются в древообразной структуре, которая может включать виртуальные вершины (не являющиеся признаками). Множеству признаков сопоставляется цветовая

схема разметки, которая впоследствии используется при реализации функций визуализации. На данный момент система работает с документами в формате txt, doc, rtf.

Особенностью развиваемого подхода к извлечению информации из текста является преимущественное использование лексико-семантической информации, что не исключает применения частичного синтаксического анализа и синтаксических ограничений, накладываемых на семантический каркас концептуальных схем фактов.

Реализация подхода, использующего локальный семантико-синтаксический анализ, потребовала развития методов и программных компонент для создания специализированных семантических словарей. Словарь содержит семантико-синтаксические шаблоны (фреймы) предикатно-актантных структур, а также таблицы семантических и грамматических атрибутов. Предикатно-аргументная структура образуется целевым предикатным словом и набором актантов, заполняющих соответствующие валентности этого слова (валентность — это сочетательная способность предикатного слова, описываемая в словаре в терминах семантических и синтаксических признаков). Такое представление предикатного слова и множества его актантов соответствует понятию модели управления предиката.

Для создания технологической цепочки обработки текста потребовалось разработать и реализовать методы согласования независимых семантических словарей с терминологическими предметными словарями. Также была проведена экспериментальная работа по внедрению реализованного компонента в систему фактографического поиска.

Обработка структурированных документов в формате html/doc ставит дополнительные задачи, связанные как с предварительной подготовкой документа к линейному анализу текста на естественном языке, так и использование дополнительных знаний о структуре текста, заданной html-разметкой или стилями doc-документа. Можно выделить две основных задачи: выявление формальной и жанровой структуры текста и определение жанровой релевантности документа. Для решения этих задачи используются методы описания структуры текста с помощью лексических маркеров и дальнейшего поиска сегментов в соответствии с формальной моделью текста. Использование формальных моделей позволяет упростить и улучшить качество описания схем фактов.

При обработке html-страниц выделяются дополнительные задачи: поиск гиперссылок, типизация (статья, заглавная страница, каталог ресурсов и т.п.) и определение границ основного текста. Решение этих задач опирается на поиск значимых тэгов, построение логической структуры текста на основе данных тэгов и сравнение с шаблонами, отражающими логическую структуру текста html-документов разных типов. Шаблоны составляются экспертом по определенным правилам и оформляются как xml-документы.

### **Блок 3. Разработка методов и компонентов высокоуровневой технологии построения экспертных систем и систем поддержки принятия решений.**

В рамках работ по разработке методов и компонентов высокоуровневой технологии построения экспертных систем (ЭС) и систем поддержки принятия решений (СППР) в 2010 году были выполнены следующие работы:

Произведен анализ методов поддержки принятия решений, используемых в современных СППР. В рамках исследования были рассмотрены следующие классы методов:

1. Методы анализа данных;
2. Методы, основанные на моделях;
3. Оптимизационные методы;
4. Методы прогнозирования и оценки альтернатив;
5. OLAP-технологии.

Ряд принадлежащих вышеперечисленным классам методов был использован при разработке СППР для системы оперативного мониторинга технологической



инфраструктуры нефтегазодобывающего предприятия. Так, для работы с большими массивами данных измерений был использован анализ временных рядов, выявление и прогнозирование трендов. Связь трендов с состоянием объектов осуществлялась с помощью экспертных правил на основе производственной модели. Для решения оптимизационных задач использовались методы целочисленного линейного программирования. Также был исследован вопрос об использовании для данного класса задач недоопределенных вычислительных моделей.

Для обеспечения интеграции различных средств и методов представления знаний, данных и результатов в рамках одной системы были использованы онтологии.

Выполнен анализ имеющихся в мировом сообществе инструментальных средств построения ЭС и СППР. Поскольку данные классы ИС, с одной стороны, имеют много общего, а с другой, ориентированы на собственные классы задач и типы пользователей, то и средства их разработки могут быть как общими, так и специализированными. Следующие средства разработки ЭС могут применяться и для разработки интеллектуальных составляющих СППР:

- традиционные языки программирования PYTHON, C#, Java и др.;
- специализированные языки программирования LISP, SMALLTALK, ПРОЛОГ;
- инструментальные средства разработки ЭС CLIPS, Simer+MIR, G2, ПИЭС, Semp-Тao;
- «пустые» ЭС или оболочки EX-SYS, KARRA;
- средства разработки ЭС для веб-приложений Eg2Lite, Jess.

Существующие в большом количестве средства разработки СППР предназначены, в основном, для принятия управленческих решений в организациях, для анализа больших массивов данных за счет их структурирования, свертки и визуализации. Среди такого класса инструментальных систем можно упомянуть следующие: QlikView от компании QlikTech, Microsoft Analysis Services (Microsoft), Hyperion Performance Suite (Hyperion Solutions Corporation), линейка программных продуктов Crystal (Business Objects), линейка продуктов Cognos (Cognos), OLAP-решения от компании Oracle, Deduktor (компания Base Group), С.М.А.Р.Т. (компания «М-Лоджикс»), VIX BI для 1С (компания VIX) и многие другие.

Было выявлено, что средств, которые позволяли бы строить СППР, сочетающие различные методы поддержки принятия решений и могли работать с неструктурированными данными и экспертными знаниями, на рынке программных продуктов нет.

Были разработаны требования к интеллектуальным системам, сочетающим достоинства ЭС и СППР. Системы данного класса должны оказывать информационную поддержку лицу, принимающему решения (ЛПР), предоставлять информацию, хранящуюся в БД в удобном для ЛПР виде, давать представление о системе понятий, существующих в предметной области и их взаимосвязи. Такие системы также должны иметь набор специализированных средств для принятия решений. В связи с все возрастающими объемами и скоростью накопления знаний, современные интеллектуальные системы должны содержать высокоуровневые средства для редактирования и пополнения базы знаний.

В результате была предложена архитектура такого класса систем (рис. 3).

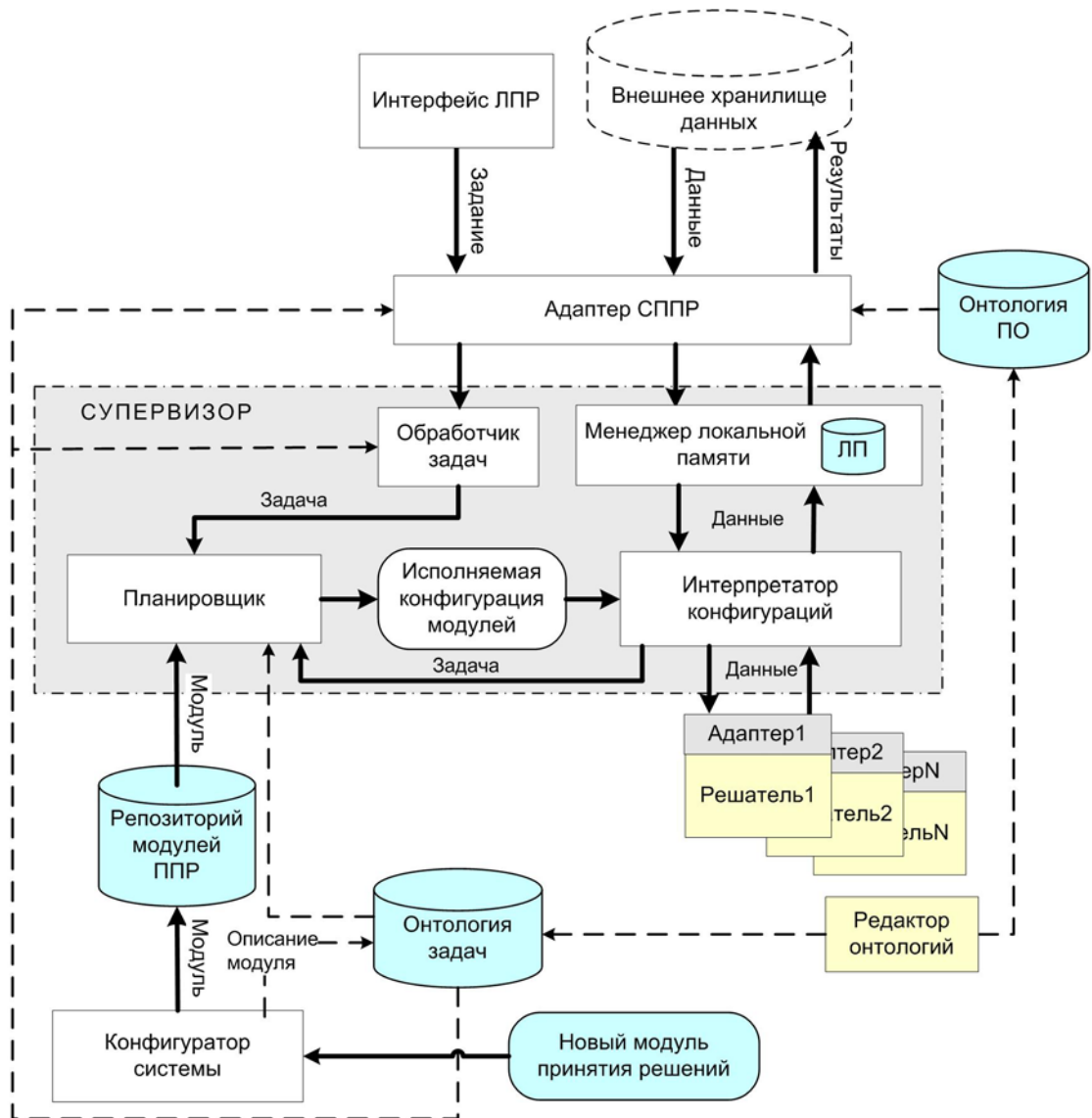


Рис.3. Архитектура СППР

СППР при выработке решений и рекомендаций для ЛПР использует разнообразную информацию из внешнего хранилища данных (ВХД). В связи с этим СППР реализуется в виде двух взаимодействующих модулей — адаптера СППР, обеспечивающего получение задач от ЛПР и обмен данными с ВХД, и супервизора, организующего работу решателей, обеспечивающих в СППР решение определенных классов задач. Например, для решения аналитических задач в СППР СОМТИ был использован Semp — интерпретатор продукционных правил системы Semp-ТАО, а для оптимизационных — GLPK — решатель задач целочисленного линейного программирования. Рассматривался вопрос о подключении решателя недоопределенных моделей UniCalc. Каждый из решателей имеет свой формат входных и выходных данных, поэтому для каждого из них разработан адаптер для обмена данными между ним и локальной памятью СППР. Решение конкретных задач реализуется отдельными модулями поддержки принятия решений, за исполнение (интерпретацию) которых отвечает один из решателей.

Для того, чтобы упростить и унифицировать обмен информацией между разнородными компонентами и модулями СППР (адаптерами, супервизором, решателями, модулями поддержки принятия решений и др.), а также между супервизором и ВХД, разработан формат представления данных в виде объектов (экземпляров понятий) онтологии, описывающей предметную и проблемную область

системы и состоящей, соответственно, из онтологии предметной области и онтологии задач.

### **Результаты работы по грантам**

**Проект РФФИ 09-07-00400а** «Исследование и разработка методов и средств анализа и визуализации разнородных знаний больших информационных порталов».

*Руководитель проекта — к.ф.-м.н. Загорулько Ю.А.*

Основной целью проекта является создание методов и средств анализа и визуализации разнородных знаний больших информационных систем (порталов). Для достижения этих целей осуществляется разработка инструментария для анализа существующего информационного наполнения портала, а также средства автоматического пополнения портала новыми знаниями.

**Проект РФФИ № 10-07-08082-з**

Участие в 9-й Международной конференции по методологии, инструментальным средствам и технологиям разработки программного обеспечения (SoMeT-10)

*Руководитель — к.т.н. Загорулько Ю.А.*

**Проект РГНФ 10-04-12108в** «Разработка двуязычного тезауруса по компьютерной лингвистике»

*Руководитель — к.т.н. Загорулько Ю.А.*

**Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 111** «Интеллектуальный компьютерный анализ научных текстов для поиска, извлечения и интеграции знаний: приложение к катализу в химии и биологии»

*Координатор проекта — академик Пармон В.Н., директор Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*

*Ответственный исполнитель — к.т.н. Загорулько Ю.А.*

### **Список публикаций лаборатории**

#### **Монографии**

1. Ануреев И.С., Батура Т.В., Боровикова О.И., Загорулько 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; Рос. Акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т систем информатики им. А.П. Ершова. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. — 330 с.

#### **Центральные издания**

1. Ануреев И.А., Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б. Подход к разработке системы поддержки принятия решений на примере нефтегазодобывающего предприятия. // Известия Томского политехнического университета. — 2010. — Т. 316, № 5. — С. 127–131.
2. Yury Zagorulko, Galina Zagorulko. An Approach to Development of the Decision Support System for Enterprise with Complex Technological Infrastructure // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 31. — P. 195–207.
3. Evgueni Petrov. Scalable parallel subdefinite calculations for sparse systems of constraints // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 31. — P. 111–122.

## Материалы международных конференций

1. Yury Zagorulko, Olesya Borovikova, Galina Zagorulko. Knowledge Portal on Computational Linguistics: Content-Based Multilingual Access to Linguistic Information Resources // Selected topics in Applied Computer Science: Proc. / 10th WSEAS Int. Conf. on Applied Comput. Sci. (ACS'10), Iwate Prefectural University, Japan, October 4–6, 2010. — WSEAS Press, 2010. — P.255–262.
2. Yury Zagorulko, Galina Zagorulko. Ontology-Based Approach to Development of the Decision Support System for Oil-and-Gas Production Enterprise // New Trends in Software Methodologies, Tools and Techniques: Proc. of the 9th SoMeT\_10. — Amsterdam: IOS Press, 2010. — P.457–466.
3. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Булгаков С.В. Подход к разработке системы поддержки принятия решений для добывающего предприятия нефтегазового комплекса // Тр. XII Междунар. конф. «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». — Самара: Самарский Научный Центр РАН, 2010. — С. 512–517.
4. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б. Принципы построения и функционирования системы поддержки принятия решений для нефтегазодобывающего предприятия // Междунар. научная конф. «Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта» (ISDMCI'2010). Евпатория, Украина, 17–21 мая 2010 г. / Сб. научных трудов в двух томах. — Херсон: ХНТУ, 2010. — Т.2. — С. 256–260.
5. Сидорова Е.А. Обзор задач ЕЯ-сервисов в информационных системах под управлением онтологии // Тр. X междунар. конф. «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». — Самара: Самарский Научный Центр РАН, 2010. — С. 534–539.
6. Кононенко И.С., Сидорова Е.А. Применение лингвистических технологий в справочно-информационной системе по катализу // Тр. X междунар. конф. «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». — Самара: Самарский Научный Центр РАН, 2010. — С. 540-547.
7. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Кравченко А.Ю., Сидорова Е.А. Разработка системы поддержки принятия решений для нефтегазодобывающего предприятия // Труды 12-й нац. конф. по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2010). — М.: Физматлит, 2010. — Т.3. — С.137–145.
8. Yury A. Zagorulko. On Experience of Building Knowledge Portals on Humanities // Computer Technology and Applications: Proc. / First Russia and Pacific Conf., 6–9 September, 2010, Vladivostok, Russia. — ISBN: 978-0-9803267-3-4 © RPC 2010. — P. 336–339.
9. Irina S. Kononenko, Elena A. Sidorova. Language Resources in Ontology-Driven Information Systems // Computer Technology and Applications: Proc. / First Russia and Pacific Conf., 6–9 September, 2010, Vladivostok, Russia. — ISBN: 978-0-9803267-3-4 © RPC 2010. — P. 18–23.

## Материалы всероссийских и региональных конференций

1. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б. Поддержка принятия решений по повышению энергоэффективности и экологической безопасности на нефтегазодобывающем предприятии // Тр. XV Байкальской Всероссийской конф. «Информационные и математические технологии в науке и управлении». — Иркутск: Инст-т систем энергетики им Л.А. Мелентьева СО РАН, 2010. — Т.2. — С. 185–190.
2. Загорулько Ю.А., Боровикова О.И., Загорулько Г.Б. О применении технологии создания порталов научных знаний // Тр. XV Байкальской Всероссийской конф.

- «Информационные и математические технологии в науке и управлении». — Иркутск: Инст-т систем энергетики им Л.А. Мелентьева СО РАН, 2010. — Т.2. — С. 164–171.
3. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Кравченко А.Ю., Сидорова Е.А. Разработка системы поддержки принятия решений для нефтегазодобывающего предприятия // Тр. 12-й национальной конф. по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2010). — М.: Физматлит, 2010. — Т.3. — С.137–145.
  4. Дяченко О.О., Загорулько Ю.А.. Генерация формальных описаний научных статей для информационных систем // Тр. 12-й национальной конф. по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2010). — М.: Физматлит, 2010. — Т.1. — С.225–233.
  5. Циркин Б.Г. Использование онтологического подхода к разработке каталога пользовательских предпочтений // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Сб. трудов. / XII Всеросс. научн. конф. RCDL'2010. — Казань: Казанский университет, 2010. — С. 145–148.
  6. Аврамчук А.В. Применение многоязычных тезаурусов для анализа документов заданной тематики // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: Сб. трудов / VII Всеросс. научно-практическая конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 23–24 марта 2010 г. — Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2010. — С. 71–72.
  7. Циркин Б.Г. Онтологический подход к организации содержательного доступа к каталогу пользовательских предпочтений // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: Сб. трудов / VII Всеросс. научно-практическая конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 23–24 марта 2010 г. — Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2010. — С. 104–106.
  8. Шестаков В.К. Технология построения информационных систем на основе Wiki-технологии и онтологий предметных областей // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: Сб. трудов / VII Всеросс. научно-практическая конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 23–24 марта 2010 г. — Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2010. — С. 106–108.
  9. Загорулько М.Ю. Построение правил для автоматического извлечения словосочетаний из текста // Всеросс. молодежная конф. «Управление знаниями и технологии семантического веба» (KMSW-2010). Санкт-Петербург. 4–5 декабря 2010. — Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО, 2010. — С.103–107.
  10. Романова Д.В. Систематизация коллекции документов на основе иерархической системы тегирования // Всеросс. молодежная конф. «Управление знаниями и технологии семантического веба» (KMSW-2010). Санкт-Петербург. 4–5 декабря 2010. — Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО, 2010. — С.146–150.
  11. Шестаков В.К. Инструменты построения информационных систем на основе Wiki-технологии и онтологий предметных областей // Всероссийская молодежная конференция «Управление знаниями и технологии семантического веба» (KMSW-2010). Санкт-Петербург. 4–5 декабря 2010. — Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО, 2010. — С.150–158.
  12. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б. Использование онтологий в экспертных системах и системах поддержки принятия решений // Второй симпозиум «Онтологическое моделирование: состояние, направления исследований и применения» в рамках XII Всеросс. научн. Конф. RCDL'2010, Казань, 11–12 октября 2010 г. — (в печати).

#### **Участие в конференциях**

1. 10th WSEAS International Conference on Applied Computer Science (ACS'10) University, Japan, October 4–6, 2010.
2. First Russia and Pacific Conference on Computer Technology and Applications, 6–9 September, 2010, Vladivostok, Russia.

3. XV Байкальская Всероссийская конференция «Информационные и математические технологии в науке и управлении», Иркутск, 2010.
4. Международная научная конференция «Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта» (ISDMCI'2010). Евпатория, Украина, 17–21 мая 2010 г.
5. 12-я национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2010), Москва, 2010.
6. XII Всероссийская научная конференция RCDL'2010. Казань, 2010.
7. VII Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 23–24 марта 2010 г.
8. XII Международная конференция «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». Самара, 2010.
9. Всероссийская молодежная конференция «Управление знаниями и технологии семантического веба». (KMSW-2010). Санкт-Петербург. 4–5 декабря 2010 г..

## **Общая характеристика исследований лаборатории системного программирования**

*Зав. лабораторией к.т.н. Шелехов В.В.*

### **Краткое описание проведенных научных исследований**

Разработана технология предикатного программирования с возможностями автоматической дедуктивной верификации и программного синтеза, что дает стопроцентную гарантию корректности программы относительно спецификации. Впервые в России подобная технология становится применимой для разработки программ в приложениях, требующих абсолютной надежности программ. Технология апробирована для автоматической верификации эффективных программ стандартных математических функций.

В НГУ на МФ и ФИТ на протяжении последних пяти лет читается спецкурс «Предикатное программирование». В НГУ издано учебное пособие по спецкурсу.

Разработан метод спецификации реактивных систем на языке алгебры процессов CCS и дедуктивной верификации с доказательством корректности в системе автоматического доказательства PVS. Для алгебры процессов CCS предложена простая модель на языке спецификаций PVS, существенно упрощающая доказательство на PVS эквивалентности преобразований процессных термов.

Разработан метод применения расширенного фильтра Калмана для минимизации ошибок навигации, осуществляемой системой глобальной спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS совместно с инерциальной навигационной системой (INS), использующей датчики ускорения (акселерометры) и углов поворота (гироскопы).

### **Исследования, вошедшие в список основных результатов Института**

1. Технология предикатного программирования для спецификации, дедуктивной верификации, синтеза и эффективной реализации программ дискретной и вычислительной математики

*Авторы: Шелехов В.И., Першин Д.Ю., Карнаухов Н.С.*

### **Описание проведенных научных исследований**

**1. Технология предикатного программирования для спецификации, дедуктивной верификации, синтеза и эффективной реализации программ дискретной и вычислительной математики**

Разработана технология предикатного программирования для спецификации, построения, автоматизированной дедуктивной верификации, программного синтеза и трансформационной реализации программ дискретной и вычислительной математики. Язык предикатного программирования  $P$  сконструирован как результат расширяющейся цепочки языков  $ССР \subset P1 \subset P2 \subset P3 \subset P4 = P$ . Механизм расширения языков позволил регулярным образом вывести логическую и операционную семантику языка  $P$  из семантики языка исчисления вычислимых предикатов  $ССР$  и доказать согласованность логической и операционной семантики.

Разработан теоретический базис дедуктивной верификации и программного синтеза, использующий новое понятие *логики программы*. Этот базис применим не только для языка предикатного программирования, но и для функциональных и императивных языков. Логическая семантика и формула тотальной корректности

программы определяются через логику программы. Для программ с однозначной спецификацией найдена более простая формула, которую можно использовать для доказательства тотальной корректности.

Специализация формулы тотальной корректности для операторов различных видов позволяет декомпозировать исходную формулу в виде набора более простых и коротких формул, что существенно упрощает доказательство корректности программы. Результатом специализации является система правил доказательства корректности операторов относительно спецификаций операторов в виде предусловий и постусловий. Построена обширная и удобная для применения система правил для всех видов операторов языка P с получением наиболее простых условий корректности программы с минимальным числом кванторов существования. Доказана правильность системы правил.

На базе системы правил корректности операторов разработан эффективный и простой алгоритм генерации формул корректности программы для последующего доказательства в рамках системы автоматического доказательства PVS. Используя эту же систему правил можно проводить синтез предикатной программы по ее спецификации. Имеется несложный алгоритм генерации программы по доказанным формулам корректности с использованием правил в качестве шаблонов. Дедуктивная верификация и программный синтез оказываются зеркальными (симметричными).

Разработанные методы дедуктивной верификации и синтеза опробованы примерно для 20 небольших программ. В процессе верификации обнаружено 15 ошибок. В результате верификации сумматора Ling обнаружено отсутствие доказательства единственности решения системы уравнений Ling в статье R. Doran. Отметим, что верификация сумматора Ling была проведена впервые. Доказательство на PVS формул корректности требовало времени в 5-10 раз больше времени обычной разработки программ без формальной верификации. Синтез эффективных программ стандартных функций floor, isqrt и ilog2 оказался по трудоемкости существенно меньшим по сравнению с дедуктивной верификацией этих программ. Среди многочисленных работ по верификации программ для функции isqrt обнаружена лишь одна, в которой представлена дедуктивная верификация программы по эффективности близкой к нашей.

```

PVS@host:scaldman
PVS File Edit Options Buffers Tools Help Complete InOut Signals Help
Rule? (inst -1 "z" "(2 ^ (-d))")
Instantiating the top quantifier in -1 with the terms:
  z, (2 ^ (-d)),
this yields 2 subgoals:
FC21.2.1 :
[-1] z / (2 ^ (-d)) = mod(z, (2 ^ (-d))) / (2 ^ (-d)) + div(z, (2 ^ (-d)))
[-2] floor(-(z / (2 ^ (-d)))) = -ceiling(z / (2 ^ (-d)))
[-3] y = floor(-(2 ^ d * z))
|-----
[1] d >= 0
[2] mod(z, 2 ^ (-d)) = 0
[3] y = -div(z, 2 ^ (-d)) - 1
Rule?
U:**. *pvs* Bot L2463 (ILISP :ready)-----
mod_div_ne: LEMMA n / q = mod(n, q) / q + div(n, q)
FC21: LEMMA
  Q floor1(S, d, z, y) & NOT S = 0 & NOT d >= 0 & NOT mod(z, 2^(-d)) = 0
  IMPLIES
    y = - div(z, 2^(-d)) - 1
END floor1[]
..(DOS)... floorE.pvs Bot L119 (PVS :ready)-----

```

Рис. 1. Фрагмент доказательства условия корректности FC21 для функции floor в системе PVS



К настоящему моменту существенно переработан язык P. В системе предикатного программирования заново реализован front-end для новой версии языка P. Завершается реализация back-end'a. Разработан детальный проект генерации условий корректности на языке спецификаций системы автоматического доказательства PVS. Таким образом, технология предикатного программирования подготовлена к внедрению. Она может применяться даже вручную, без использования системы предикатного программирования. Ее применение целесообразно, в первую очередь, в приложениях, где цена ошибки высока.

Пятый год в НГУ на МФ и ФИТ читается спецкурс по предикатному программированию. В НГУ издано учебное пособие по предикатному программированию для студентов.

## **2. Разработка методов спецификации и анализа реактивных систем**

На примере протокола рукопожатия исследуются методы спецификации на языке алгебры процессов CCS и дедуктивной верификации реактивных систем относительно спецификаций с доказательством корректности в системе автоматического доказательства PVS. Для алгебры процессов CCS предложена простая модель на языке спецификаций PVS, существенно упрощающая доказательство на PVS эквивалентности преобразований процессных термов. Корректность спецификации протокола рукопожатия доказывается применением эквивалентных преобразований; используются также раскрытия параллельных композиций и рекурсивные свертки. Корректность преобразований подтверждена доказательством на PVS.

## **3. Разработка методов высокой точности для одночастотного навигационного приемника ГЛОНАСС/GPS.**

Разработан метод применения расширенного фильтра Калмана для минимизации ошибок навигации, осуществляемой сильносвязанной интегрированной системой GNSS/INS, т.е. системой глобальной спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS совместно с инерциальной навигационной системой (INS), использующей датчики ускорения (акселерометры) и углов поворота (гироскопы).

Освоена работа с миниатюрным блоком инерциальной навигации 9DOF, базирующимся на датчиках MEMS (Micro Electro-Mechanical Sensors). Блок включает: трехмерный акселерометр, трехмерный гироскоп и трехмерный магнитометр. Его предполагается использовать в сильносвязанной системе навигации GNSS/INS для получения координат с существенно меньшей дисперсией.

Проводится сравнительный анализ спутниковых навигационных приемников TFAG-50 и GEOS-M на базе систем ГЛОНАСС/GPS, а также приемников ANTARIS-5T и ANTARIS-4T на базе GPS. Целью анализа является сравнение на точность исходных («сырых») данных, поставляемых приемниками на основе информации от систем ГЛОНАСС/GPS или GPS.

## **4. Разработка методов автоматической генерации тестов**

Проведено исследование современных методов генерации тестов для программ на основе формальных спецификаций, в т.ч. активно эксплуатируемой отечественной технологии UniTESK, разработанной в ИСП РАН. Изучены программные инструменты CTESTK, J@T,Ch@se и ОТК, реализующие технологию UniTESK, а также методы

тестирования на основе моделей. Разрабатывается метод адаптации технологии UniTESK для тестирования бортовых программ космических аппаратов, написанных на языке Модула-2.

### **Список публикаций лаборатории**

#### **Российские журналы**

1. Шелехов В.И. Верификация и синтез программ сложения на базе правил корректности операторов // Моделирование и анализ информационных систем. — Ярославль, 2010. — Т. 17, № 4. — С. 101–110.

#### **Труды международных конференций**

1. Шелехов В.И. Верификация и синтез эффективных программ стандартных функций floor, isqrt и ilog2 в технологии предикатного программирования // Тр. 12-й междунар. конф. «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». — Самара, Самарский научный центр РАН, 2010. — С. 622–630.
2. Шелехов В.И. Верификация и синтез программ сложения на базе правил корректности операторов // Computer Science in Russia CSR-2010. Workshop on Program Semantics and Verification: Theory and Applications. — Казань, 2010. — С. 150–156.
3. Тумуров Э.Г. Метод верификации реактивных систем на примере протокола рукопожатия // 3-я междунар. конф. «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы» ИКВТС-2010. — Улан-Удэ, 2010. — С. 262–265.
4. Карнаухов Н.С. Архитектура системы предикатного программирования // Материалы XLVIII Междунар. научной студенческой конф. «Студент и научно-технический прогресс»: Информационные технологии. — Новосибирск: НГУ, 2010. — С. 220.

#### **Препринты**

1. Карнаухов Н.С., Першин Д.Ю., Шелехов В.И. Язык предикатного программирования P. — Новосибирск, 2010. — 42с. — (Препр. / ИСИ СО РАН; N 153).
2. Шелехов В.И. Разработка эффективных программ стандартных функций floor, isqrt и ilog2 по технологии предикатного программирования — Новосибирск, 2010. — 42с. — (Препр. / ИСИ СО РАН; N 154).

#### **Участие в конференциях**

1. XII Международная конференция «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». Самара, Самарский научный центр РАН, 2010.
2. Workshop on Program Semantics and Verification: Theory and Applications. International conference “Computer Science in Russia” CSR-2010. Kazan, 2010.
3. III Международная конференция “Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы” ИКВТС-2010. Улан-Удэ, 2010.
4. XLVIII Международная научная студенческая конференция «Студент и научно-технический прогресс»: Информационные технологии. НГУ, Новосибирск, 2010.

# Общая характеристика исследований лаборатории смешанных вычислений

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

## Краткое описание проведенных научных исследований

### 1. Разработка и реализация методов визуализации и навигации по иерархическим структурам большого объема, представленных в виде графов.

Работа велась по проекту РФФИ (грант № 09-07-00400а) и проекту РАН 2/12 «Формальные языки и методы спецификации, анализа и синтеза информационных систем».

Научная деятельность в 2010 году была связана с разработкой и реализацией методов визуализации и навигации по иерархическим структурам большого объема, представленных в виде графов.

Осуществлялось расширение подсистемы интерактивной визуализации онтологии и информационного наполнения портала знаний, включающей:

- Методы визуализации, учитывающие типы конкретных отношений, а также методы визуализации комбинаций отношений разного типа.
- Навигацию, позволяющую пользователю выбирать интересующие его отношения между классами или объектами, выделять соответствующие подграфы и изображать их.

Так, для визуализации связей между классами оказалось весьма полезным совместное изображение отношения наследования и ассоциативных отношений, а для визуализации связей между объектами — совместное изображение отношения партономии в комбинации с различными ассоциативными отношениями.

Для построения таких изображений реализован новый алгоритм визуализации ассоциативных связей, использующий иерархические жгуты ребер. Показано также, что этот метод визуализации позволяет более эффективно обнаруживать классы, не имеющие собственной специфики (отношения, атрибуты), по отношению к родительским классам. (Рис. 1).

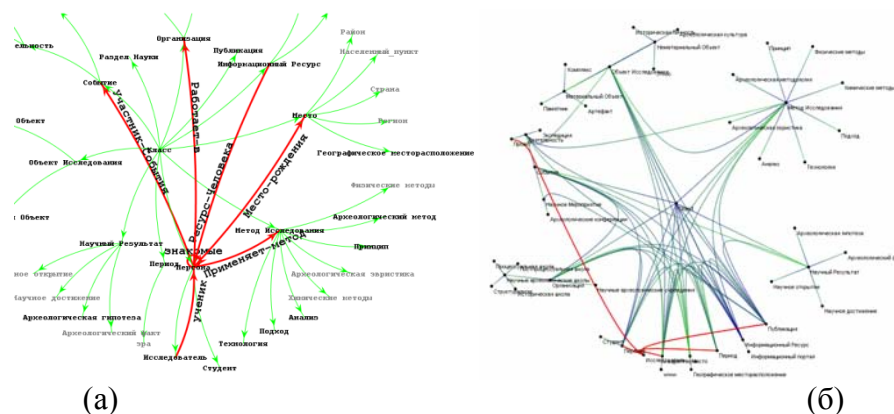


Рис. 1. Совместное изображение отношений наследования и ассоциативных отношений. (а) радиальный алгоритм визуализации. (б) круговой алгоритм и иерархические жгуты ребер.

Реализовано также расширение подсистемы визуализации информационного наполнения таких порталов новыми средствами анализа, позволяющими генерацию сетей сотрудничества из имеющихся данных, извлечение научных сообществ и их визуализацию. (Рис. 2).

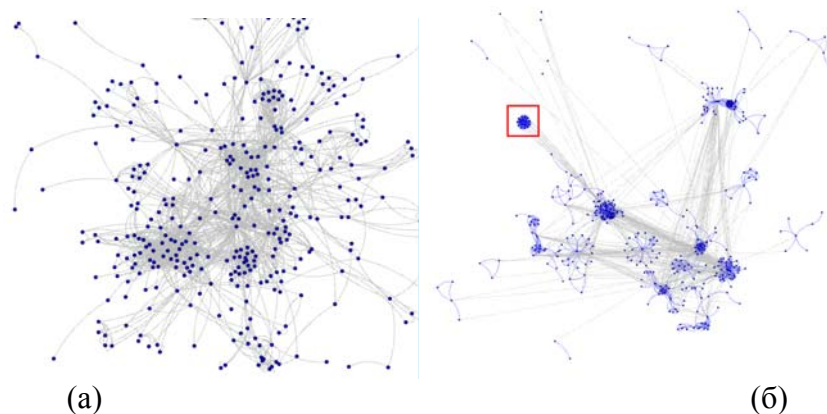


Рис.2. (а) Наибольшая связанная компонента сети соавторства, имеет 370 вершин и 1690 ребер. (б) Визуализация разбиения сети соавторства на 35 научных сообществ.

Наконец, на основе метода иерархических жгутов ребер реализована возможность совместного изображения сетей сотрудничества и онтологических отношений (Рис. 3).

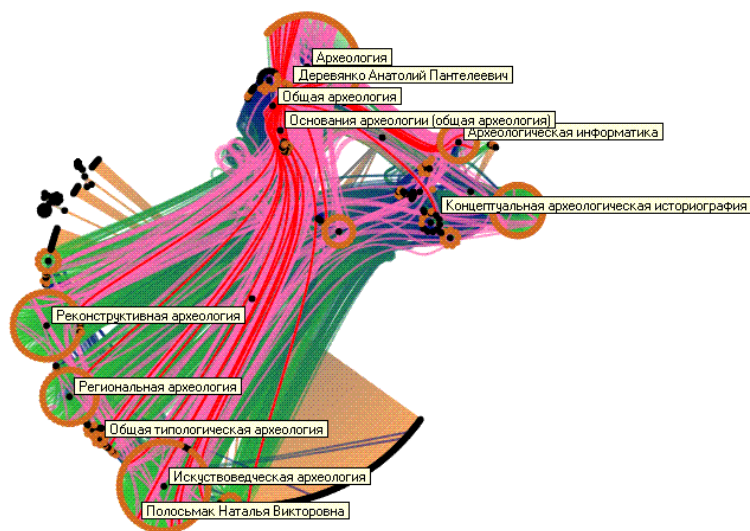


Рис.3. Совместное изображение сетей соавторства и онтологических отношений. Отношение соавторства между разными разделами археологии.

## 2. Разработка методов извлечения бизнес-логики на основе семантических свойств программ

Цель работы заключается в исследовании методов автоматического построения бизнес-правил на основе семантических свойств программ.

Основные результаты проделанной работы приведены ниже.

- 2.1. Разработан метод восстановления вычислений заданной программной переменной на основе графа информационных зависимостей программы.
- 2.2. Разработан метод валидации экранных портов для построения бизнес-правил из всех проверок корректности значений, вводимых пользователем и попадающих в программу через операторы обработки экранных форм — экранные порты.
- 2.3. Предложен вспомогательный алгоритм для валидации сегментов бизнес-правил, позволяющий проверять актуальность бизнес-правил после редактирования программного кода.
- 2.4. Все разработанные алгоритмы реализованы в рамках программного средства анализа бизнес-логики старых приложений Business Rule Manager.

### **3. Разработка объектной модели описания расписаний в учебных заведениях и средств кросс-платформенной конвертации данных**

Сотрудники лаборатории в течение многих лет занимаются развитием системы составления расписаний занятий Spora, используемой в учебных заведениях Новосибирска и других городов. На данном этапе остро встала проблема кросс-платформенности системы, в частности, унификация представления данных.

Административная организация учебного процесса, является сложной многоступенчатой задачей. Выработка единого формата описания учебного процесса имеет своей целью создание единой основы для решения следующих технологических, административных и научных задач:

Обмен данными между разными системами, в том числе в среде Semantic Web.

Проверка в автоматическом или полуавтоматическом режиме:

соответствия государственным и международным образовательным стандартам;

соответствия государственным санитарным нормам;

«качества» составленного расписания, в частности, для оценки и сравнения автоматически составленных расписаний и производительности систем.

Создание общезначимых тестовых наборов данных для систем автоматического составления расписания.

Предложен XML-формат описания расписаний. Разработанный формат данных был использован для переноса информации между разными системами составления расписания. Кроме того, был реализован визуализатор XML-расписания, который позволяет просматривать его непосредственно в web-браузере без использования дополнительных программных средств.

Buildings	ID	Аудитория	Ограничения и Расписание						
			1-й день	2-й день	3-й день	4-й день	5-й день	6-й день	7-й день
УК1	1122								
УК2			1-я пара нетная нед. Гр.К-73у Гр.М-73у Гр.М-74у Лекция И.А. дел.общ. преп. Машурово Н.Г.	нетная нед. Гр.Р-61 Гр.Р-62 Гр.П-61 Лекция Политология преп. Павлов С.А.	нетная нед. Гр.Р-62 Ветина Политология преп. Павлов С.А.	нетная нед. Гр.К-41 Гр.К-42 Гр.КБ-51 Лекция Бюрократ. дело преп. Арсланов Т.С.	нетная нед. Гр.КБ-61 Гр.К-61 Гр.К-62 Лекция Упрощ. система упрощ. преп. Андиферова С.А.	нетная нед. Гр.Ю-63у Лекция Защита прав преп. Корова Я.А.	
УК3			нетная нед. Гр.К-51 Гр.К-52 Лекция Товаровед и ЭТ преп. Топова Е.В.	нетная нед. Гр.ФК-51 Гр.ФК-52 Гр.ФК-53 Лекция Стратегия преп. Рязанцев Л.Н.	нетная нед. Гр.Р-62 Ветина Статистика преп. Мороз Г.Л.	нетная нед. Гр.МБ-61 Гр.АК-61 Гр.АК-62 Лекция Основы глобализм преп. Савченко Н.В.	нетная нед. Гр.БК-53у Гр.БК-54у Лекция Коллеры право преп. Лукинкова К.В.		
УК4			2-я пара нетная нед. Гр.АК-71 Ветина Философия преп. Наунова В.В.	нетная нед. Гр.ФК-51 Гр.ФК-52 Гр.ФК-53 Лекция Теор. основы Фин. экон. преп. Мороз А.В.	нетная нед. Гр.Р-62 Ветина Этал. процесс преп. Коваленко Л.В.	нетная нед. Гр.МБ-61 Гр.АК-61 Гр.АК-62 Лекция Основы глобализм преп. Савченко Н.В.	Гр.ФК-61 Гр.ФК-62 Лекция Механизм станд. преп. Жукова Т.В.		
УК5			нетная нед. Гр.К-51 Гр.К-52 Гр.КБ-51 Лекция Коллеры право преп. Гусоводина М.В.	нетная нед. Гр.Ю-52 Ветина Матрицы преп. Рязанцев Л.Н.	нетная нед. Гр.Ю-41 Ветина Этал. процесс преп. Коваленко Л.В.	нетная нед. Гр.Ю-63у Ветина Росс. право право преп. Гусоводина М.В.			
УК6			3-я пара нетная нед. Гр.З-74у Гр.З-75у Лекция Организация ПД преп. Голосова Н.И.	нетная нед. Гр.Р-42 Ветина Менеджмент преп. Рязанцев Л.Н.	нетная нед. Гр.ТХ-73у Лекция Орг. линии преп. Килица Ю.Л.	нетная нед. Гр.ФК-51 Гр.ФК-52 Гр.ФК-53 Лекция Стратегия преп. Рязанцев Л.Н.	Гр.ФК-51 Гр.ФК-52 Гр.ФК-53 Лекция Эконом. анализ преп. Голосова Н.И.		
УК7			нетная нед. Гр.ЮБ-71 Ветина Теория Гип. преп. Шатковская О.Н.	нетная нед. Гр.Ю-51 Ветина Матрицы преп. Рязанцев Л.Н.	нетная нед. Гр.Ю-41 Гр.Ю-42 Гр.Ю-43 Лекция Протокол надлеж. преп. Павлов С.А.	нетная нед. Гр.К-51 Гр.К-52 Гр.КБ-51 Лекция Коллеры право преп. Лукинкова К.В.			
УК8			4-я пара нетная нед. Гр.Р-61 Гр.Р-62 Лекция Основы рекламы преп. Наунова А.В.	нетная нед. Гр.Ю-41 Гр.Ю-42 Гр.Ю-43 Лекция Соц. партн. в офисе тр. преп. Наунова С.В.	нетная нед. Гр.Ю-41 Гр.Ю-42 Гр.Ю-43 Лекция Соц. партн. в офисе тр. преп. Наунова С.В.	нетная нед. Гр.ФК-51 Гр.ФК-52 Гр.ФК-53 Лекция Фин. орг. предприятие преп. Кириллов В.Л.	нетная нед. Гр.АК-51 Гр.АК-52 Лекция Арбитраж. процесс преп. Черемных О.Г.	нетная нед. Гр.Ю-41 Гр.Ю-42 Гр.Ю-43 Лекция Этал. процесс преп. Шатковская П.В.	
УК9						только на 6 неделе Гр.ЗФК-21 Гр.ЗР-21 Лекция Культура и Бизнес преп. Телин Г.А.			
УК10									
УК11									

#### 4. Исследование задачи извлечения квадратного корня квадратного в кольце вычетов по составному модулю

Исследовалась задача извлечения квадратного корня в кольце вычетов по составному модулю, имеющая многочисленные приложения в алгоритмической теории чисел. Изучались свойства некоторого переборного алгоритма, использующего семейство унимодулярных матриц в качестве преобразователей. Первоначальная 3-параметрическая схема была сведена к 2-параметрической, что упростило системы промежуточных алгебраических выражений, размеры промежуточных результатов и ускорило вычисления. Разработан эффективный (полиномиальный) алгоритм для решения задачи, встречающейся при исследовании данной общей проблемы. Результаты изложены в статье, представленной в *Вестник НГУ. Серия математика, механика и информатика*: О восстановлении пути в дереве Барнинга-Холла.

#### 5. Концепция построения геоинформационных комплексов моделирования и анализа социально-экономических проблем регионов

В рамках совместного проекта ИСИ СО РАН, СИМиОР, НГУ и ИЭиОПП СО РАН продолжились работы по построению комплекса имитационного моделирования, оптимизации и геовизуализации развития транспортной сети России. Рассматривались основные положения концепции построения программно-информационной платформы для комплексов, ориентированных на решение задач исследования, моделирования и управления социально-экономическим развитием регионов и их взаимодействия как субъектов федерации. На основе анализа условий и специфики проблем и существующих подходов сформулированы проектные спецификации к построению информационных баз и потоков данных, к архитектуре, составу и функциональным возможностям инструментальных средств разработки и поддержки прикладных комплексов различного назначения. Обоснована эффективность использования для построения интерфейса с пользователем картографических методов и приемов представления данных и управления. Особое значение придается разработке принципов, архитектурных решений и технологий, обеспечивающих как расширение и наращивание прикладных комплексов в процессе эксплуатации, так и созданию единого базиса для подключения или разработки новых приложений.

Описана структура базы данных, функциональные возможности и организация многовариантных расчетов развития транспортной сети России (ТСР) в прикладном

комплексе ПРОСТОР, реализованном в среде и с использованием средств программно-информационной платформы. Средства комплекса позволяют формировать исходные данные вариантов развития ТСР посредством изменения в базовом варианте, описывающем существующее состояние ТСР, эндогенных параметров, автоматически преобразовывать эти данные в форматы данных внешнего оптимизационного пакета, используемого для моделирования, проводить модельный расчет с размещением результатов в базе данных, визуализировать результаты и исходные данные в картографическом и табличном вариантах. Комплекс позволил на порядок сократить время на имитацию одного варианта, накапливать результаты моделирования для сравнительного анализа вариантов с целью принятия обоснованных предложений по развитию ТСР.

## **6 Научно-педагогическая деятельность**

*Работа над образовательными программами, которые соответствуют стандартам третьего поколения:*

Апанович З.В. участвовала в работе методической комиссии ФИТ НГУ. Подготовлена рабочая программа по курсу «Визуализация информации при помощи графов».

Бульонковым М.А. подготовлены рабочие программы по курсам «Теория программирования» и, совместно с Емельяновым П.Г., «Программирование» для ММФ НГУ.

Емельянов П.Г. участвовал в работе методической комиссии ММФ НГУ. Подготовлена основная образовательная программа по направлению подготовки 010200 — Математика и компьютерные науки, уровень бакалавр. Подготовлены и представлены в Рособрандзор документы для лицензирования этого направления подготовки на ММФ НГУ. Для обучения по направлению подготовки 010200 — Математика и компьютерные науки, уровень магистр, подготовлена магистерская программа кафедры программирования ММФ НГУ «Методы и средства конструирования, анализа и преобразования в системах информатики». Подготовлена рабочая программа по курсу «Основы ЭВМ. Математические модели». Подготовлена рабочая программа по курсу «Дискретные математические модели и модели вычислений» для направления подготовки 035800 — Фундаментальная и прикладная лингвистика, профиль Математическая лингвистика, уровень бакалавр (в Рособрандзор представлены документы для лицензирования этого направления подготовки на ГФ НГУ). В автоматизированной системе тестирования реализован набор тестов для текущего контроля знаний по курсу Программирование I (2 семестр).

*Научное руководство студентами и аспирантами:*

Аспиранты: 1 человек, ИСИ.

Студенты: магистратура ФИТ — 2; специалисты ФИТ — 1; магистратура ММФ — 1.

*Учебные курсы:*

Спецкурс «Визуализация графов» (к.ф.-м.н. Апанович З.В., НГУ, ММФ).

Спецкурс «Визуализация информации при помощи графов» (к.ф.-м.н. Апанович З.В., НГУ, ФИТ).

Основной курс «Программирование I», 2 семестр (к.ф.-м.н. Бульонков М.А., НГУ, ММФ).

Основной курс «Теория программирования», 7 семестр (к.ф.-м.н. Бульонков М.А., НГУ, ММФ).

Основной курс «Основы ЭВМ. Математические модели», 1 семестр (к.ф.-м.н. Емельянов П.Г., НГУ, ММФ).

Основной курс «Программирование II», 3 семестр (к.ф.-м.н. Емельянов П.Г., НГУ, ММФ).

### Результаты работы по грантам

**1. Проект РАН 2/12** — «Формальные языки и методы спецификации, анализа и синтеза информационных систем»

*Научный руководитель проекта — д.ф.-м.н. А.Г. Марчук*

*Участник от лаборатории — к.ф.-м.н. Апанович З.В.*

**2. Проект РФФИ 09-07-00400а** «Исследование и разработка методов и средств анализа и визуализации разнородных знаний больших информационных порталов».

*Научн. руководитель — Загоруйко Ю.А.*

*Участник от лаборатории — к.ф.-м.н. Апанович З.В.*

Научная деятельность в 2010 году была связана с разработкой и реализацией методов визуализации и навигации по иерархическим структурам большого объема, представленных в виде графов. Осуществлялось расширение подсистемы интерактивной визуализации онтологии и информационного наполнения портала знаний.

### Список публикаций лаборатории

#### Российские журналы

1. Апанович З.В. Методы визуализации информации – наукоемкое направление современных ИТ. // Компьютерные инструменты в школе. — 2010 — № 2. — С. 20–27.
2. Апанович З.В. Методы визуализации графов, как инструмент, способствующий пониманию информации // Компьютерные инструменты в школе. — 2010 — № 2. — С. 34–39
3. Apanovich Z. V., Vinokurov P. S. An extension of a visualization component of ontology based portals with visual analytics facilities. // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 31. — P. 17–28.
4. Бульонков М.А., Емельянов П.Г., Тарабухина Н.К. Business Rule Manager — средство анализа бизнес-логики старых приложений // Вестник Санкт-Петербургского университета. / Сер. 10: Прикладная математика, информатика, процессы управления. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. Гос. Ун-та, 2010. — Вып. 1. — С. 23–34.
5. Бульонков М.А., Емельянов П.Г., Пак Е.В. К стандартизации описания учебного процесса в учебных заведениях // Открытое образование. — 2010. — № 3. — С. 45–57.

#### Материалы международных конференций

1. З.В. Апанович, Т.А. Кислицина. Расширение подсистемы визуализации наполнения информационного портала средствами визуальной аналитики // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Тр. XII Междунар. Конф. (Самара, 21–23 июня 2010 г.). — 2010. — С. 518–525.
2. Apanovich Z. V., Vinokurov P. S., Ontology based portals and visual analysis of scientific communities // Computer Technology and Applications: Proc / First Russia and Pacific Conf., 6–9 September, 2010, Vladivostok, Russia. — P.7–11.



## Материалы российских конференций

1. Апанович З.В. Винокуров П.С. Информационные порталы, основанные на онтологиях, и визуализация научных сообществ. // Труды 12-й нац. конф. по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2010). — М.: Физматлит, 2010. — Т.2. — С. 213–221.
2. Апанович З.В., Винокуров П.С., Кислицина Т.А. Гибкая подсистема визуализации онтологии и информационного наполнения порталов знаний на протяжении их жизненного цикла // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Сб. трудов / XII Всеросс. научн. конф. RCDDL'2010 — Казань, Казанский университет, 2010. — С. 265–272.
3. Емельянов П.Г. «Бакалавр или магистр» с точки зрения вуза // Актуальные проблемы углубленного математического образования: Сб. трудов Всеросс. научно-методической конф., Майкоп, 20–22 мая 2010 г. — Майкоп, 2010. — С. 81–86.

## Участие в конференциях

1. XII Международная конференция «Проблемы управления и моделирования в сложных системах» (ПУМСС-2010), Самара, 21–23 июня, 2010 г.
2. First Russia and Pacific Conference on Computer Technology and Applications, 6–9 September, 2010, Vladivostok, Russia.
3. 12-я национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием – КИИ-2010, 21–24 сентября, 2010, Тверь. Докладчик — Апанович З.В.
4. XII Всероссийская научная конференция «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» (RCDDL'2010), Казань, 13–17 октября 2010 г. Докладчик — Апанович З.В.
5. XXVII Пленум УМС по математике и механике УМО по классическому университетскому образованию РФ. Майкоп, Адыгейский государственный университет, 21–23 мая 2010 г. Емельянов П.Г. Подготовка предложений по списку профилей направлений подготовки 010100 — Математика, 010200 — Математика и компьютерные науки, 010800 — Механика и математическое моделирование; участие в редакционной комиссии Пленума.
6. XXVIII Пленум УМС по математике и механике УМО по классическому университетскому образованию РФ. Оренбург, Оренбургский государственный университет, 22–23 сентября 2010 г. Емельянов П.Г. Подготовка проекта Примерной основной образовательной программы по профилю Алгебра и дискретная математика направления подготовки 010200 — Математика и компьютерные науки; участие в редакционной комиссии Пленума.

## Защита диссертаций

1. *Тарабухина Н.К.* «Методы извлечения бизнес-логики на основе семантических свойств программ»: Дис. на соискание учен. степ. канд. физ.-мат. наук. — Новосибирск, ИСИ СО РАН, 2010.

# Общая характеристика исследований лаборатории САПР и архитектуры СБИС

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

## Основные результаты научных исследований за год, их практическое использование и применение в учебном процессе

**Приоритетное направление IV.32.** Архитектура, системные решения, программное обеспечение и информационная безопасность информационно-вычислительных комплексов и сетей новых поколений. Системное программирование.

**Программа IV.32.2.** Математические, системные и прикладные аспекты перспективных информационных технологий, автоматизации программирования и управления.

**Научный проект:** «Новые информационные технологии, направленные на создание фактографических систем, поддержку образовательной и научной деятельности (ИСИ)»

*Руководитель: д.ф.-м.н. А.Г. Марчук*

## Исследования, вошедшие в список основных результатов Института

1. Исследование  $\Delta$ -разложимости в логиках, соответствующих формализму OWL-DL.

*Автор: к.ф.-м.н. Д.К. Пономарев.*

## Описание проведенных научных исследований

### 1. Изучение математических особенностей представлений знаний

Исследовано свойство  $\Delta$ -разложимости теорий в классе дескриптивных логик. Установлена степень алгоритмической сложности распознавания  $\Delta$ -разложимости конечных теорий в дескриптивных логиках EL, DL-Lite<sub>Core</sub>, DL-Lite<sub>Hom</sub>, ALC, ALCI, ALCQ, ALCQI. Показано, что эти логики обладают свойством однозначности сигнатурных разложений.

Проведена серия машинных экспериментов по синтаксической декомпозиции терминологий, формализованных в дескриптивных логиках. Для онтологий Gene Ontology, Plant Anatomy Ontology, NCI Thesaurus, Galen, Ontology of Chemical Biology исследована  $\emptyset$ -разложимость, эвристики выбора множества  $\Delta$  для получения разложений с малым числом компонент, а также аксиоматизации этих онтологий на предмет устранения синтаксических связей между терминами посредством эквивалентного переписывания аксиом.

Разработан метод построения «естественной» классификации. Проведены эксперименты по построению естественной классификации символов, взятых из различных шрифтов.

Разработана адаптивная система управления, имеющая внутреннюю модель окружающей среды.

Проведены успешные эксперименты по адаптивному управлению моделью робота в трехмерной виртуальной среде, моделирующей законы механики реального мира.

## 1.1 Исследования по $\Delta$ -разложимости и анализу используемых в разных науках онтологий

1. В дескриптивной логике EL доказана полиномиальная разрешимость свойства  $\Delta$ -разложимости для теорий, ациклических по отношениям. В данной логике разбиение сигнатуры теории, соответствующее ее нетривиальному разложению, вычислимо за полиномиальное время, однако сами компоненты разложения могут иметь «размер» экспоненциальный (от «размера» входной теории);
2. Показано, что дескриптивные логики DL-Lite<sub>Core</sub> и DL-Lite<sub>Horn</sub> обладают свойством однозначности сигнатурных разложений;
3. Доказана полиномиальная разрешимость свойства  $\Delta$ -разложимости в логиках DL-Lite<sub>Core</sub> и DL-Lite<sub>Horn</sub>. Более того, сами теории – компоненты разложения – в этих логиках вычислимы за полиномиальное время;
4. Для дескриптивных логик ALC, ALCI, ALCQ, ALCQI доказана ExpTime-полнота распознавания свойства  $\Delta$ -разложимости.

Полученные результаты эмпирически свидетельствуют о том, что свойство  $\Delta$ -разложимости позволяет оставаться в степени алгоритмической сложности отношения выводимости логики. Иными словами, установление  $\Delta$ -разложимости теории (и в ряде случаев – вычисление ее минимальных компонент разложения) оказывается не сложнее, чем проверка выводимости в заданной логике. В полиномиально разрешимых логиках EL, DL-Lite<sub>Core</sub> и DL-Lite<sub>Horn</sub> свойство  $\Delta$ -разложимости также полиномиально разрешимо; в ExpTime-трудных логиках ALC, ALCI, ALCQ, ALCQI свойство  $\Delta$ -разложимости ExpTime-полно. Таким образом, можно утверждать, что с точки зрения вычислительной трудоемкости рассматриваемый нами метод декомпозиции теорий имеет преимущество, поскольку известные подходы к декомпозиции теорий в дескриптивных логиках, например, основанные на равномерной интерполяции или семантической неотделимости, сразу же выводят за пределы сложности рассматриваемой логики или даже за границы разрешимости.

### *Практические результаты*

Проведена серия машинных экспериментов по синтаксической декомпозиции терминологий. В качестве данных для исследования из открытого источника TONES Ontology repository (<http://owl.cs.manchester.ac.uk/repository/>) было выбрано несколько онтологий, которые используются в различных информационных системах. Ниже приведен список этих онтологий с кратким описанием.

Название онтологии	Предметная область	Формализована в дескриптивной логике	Количество описываемых понятий	Количество описываемых отношений	Количество аксиом
Gene ontology	Генетика (классификация генов и соответствующих процессов регуляции)	ELH+	29367	5	52631
Plant anatomy ontology	Морфология и анатомия растений	EL	868	2	1274

NCI Thesaurus	Медицинские и административные процессы, связанные с диагностикой и лечением раковых заболеваний	ALCH	75529	194	107288
Galen	Медицинская диагностика в целом	ELHF+	2749	413	4954
Ontology of chemical biology	Химия (классификация соединений, активных в живых организмах)	EL	27190	9	54572

Таблица 1. Терминологии, использованные в экспериментах.

Средства для проведения машинных экспериментов — две программы, написанные на языке Java с использованием OWL API. Первая программа предназначена для извлечения из онтологии и сохранения в файл (т.н. дельта-файл) списка терминов и отношений в соответствии с заданными пользователем критериями. Вторая программа предназначена для вычисления компонент синтаксического  $\Delta$ -разложения онтологии, где  $\Delta$  задается списком сигнатурных символов из дельта-файла. По заданной онтологии (представленной в любом диалекте языков OWL, RDFS) и заданному  $\Delta$  данная программа определяет, является ли заданная онтология синтаксически  $\Delta$ -разложимой, вычисляет минимальные компоненты синтаксического  $\Delta$ -разложения, сохраняет их как отдельные онтологии (файлы в формате OWL) и выдает отчет об основных метриках извлеченных компонент разложения. Для навигации по онтологиям использовался редактор Protege 4.0.

Цель проведения экспериментов:

- 1) Установить, являются ли онтологии из выбранного списка  $\emptyset$ -разложимыми;
- 2) Исследовать аксиоматизации онтологий на предмет того, возможно ли эквивалентным переписыванием аксиом добиться устранения некоторых синтаксических связей между сигнатурными символами;
- 3) Проверить на практике следующую неформальную эвристику выбора  $\Delta$ , а именно — в множество  $\Delta$  следует включать все имена отношений, используемые в онтологии, а также имена всех понятий, которые можно считать «общими» для описываемой (в онтологии) предметной области. Провести сопоставление числа получаемых компонент при варьировании  $\Delta$  в рамках данной эвристики, а также проверить наличие контекстно замкнутых компонент разложения, т.е. таких компонент, которые содержат полную информацию из определенных подразделов описываемой предметной области.

Ниже кратко приводим факты, установленные в ходе проведения экспериментов; подчеркнем, что речь идет о синтаксической разложимости, устанавливаемой без переписывания аксиом онтологий. Ниже для краткости мы употребляем термин « $\Delta$ -разложимость» именно в этом новом смысле. Большую часть каждой из рассматриваемых онтологий составляют аксиомы включения понятий, которые естественным образом определяют «древовидный» граф отношения общее-частное между понятиями. Опуская детали, в формулировках ниже мы ссылаемся на данный граф как на классификационное дерево и используем выражение «термин уровня n» для

указания на те понятия онтологии, которые содержатся на уровне  $n$  в ее классификационном дереве.

### **Gene ontology**

Является  $\emptyset$ -разложимой по причине того, что в онтологии присутствует отношение `has_part`, которое лишь декларировано, но не используются в определениях понятий.

Для  $\Delta$ , равного множеству всех отношений, онтология разбивается на три классификационных дерева с корнями “molecular function”, “biological process”, “cellular component”. Каждая компонента контекстно замкнута.

Если  $\Delta$  дополнительно содержит все термины уровня 1, то разложение состоит из 11 компонент, и только одна из них оказывается контекстно замкнутой (классификационная ветвь “channel regulator activity”). Если же  $\Delta$  включает и все термины уровня 2, имеем разложение на 97 компонент, причем сигнатуры 92-х компонент имеют мощность не выше 5. Ситуация не изменяется при добавлении в  $\Delta$  терминов уровня 3 или 4 — при этом получается еще большее число компонент с малыми сигнатурами. Причиной этому, по видимому, служит чрезвычайно высокий фактор ветвления в классификационном дереве онтологии. С другой стороны, без помощи экспертов в области генетики оказалось невозможным определить, какую из классификационных ветвей можно считать содержащей понятия, общие для данной предметной области, с тем, чтобы включить их в  $\Delta$ .

Было установлено, что онтология находится в канонической аксиоматизации, т.е. каждая аксиома однозначным образом определяет связность сигнатурных символов (терминов, отношений) и никакое эквивалентное переписывание онтологии не может элиминировать синтаксические связи между символами. Таким образом, результаты, выдаваемые алгоритмом синтаксической декомпозиции, будут совпадать с результатами специализированного алгоритма декомпозиции для теорий в логике EL.

### **Plant ontology**

Не является  $\emptyset$ -разложимой и неразложима даже если  $\Delta$  включает все символы отношений, используемые в онтологии. Терминология включает общие понятия, используемые для описания анатомии и морфологии всех видов растений, а также специфические понятия, применяемые для описания ряда биологически значимых видов. Общие понятия для описания всех видов растений находятся в классификационной ветви с корнем «Plant structure», а некоторые из них являются терминами уровня 1 классификационного дерева онтологии. В эксперименте множество  $\Delta$  было выбрано как объединение множества всех отношений онтологии, всех терминов уровня 1, а также всех терминов ветви с корнем «Plant structure». При этом было получено разложение онтологии на 438 компонент, только 7 из которых имели мощность сигнатуры, превосходящую 10. Ниже приведена распечатка, показывающая распределение числа сигнатурных символов по компонентам синтаксического разложения онтологии с указанным  $\Delta$ .

po_anatomy-DELTA.rdf.xml	sig  = 421
po_anatomy-comp3.rdf.xml	sig  = 126
po_anatomy-comp58.rdf.xml	sig  = 38
po_anatomy-comp2.rdf.xml	sig  = 37
po_anatomy-comp44.rdf.xml	sig  = 13
po_anatomy-comp38.rdf.xml	sig  = 12
po_anatomy-comp130.rdf.xml	sig  = 11
po_anatomy-comp194.rdf.xml	sig  = 11
po_anatomy-comp275.rdf.xml	sig  = 8
po_anatomy-comp22.rdf.xml	sig  = 7
po_anatomy-comp318.rdf.xml	sig  = 7
po_anatomy-comp309.rdf.xml	sig  = 6
po_anatomy-comp120.rdf.xml	sig  = 5
po_anatomy-comp171.rdf.xml	sig  = 5
po_anatomy-comp204.rdf.xml	sig  = 5
po_anatomy-comp237.rdf.xml	sig  = 5
po_anatomy-comp357.rdf.xml	sig  = 5
po_anatomy-comp27.rdf.xml	sig  = 4
... + еще 421 компонента, имеющая мощность сигнатуры $\leq 3$ .	

*Таблица 2.* Распределение числа сигнатурных символов по компонентам при выбранном  $\Delta$ .

Сигнатура первой компоненты разложения содержит символы только из  $\Delta$ . Таким образом, оказалось, что выбранное  $\Delta$  содержит примерно половину всех понятий, присутствующих в онтологии. Появление большого количества компонент с малыми сигнатурами объясняется тем, что в онтологии подавляющее большинство терминов имеет связи только с общими понятиями (подходящими для описания всех видов растений). В то же время только для одного вида растений в онтологии присутствует существенное число специфичных терминов. Все эти термины формируют компоненту po\_anatomy-comp3.rdf.xml в распечатке выше, и можно видеть, что это наибольшая по размеру сигнатуры нетривиальная компонента разложения онтологии. В процессе анализа полученных компонент было установлено, что 8 компонент являются контекстно замкнутыми и содержат полную информацию о некоторых анатомических структурах растений. К примеру, оказалось, что в приведенном разложении компонента po\_anatomy-comp58.rdf.xml содержит информацию о формировании пыльцы, po\_anatomy-comp2.rdf.xml описывает формирование семян, po\_anatomy-comp38.rdf.xml – полностью описывает анатомию цветка, а po\_anatomy-comp22.rdf.xml содержит понятия, относящиеся только к формированию стебля.

В процессе анализа онтологии было выявлено присутствие избыточных аксиом, т.е. таких, которые могут быть логически выведены из оставшейся части онтологии. Типичный пример этого следующий:

```
Bract subClassOf Organ
Floral bract subClassOf Bract
Floral bract subClassOf Organ
```

последнее утверждение избыточно, и синтаксическая связь между терминами «Floral bract» и «Organ» может быть элиминирована специализированным алгоритмом декомпозиции EL-теорий (учитывающим переписывание аксиом).

### NCI Thesaurus

Данная онтология не является  $\emptyset$ -разложимой в силу аксиомы, утверждающей попарное различие интерпретаций всех понятий уровня 1 классификационного дерева. Основное предназначение онтологии NCI — классификация раковых заболеваний в терминах

молекулярной биологии и анатомии, а также описание соответствующих медицинских стандартов лечения этих заболеваний, включая некоторые административные аспекты. С учетом данной специфики онтологии в качестве  $\Delta$  в экспериментах было выбрано множество, включающее все термины классификационных ветвей с корнями Gene, Gene\_Product, Biochemical\_Pathway, Drugs\_and\_Chemicals, а также следующие понятия уровня 1:

Abnormal\_Cell  
 Activity  
 Anatomic\_Structure\_System\_or\_Substance  
 Chemotherapy\_Regimen  
 Diagnostic\_or\_Prognostic\_Factor  
 Diseases\_Disorders\_and\_Findings  
 Experimental\_Organism\_Diagnoses  
 Molecular\_Abnormality  
 NCI\_Administrative\_Concepts  
 Organisms

При этом  $\Delta$  было получено синтаксическое разложение на 42 компоненты со следующим распределением сигнатурных символов:

Thesaurus-comp1.rdf.xml	sig  = 51308	Thesaurus-comp22.rdf.xml	sig  = 2
Thesaurus-comp2.rdf.xml	sig  = 3786	Thesaurus-comp23.rdf.xml	sig  = 6
Thesaurus-comp3.rdf.xml	sig  = 320	Thesaurus-comp24.rdf.xml	sig  = 3
Thesaurus-comp4.rdf.xml	sig  = 762	Thesaurus-comp25.rdf.xml	sig  = 6
Thesaurus-comp5.rdf.xml	sig  = 271	Thesaurus-comp26.rdf.xml	sig  = 2
Thesaurus-comp6.rdf.xml	sig  = 76	Thesaurus-comp27.rdf.xml	sig  = 2
Thesaurus-comp7.rdf.xml	sig  = 1207	Thesaurus-comp28.rdf.xml	sig  = 21
Thesaurus-comp8.rdf.xml	sig  = 460	Thesaurus-comp29.rdf.xml	sig  = 22
Thesaurus-comp9.rdf.xml	sig  = 265	Thesaurus-comp30.rdf.xml	sig  = 25
Thesaurus-comp10.rdf.xml	sig  = 127	Thesaurus-comp31.rdf.xml	sig  = 19
Thesaurus-comp11.rdf.xml	sig  = 108	Thesaurus-comp32.rdf.xml	sig  = 3
Thesaurus-comp12.rdf.xml	sig  = 24	Thesaurus-comp33.rdf.xml	sig  = 4
Thesaurus-comp13.rdf.xml	sig  = 26	Thesaurus-comp34.rdf.xml	sig  = 3
Thesaurus-comp14.rdf.xml	sig  = 143	Thesaurus-comp35.rdf.xml	sig  = 7
Thesaurus-comp15.rdf.xml	sig  = 51	Thesaurus-comp36.rdf.xml	sig  = 2
Thesaurus-comp16.rdf.xml	sig  = 16	Thesaurus-comp37.rdf.xml	sig  = 2
Thesaurus-comp17.rdf.xml	sig  = 9	Thesaurus-comp38.rdf.xml	sig  = 2
Thesaurus-comp18.rdf.xml	sig  = 2	Thesaurus-comp39.rdf.xml	sig  = 2
Thesaurus-comp19.rdf.xml	sig  = 29	Thesaurus-comp40.rdf.xml	sig  = 2
Thesaurus-comp20.rdf.xml	sig  = 30	Thesaurus-comp41.rdf.xml	sig  = 2
Thesaurus-comp21.rdf.xml	sig  = 4	Thesaurus-comp42.rdf.xml	sig  = 2
		Thesaurus-DELTA.rdf.xml	sig  = 21568

*Таблица 3.* Распределение числа сигнатурных символов по компонентам при выбранном  $\Delta$ .

Первая компонента представляет ту часть онтологии, понятия в которой наиболее сильно связаны между собой относительно выбранного  $\Delta$ ; она содержит все понятия из ветви Diseases\_Disorders\_and\_Findings. В данной онтологии заболевания описываются в терминах анатомических элементов и наблюдаемых изменений (в том числе, молекулярных), а эти разделы составляют наибольшую часть всех используемых в онтологии понятий. Это объясняет то, что компонента, включающая названия всех заболеваний, оказывается самой большой компонентой в разложении при выбранном  $\Delta$ .

В процессе анализа оставшейся части компонент было установлено, что практически каждая из них либо является отдельной классификационной ветвью начальной онтологии, либо содержит полную информацию из определенных подразделов

описываемой предметной области. Например, Thesaurus-comp14.rdf.xml содержит полную информацию о вирусах, описанных в онтологии (и ассоциированных с ними генах), Thesaurus-comp6.rdf.xml — полную информацию о бактериях, Thesaurus-comp2.rdf.xml полностью описывает режимы химиотерапии, Thesaurus-comp11.rdf.xml целиком содержит классификационную ветвь NCI\_Administrative\_Concepts->Clinical\_or\_Research\_Facility, компонента Thesaurus-comp4.rdf.xml относится к понятиям административной области и содержит целиком ветви Document\_Type, Terminological\_Entity, компонента Thesaurus-comp11.rdf.xml состоит из ветви NCI\_Administrative\_Concepts->Clinical\_or\_Research\_Facility, а компонента Thesaurus-comp7.rdf.xml демонстрирует взаимосвязь ветвей Cancer\_Science и Occupation\_or\_Discipline.

При анализе онтологии были выявлены особенности аксиоматизации, в частности, многочисленные примеры, свидетельствующие о том, что результаты синтаксического разложения будут отличаться от разложения с учетом переписывания аксиом. Во-первых, было отмечено, что в онтологии присутствуют аксиомы-импликации в заключении которых стоит конъюнкция термов. Во-вторых, многие понятия определяются через аксиомы эквивалентности, в которых определяется связь термина с понятиями уровня, скажем,  $n$ , однако найдено большое число примеров, когда такие определения могут быть переписаны с участием понятий уровней  $m < n$ . Это является желательным, поскольку мы стремимся включать в  $\Delta$  понятия «верхних» уровней.

### **Galen**

Онтология является  $\emptyset$ -разложимой, однако при этом разложение состоит из двух компонент, одна из которых содержит лишь один сигнатурный символ, а именно, понятие IntegerValueType. Это свидетельствует о том, что данное понятие лишь декларировано в онтологии, но не используется при определении других терминов. Классификационная иерархия онтологии Galen содержит несколько ветвей, понятия из которых по смыслу являются общими для предметной области, и в экспериментах они были добавлены во множество  $\Delta$ . Это ветви, содержащие все подтермины понятий ModifierConcept, GeneralisedSubstance, GeneralisedStructure. Однако было установлено, что разложение для  $\Delta$ , включающего все эти подтермины вместе со всеми отношениями онтологии состоит всего лишь из четырех компонент (включая тривиальную дельта-компоненту):

Galen-comp1.rdf.xml |sig| = 922

Galen-comp2.rdf.xml |sig| = 26

Galen-comp3.rdf.xml |sig| = 1

Galen-DELTA.rdf.xml |sig| = 2606

Таким образом, в выбранное  $\Delta$  попала наибольшая часть сигнатурных символов онтологии. Компонента Galen-comp3.rdf.xml включает уже упомянутое понятие IntegerValueType, содержание компоненты Galen-comp2.rdf.xml проинтерпретировать не удалось, а оставшаяся нетривиальная компонента Galen-comp1.rdf.xml лишь представляет основную часть взаимосвязанных (по отношению к выбранному  $\Delta$ ) понятий онтологии. В результате экспериментов не было обнаружено вариантов выбора  $\Delta$ , при которых либо достигалось бы пропорциональное распределение сигнатурных символов по компонентам разложения, либо присутствовали бы компоненты, представляющие отдельные классификационные ветви исходной онтологии.

### **Ontology of chemical biology**

Не является  $\emptyset$ -разложимой; для  $\Delta$ , состоящего из всех отношений онтологии, имеем лишь тривиальное разложение на две компоненты, одна из которых содержит символы только из  $\Delta$  (и состоит из двух аксиом транзитивности отношений has\_part,





Таким образом, независимо от выбранного уровня в каждом разложении присутствует компонента, мощность сигнатуры которой существенно превосходит любую из компонент. Так как всего в данной онтологии 27199 сигнатурных символов, очевидно, такая компонента содержит наибольшую часть понятий онтологии, и эти понятия наиболее сильно связаны друг с другом. Предстоит выяснить, какими особенностями аксиоматизации обусловлена эта взаимосвязь. В то же время было установлено, что в разложении для уровня  $\leq 5$  и  $\leq 6$  находятся компоненты, содержащие полную информацию о ряде подразделов описываемой предметной области. Так среди компонент с сигнатурами в диапазоне  $88 \leq |sig| \leq 30$  оказывается полная классификация нуклеиновых кислот, элементарных частиц, йодных, фосфорных, бромных, селеновых соединений, описанных в исходной онтологии.

### **Обзор полученных экспериментальных фактов**

Из представленных в таблице 1 терминологий две являются  $\emptyset$ -разложимыми, однако при этом разложение состоит из двух компонент, одна из которых содержит те понятия/отношения, которые лишь декларируются, но не используются при определении понятий. Сформулированная эвристика выбора  $\Delta$  оказалась удачной лишь для онтологии NCI Thesaurus. Это подтверждается тем, что полученное разложение состоит всего лишь из 42 компонент, и почти каждая из них является контекстно замкнутой. Для терминологий Gene Ontology, Plant Ontology, Ontology of Chemical Biology в рамках данной эвристики не удалось получить разложений с малым числом компонент - представленные разложения содержат сотни или тысячи компонент и большинство из них имеют мощность сигнатуры  $< 10$ . Более того, подавляющее большинство терминов попадает в одну компоненту разложения, что свидетельствует о сильных связях между ними по отношению к выбранным множествам  $\Delta$ . Необходимо проанализировать, в чем причина этих связей и возможно ли определить такое  $\Delta$ , при котором основная часть терминов не будет находиться лишь в одной компоненте разложения. Было установлено, что онтология Gene Ontology находится в канонической аксиоматизации, то есть каждая аксиома однозначным образом определяет связность сигнатурных символов (терминов, отношений) и никакое эквивалентное переписывание аксиом онтологии не может элиминировать синтаксические связи между символами. Для онтологий Plant Ontology и NCI Thesaurus были найдены конкретные примеры аксиом, переписывание которых позволяет устранить прямые или косвенные синтаксические связи между сигнатурными символами. Таким образом, необходимо реализовать алгоритмы декомпозиции с учетом эквивалентного переписывания аксиом в логиках EL, ALC и провести сопоставление получаемых разложений с синтаксическими разложениями, приведенными в данных экспериментах.

## **1.2 Исследования по разработке метода построения «естественной» классификации.**

Целью работы является разработка методов классификации объектов «естественным» образом: через обнаружение закономерностей, которым подчиняются объекты, и анализ этих закономерностей.

В результате проведенных исследований был разработан метод построения «естественной» классификации объектов на основе анализа групп закономерностей, выполнимых на объектах. Метод включает следующие этапы: 1) определение множества отношений, описывающих признаки объектов на языке логики первого порядка; 2) обнаружение закономерностей; 3) построение идеальных описаний объектов классов; 4) осуществление классификации новых объектов. Предложенный метод реализован в виде программного модуля, встроеного в систему извлечения знаний «Discovery».

Проведены успешные эксперименты по построению естественной классификации символов, взятых из различных шрифтов.

### **1.3 Исследования по разработке методов адаптивного управления сложными объектами (роботами, искусственными организмами).**

Были продолжены работы по разработке адаптивной системы управления сложными объектами (искусственными организмами, роботами), основанной на формализации современных нейрофизиологических теорий работы мозга (теории функциональных систем Анохина).

Работы велись по двум направлениям:

#### **1.3.1. Разработка адаптивной системы управления, имеющей внутреннюю модель окружающей среды.**

Был предложен новый вариант системы управления, отличающийся наличием внутренней модели окружающей среды. В качестве внутренней модели окружающей среды выступает набор закономерностей, отражающих изменения сенсорного поля анимата (искусственного организма, робота) при совершении им тех или иных действий. В новом варианте система управления сначала строит внутреннюю модель среды путем анализа опыта своего взаимодействия со средой, затем, на основе полученной модели, строит иерархию целей и выводит способы достижения этих целей.

Для предложенного варианта была проработана архитектура системы, разработаны новые алгоритмы самообучения и формирования иерархии целей.

Преимуществом предложенной системы управления является теоретически значительно более высокая скорость самообучения, поскольку система, на основе внутренней модели, способна формировать такие цепочки действий, которые ранее не встречались в ее опыте.

#### **1.3.2. Разработка программных средств для проведения экспериментов по адаптивному управлению моделью робота в трехмерной виртуальной среде, моделирующей законы механики реального мира.**

Реализована программная система, представляющая собой симулятор модели робота, функционирующего в трехмерной среде с физическими законами. Основное предназначение программы — проведение экспериментов по управлению роботами в среде, приближенной к реальному миру. Программа обладает возможностями визуализации виртуальной среды и записью экспериментов в видео-файл.

При помощи созданной программы был смоделирован простейший робот и проведены эксперименты по обучению способу передвижения данного робота в виртуальной среде. Результаты экспериментов показали, что предложенная адаптивная система управления является работоспособной и обладает высокой скоростью обучения.

## **2. Исследование вопросов построения систем электронной фактографии**

Рассмотрены задачи структурирования документного контента для архивных фактографических систем. Было предложено и обосновано решение в виде так называемых кассет, объединяющих архивные копии документов, варианты контента, предназначенные для использования в Интернете, базу данных по документам и системы иерархической структуризации.

Построены новые модели для реализации RDF, модели синхронизации для построения распределенных фактографических систем. Реализовано новое ядро для фактографических систем.

Созданы новые программы и интерфейсы редактирования базы данных и документов фактографической системы. В частности, создано приложение создания и редактирования кассет CManager, создано Web-приложение и интерфейсы к нему Publicum по визуализации и редактированию фактографической базы данных.

Начато исследование особенностей построения энциклопедических систем на базе фактографического подхода. Исследование ведется в рамках проекта создания электронной энциклопедии ММФ НГУ.

### ***Описание полученных результатов***

Во многих случаях можно сказать, что цифровая библиотека представляет собой множество метаинформационных записей (карточек) о предметах (например, публикациях, экспонатах), попавших в фонд данной библиотеки. Но сами предметы также могут являться частью библиотеки в виде их электронных образов (оцифрованные фотоснимки и видеозаписи, файлы документов, и т.д.). Поскольку на такие образы (файлы) есть ссылки в базе данных, то можно говорить, что файлы связаны с цифровой библиотекой. Такие файлы являются содержимым или, часто говорят – контентом библиотеки.

Стандартным решением проблемы хранения файлов документов коллекции и доступа к их содержимому является прямая публикация документов в Интернет-пространстве и использование URL публикации для предоставления доступа к ним. Если URL отражает структуру хранения данных на сервере, то он же может использоваться и для доступа к файлу со стороны серверного приложения. Такой способ публикации и предоставления доступа обладает рядом недостатков. Во-первых, фиксируется адрес (URL) публикуемого файла. Это не так страшно для библиотечной системы, поскольку при ее переносе на другой сервер можно изменить также и адреса связанных документов. Но если речь идет о других информационных системах, сопряженных с данной, или о поисковых системах Интернета, то при перемещении или реструктуризации публикационной зоны возникают труднопреодолимые проблемы. Например, в других информационных системах могут появиться ссылки на документы нашей электронной библиотеки. Эти ссылки не всегда можно изменять, а долго поддерживать переадресацию затруднительно.

Еще одна проблема этого способа публикации контента связана с тем, что может возникнуть потребность в предоставлении рабочего доступа не к исходному, оригинальному файлу, а к некоторому переработанному варианту, более подходящему для конкретной ситуации его использования. Например, оригинал фотодокумента, хранящегося в библиотеке, может быть слишком большим для оперативного использования, или он может быть защищен правом интеллектуальной собственности, в этом случае следует предоставлять доступ к уменьшенным вариантам фотографии.

В последнее время все более популярными становятся такие способы работы с цифровой библиотекой, когда база данных и контент формируются силами самих пользователей. Соответственно, возникает проблема перемещения данных от пользователя к серверу, на котором они хранятся. Протокол HTTP становится малоприменимым для этих целей по мере роста числа передаваемых файлов и увеличения их объема. Интеграция же, в рамках одного Web-интерфейса, частей, работающих по разным протоколам, например, HTTP и FTP - это довольно сложная задача.

При увеличении числа информационных единиц в электронной библиотеке усложняется доступ к каждой из единиц. В серверном приложении приходится переходить на использование базы данных для быстрого нахождения запрашиваемого документа. Это, во-первых, излишне централизует хранилище, во-вторых, «привязывает»

информационную систему к конкретной СУБД. Судьба многих малых и не очень малых информационных проектов часто плачевна: авторы закончили работу над проектом и перестали его поддерживать, а ценные данные «застревали» в недрах какой-то базы данных и потом уничтожались при очередной реконфигурации серверного хозяйства. Кроме того, при использовании централизованной базы данных трудно предоставлять доступ к контенту, расположенному в хранилищах внешних по отношению к ИС.

Популярные ныне системы управления контентом (CMS) и системы управления документами (DMS), не полностью решают указанные проблемы и, кроме того, вовлекают в решение реляционные СУБД, что для малых электронных библиотек имеет свои недостатки. Также активно развивается направление хранения документов в специализированных или универсальных сервисных порталах. Использование такого способа имеет ограничения в виде необходимости быть подключенным к Интернет, работы с файлами очень большого размера и сложность в увязывании интернет-хранилища с базой данных библиотечной информационной системы и неопубликованной частью контента. Однако, перспективность подобных интернет-сервисов не вызывает сомнений.

Предложенный подход был реализован и использован в нескольких исследовательских и прикладных проектах, которые проводятся в ИСИ СО РАН. В частности, это: Фотоархив Сибирского отделения, Электронная энциклопедия ММФ НГУ, База данных летних школ юных программистов, информационная система кафедры программирования ММФ НГУ.

### **3. Методические аспекты преподавания информатики**

Разработан макетный образец языка начального обучения параллельному программированию. Проанализированы требования к учебному языку параллельного программирования, ориентированному на обучение разработке программ для многоядерных и распределенных систем. Осуществлена декомпозиция изобразительных средств, используемых для представления схем управления процессами и дисциплины работы с памятью.

Определены и описаны конкретные функциональные модели основных парадигм программирования, образующие опорный материал для классификации парадигм компьютерных языков. Подготовлен сравнительный обзор парадигм программирования, показывающий технику классификации компьютерных языков исходя из анализа их места в полном жизненном цикле информационных систем.

Выполнен отбор моделей параллелизма и базовых понятий, встречающихся в языках и системах программирования, используемых при обучении параллельному программированию.

Продолжена работа по методологическим аспектам преподавания информатики и основаниям информатики. Уточнены некоторые принципиальные моменты принципа информационной замкнутости.

Продолжена работа по формированию и пополнению Электронного корпуса древнерусских певческих рукописей.

Продолжена работа по формированию и совершенствованию методов и программ для предпрофессиональной профильной подготовки учащихся, программ для изучения основных и факультативных курсов информатики, программ для олимпиадной подготовки школьников.

Проведена XXXV Летняя школа юных программистов им. А.П.Ершова.

### ***Описание полученных результатов***

Важным результатом является сравнительный обзор парадигм программирования, показывающий технику классификации компьютерных языков исходя из анализа их места в полном жизненном цикле информационных систем.

### **3.1. Исследования по дистанционному обучению программированию**

Продолжалось изучение подходов к организации учебного процесса, включая использование видео-курсов. Особое внимание уделено системе курсов, направленных на изучение параллельного программирования и применению многопроцессорных конфигураций. К работе привлечены магистранты ФИТ НГУ.

### **3.2. Исследования по парадигмам компьютерных языков**

Работы велись по двум направлениям:

#### **3.2.1. Разработка подходов к систематизации сведений о компьютерных языках**

Предложены типовые структуры для представления данных о компьютерных языках в учебно-исследовательских материалах, учебных моделях, а также разрабатываемых учебно-экспериментальных языках и системах программирования.

#### **3.2.2. Определение функциональных моделей, обеспечивающих сравнительный анализ и спецификацию парадигм компьютерных языков.**

Разработана модель практической технологии спецификации известных и описания новых языков программирования, представляющая собой комплект несложных семантических систем.

### **3.3. Методологические аспекты преподавания информатики, основания информатики.**

Продолжалось изучение системы базисных понятий информатики, и открыто-замкнутых операционных обстановок, как конструктивного уточнения «онтологий», опирающееся на информационную замкнутость и «держателей доступа» как выделенного сорта системных объектов, разделяемых защищенными конфигурациями, как безопасного обобщенного использования понятия доступа.

Предложенный «Принцип информационной замкнутости» распространён на операционные обстановки, субъекты и протоколы-процессы. Проводился анализ строения активных сущностей — субъектов с точки зрения их конструктивной объективизации частным видом открытых операционных обстановок, что позволяет описать подход к классификации строения субъектов и организации взаимодействий между ними с информационно-деятельностной точки зрения и системного подхода.

По направлению «Создание Электронного корпуса древнерусских певческих рукописей» (Руководитель — А. А. Берс, исполнители — А. В. Коваленин и Е.Ю.Нечипоренко) проводились пополнение корпуса новыми текстами и сопровождение сайта: <http://znamen.ru/index.php>.

### **3.4. Школьная и олимпиадная информатика**

#### **3.4.1 Исследования и общеметодическая работа**

Проведен анализ и сравнение систем учебной информатики для поддержки образовательного процесса. Продолжена разработка систем для эффективного процесса в области информатики образования, в том числе дистанционных и Интернетных форм.

Разрабатываются методы и программы для предпрофессиональной профильной подготовки учащихся, программы для изучения основных и факультативных курсов информатики, программы для олимпиадной подготовки школьников. Апробация методов и программ на практике. Создание новых форм работы по интенсификации конкурсной деятельности, для эффективности образовательного процесса.

Велась работа по подготовке и проведению конкурсов, олимпиад и конференций учащихся, включающая в себя разработку форм и методов их проведения, а также тематические разработки задачного материала согласно особенностям школьного подхода к изучению алгоритмов.

Из практических результатов можно отметить организацию работы каникулярной «Школы юных программистов» — группа школьников 6-8 классов, программирующих на Паскале (гимназия №6 в Академгородке, март 2010 года, школьники из разных школ Новосибирска и Бердска), межшкольный факультатив для среднего звена «Решение алгоритмических задач повышенной сложности».

### **3.4.2 Летняя школа юных программистов**

Проведена XXXV Летняя школа юных программистов (ЛШЮП) имени А.П. Ершова. Школа была открыта в Новосибирском Академгородке в ДК «Академия» и проводилась с 5 по 19 июля с 2010 года на турбазе «Белый камень» (республика Алтай). Часть детей была приглашена по результатам работы в предыдущих Летних школах. Остальные прошли через отбор на командной олимпиаде, мероприятиях программы «Молодые информатики Сибири», Новосибирской Областной олимпиады школьников, Областной научно-практической конференции школьников в секциях «Информатика» и «Программирование», каникулярной весенней школе и других мероприятиях, рекомендованы членами Оргкомитета и преподавательского состава ЛШЮП. Каждый из участников прошел предварительное собеседование (как очное, так и дистанционное) и заполнил анкету, разработанную для участников Летней школы в ИСИ СО РАН в июне 2010 года.

Основными задачами ЛШЮП является отбор талантливых старшеклассников, заинтересованных в овладении профессиональным программированием, обучение учеников среднего звена навыкам коллективной работы с применением современных информационных технологий и содействие развитию способностей к практическому программированию учащихся младших классов, а также поддержка педагогов, успешно преподающих информатику и программирование в общеобразовательной системе.

Учебный процесс в Летней школе рассредоточился по 15 учебно-производственным мастерским различных профилей - локальным носителям технологических циклов разработки, в которых школьники получают знания и навыки в процессе коллективной работы над единым проектом. Мастерские этого года определились по сложной тематике. По итогам работы можно отметить полностью выполненный технологический цикл работ, все мастерские предоставили законченные и интересные проекты по окончании ЛШЮП.

Главной целью мастерской ставится полное прохождение всего технологического цикла в рамках поставленной задачи, с обязательным отчетом о проделанной работе в конце Школы. Необходимая для этого интенсивность работ заставляет уделять большее внимание стадиям проектирования, как со стороны постановщика задачи, так и со стороны руководителя проекта и организаторов Школы. Для многих мастеров, привлекавшихся к работе в Школе, привлекательна именно возможность апробирования новых методик организации работ и обучения в условиях присущего Школам дефицита времени и техники.

Целями вырабатываемой профессиональной ориентации являются расширение знаний учащихся о сферах и способах применения компьютерных технологий, типовых задачах и методах их решения; определение и уточнение учащимся области приложения

своих способностей, приобретение специальных знаний и навыков, проба сил в коллективном проекте.

Совокупность тем проектов в Летней Школе обеспечила многопрофильность и разноуровневость учебного процесса с целью более адекватной его настройки на индивидуальные наклонности, интересы и способности учащихся.

В общеобразовательный цикл входили лекции и спецкурсы по языкам и системам программирования, обзорные лекции по перспективам и проблемам программирования, истории информатики и дисциплинам, которые позволяют расширить кругозор учащихся во многих областях науки, а также ежедневная «Задача дня» — олимпиада по решению алгоритмических задач. Учебное время экономилось за счет совмещения по времени занятий по языкам программирования, спецкурсов и учебной работы по мастерским. Было также несколько традиционных «ликбезных» курсов по особенностям работы с компьютерами (например, по особенностям работы с операционной системой Linux). По окончании Школы участникам выдавались сертификаты. Высшей наградой — диплома за успехи в программировании — в этом году были удостоены 25 школьников.

### **3.4.3 Методическая поддержка и разработка задачного материала для школьных олимпиад по информатике. Изучение концепции дистанционных образовательных систем.**

На сегодняшний день олимпиадное движение является показателем общего уровня подготовки учащихся к вузовскому образованию. Методические разработки, адаптированные к школьному возрасту и грамотный подбор задач, использующихся на олимпиадах, позволяют школьникам закрепить интерес к информатике. Создан ряд программ для школьников разного возрастного уровня. Программы проходят апробацию в учебных заведениях Советского района и на спецкурсах по информатике и программированию.

Производилась апробация курсов и конкурсов в дистанционном и заочном вариантах. Осуществлялась разработка системы для поддержки дистанционного варианта конкурсной работы, которая была в 2010 году апробирована на конкурсе «Триатлон» на сайте муниципального центра «Эгида»

Практические результаты: Подготовлена и проведена заочная олимпиада школьников по программированию на языке программирования Лого. Подготовлена Интернет-среда для дистанционного проведения конкурсной работы со школьником. Подготовлен и апробирован в действии конкурс для 5-6-классников «Триатлон». От сочетания нескольких форм обучения школьников переход к использованию Интернет-среды (с дистанционным участием). Развитие навыков использования информационных технологий. Созданы тестовые задания для определения уровня учащихся и опробованы методические разработки занятий по Лого, Муравью, Скретчу в дистанционном варианте.

#### **Результаты работы по грантам**

**1. Проект РАН 2/12 «Формальные языки и методы спецификации, анализа и синтеза информационных систем»**

*Научный руководитель проекта: д.ф.-м.н. А.Г. Марчук*

**2. Заказной интеграционный проект СО РАН №1. «Создание программной среды для институтов СО РАН на базе свободно распространяемого ПО и программного обеспечения с открытым исходным кодом в качестве составной части национальной программной платформы».** Совместный проект ИМ СО РАН, ИВМиМГ СО РАН, ИСИ СО РАН.

*Научный руководитель проекта (от ИСИ СО РАН): д.ф.-м.н. А.Г. Марчук*



Работы по проекту выполнялись в следующих основных направлениях: системы электронной фактографии и Semantic Web; математические основы обработки данных и знаний; основания информатики; методические и технологические аспекты преподавания информатики; создание экспериментальных и прикладных информационных систем.

## **Гранты РФФИ**

### **1. Проект РФФИ № 08-01-00899а «Исследование и классификация парадигм компьютерных языков»**

*Руководитель — д.ф.-м.н. Марчук А.Г.*

Сделан ряд итоговых публикаций и выступлений с докладами с обсуждениями в дискуссиях и на круглом столе Международной суперкомпьютерной конференции «Научный сервис в сети Интернет: суперкомпьютерные центры и задачи» (Абрау).

### **2. Грант РФФИ «Разработка системы Discovery обнаружения знаний в данных».**

*Руководитель — д.ф.-м.н. Витяев Е.Е.*

Реализована новая версия системы «Discovery» с возможностью осуществления «естественной» классификации. Проведены эксперименты по решению прикладных задач.

## **Список публикаций лаборатории**

### **Монографии**

1. Малюх В.Н. Введение в современные САПР. — Москва: ДМК-Пресс, 2010. — 192 с. ISBN-978-5-94074-551-8.
2. Информационные технологии и ситуационные центры / О. С. Анисимов, А. А. Берс, Ю. П. Дубенский и др.; под ред. В. А. Филимонова. — Омск: Омский государственный институт сервиса, 2010. — 215 с. ISBN 978-5-93252-149-6
3. Компоненты информационных технологий для ситуационных центров / Анисимов О. С., Берс А. А., Жирков О. А. и др.; под науч. ред. В. А. Филимонова. — Омск: ООО «Информационно-технологический центр», 2010. — 152 с.: ил. ISBN 978-5-904409-04-3.

### **Российские журналы**

1. Малюх В.Н., Что нового в Autodesk Revit Architecture 2011 // САПР и Графика. — 2010. — №6(164). — С. 42–44.
2. Малюх В.Н., Новинки в Inventor 2011 // САПР и Графика. — 2010. — №7(165) — С. 42–44.
3. А.С. Морозов, Д.К. Пономарев. О разрешимости проблемы разложимости для конечных теорий. // Сибирский математический журнал. — 2010. — Т.51, N4. — С. 838–847.
4. Демин А.В., Витяев Е.Е. Метод построения «естественной» классификации // Информационные технологии в гуманитарных исследованиях. — Новосибирск: ИАЭТ СО РАН, 2010. — Вып. 15. — С. 16–22.

### **Труды международных конференций**

1. B. Konev, C. Lutz, D. Ponomaryov, F. Wolter Decomposing description logic ontologies // Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proc. / Twelfth International Conf., Toronto, Canada, May 9–13, 2010. — AAAI Press, 2010. — P. 236–246.
2. Шилов Н.В., Городня Л.В., Марчук А.Г. К определению парадигмы параллельного программирования.// Труды Междунар. суперкомпьютерной конференции «Научный сервис в сети Интернет: суперкомпьютерные центры и задачи» (электронное издание). — 2010ю — С. 130–139.
3. Городня Л.В. О постановке курса «Функциональное программирование параллельных вычислений». // Труды Междунар. суперкомпьютерной конф. «Научный сервис в сети Интернет: суперкомпьютерные центры и задачи» (электронное издание). — 2010. — С. 193–196.
4. Тихонова Т.И. Дистанционные формы конкурсной работы по информатике // Материалы междунар. научно-практической конф. «Новые информационные системы в образовании» (НИТО «Байкал»). — Улан-Удэ, 2010. — С. 123–125.
5. Тихонова Т.И. Система для обучения суперпрограммированию в школе // Материалы международной научно-практической конференции «Новые информационные системы в образовании» (НИТО «Байкал») — Улан-Удэ, 2010. — С. 126–127.

### **Труды российских конференций**

1. Марчук А.Г., Марчук П.А. Особенности построения цифровых библиотек со связанным контентом // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Сб.трудов / XII Всеросс. научн. Конф. RCDL'2010, Казань, Россия 13–17 октября 2010 г. — Казань: Казан. ун-т, 2010. — С. 19–23.
2. Л.В. Городня. Образовательный аспект парадигм программирования // XVI Всероссийская научно-методическая конференция Телематика-2010: Сб. трудов. — Санкт-Петербург, 2010. — С. 142–143.

### **Статьи в сборниках**

1. Коваль С.Н., Тихонова Т.И. Летняя школа юных программистов // Инф. вестник «Педагогическое обозрение» Главн. управления образования мэрии г. Новосибирска. — 2010. — № 1–2. — С. 6–7. [http://www.iuro.websib.ru/po\\_98\\_99.pdf](http://www.iuro.websib.ru/po_98_99.pdf).

### **Прочие публикации**

1. Малюх В.Н. Тестирование производительности видеокарт NVIDIA при работе в SolidWorks // isicad.ru. — январь 2010. — № 66.
2. Малюх В.Н. Эксперты отрасли об облачных вычислениях. // isicad.ru. — апрель 2010. — № 69.
3. Малюх В.Н. Мир PLM: четыре игрока – четыре стратегии.// isicad.ru. — май 2010. — № 70.
4. Малюх В.Н. Proficiency — параметрические инструменты для трансляции данных. // isicad.ru. — август 2010. — № 73.
5. Малюх В.Н., Ушаков Д.М. Как изменится САПР в 2020 году. // isicad.ru. — сентябрь 2010. — №74.
6. Малюх В.Н. Создание и прямое редактирование геометрии в Autodesk Inventor Fusion. // isicad.ru. — октябрь 2010. — № 75.
7. Малюх В.Н. Использование машиностроительных САПР в архитектуре и строительстве // isicad.ru. — октябрь 2010. — № 75.

### **В печати**

1. Шилов Н.В., Городня Л.В., Марчук А.Г. О параллельном программировании и его месте среди других парадигм программирования. // Прикладная информатика. — 2011. — №1. — 10 с. (Журнал из списка ВАК).
2. Шрайнер П.А., Тихонова Т.И., Методические рекомендации для подготовки к научно-практической конференции // Сб. методических рекомендаций. — Новосибирск, 2010.
3. Тихонова Т.И. Инструментальная поддержка дистанционной конкурсной работы. // Дистанционное обучение в современном обществе: педагогика, технологии, организация: Материалы III-ой междунар. научно-практической конф. «Полатовские чтения–2010», 11–25 ноября 2010 г.
4. Тихонова Т.И. Развитие информационно-коммуникационных навыков при проведении дистанционных конкурсов. // 7 Междунар. научно-практическая конф. «Интеллектуальные технологии в образовании, экономике и управлении» (ИТОЭУ-2010). — Воронеж, 2010.
5. Городня Л.В. О языке начального обучения параллельному программированию. — (Препр. / ИСИ СОРАН). — 21 с.
6. Gorodnyaya L.V. On the language for basic learning of parallel programming. —10 p. – (preprint).

### **Участие в конференциях**

1. Международный конгресс по логике UNILOG, г. Эсторил, Португалия, апрель 2010.
2. The Twelfth International Conference on the Principles of Knowledge Representation and Reasoning, г. Торонто, Канада, май 2010.
3. Всероссийская научная конференция «Научный сервис в сети Интернет: решение больших задач». 22-27 сентября 2010, Новороссийск-Абрау.
4. Рабочая группа «Прямое редактирование геометрии» на международном семинаре COFES-Russia 2010. Москва, 21 сентября 2010.
5. Доклад «Сценарии развития САПР на период до 2020 года» на Autodesk-Форуме 2010. Москва, 23 сентября.
6. Международная научно-практическая конференция «Новые информационные технологии в образовании» (НИТО «Байкал»), Улан-Удэ, 12–14 июля 2010 года — 2 доклада.
7. Школа-семинар Всесибирской олимпиады им. И.В. Поттосина. Новосибирск, 5 ноября 2010 года — 1 доклад.
8. III международная научно-практическая конференция «Полатовские чтения – 2010» «Дистанционное обучение в современном обществе: педагогика, технологии, организация». 11– 25 ноября 2010 года — 1 доклад.
9. 7-я международная научно-практическая конференция «Интеллектуальные технологии в образовании, экономике и управлении (ИТОЭУ-2010)», Воронеж, декабрь 2010 — 1 доклад.
10. Международный симпозиум «Автоматы, алгоритмы и информационные технологии», к 75-летию акад. НАН А.А.Летичевского. Киев, 19–21 мая 2010.
11. 4-я Конференция «Рефлексивный театр ситуационного центра-2010». Омский филиал Института математики Сибирского Отделения РАН, Омский государственный институт сервиса, Омск, 23—26 ноября 2010 г. «Отражение в программно-аппаратных системах целостности человека». Приглашённый доклад, Берс А.А.

### **Участие в оргкомитетах конференций и жюри олимпиад**

1. Марчук А.Г.:

- заместитель председателя оргкомитета по предпрофессиональной подготовке в Совете по поддержке талантливой молодежи в области информационных технологий;
- научный руководитель и председатель оргкомитета Летней школы юных программистов ЛШЮП-2010, Новосибирск, июль 2010;
- член оргкомитета и председатель жюри XI Открытой Всесибирской олимпиады по программированию им. И.В.Поттосина, Новосибирск, ноябрь 2010.

2. *Берс А.А.:*

- член оргкомитета и Председатель жюри ЛШ-2010;
- член оргкомитета 4-й конференции РТСЦ-2010.

3. *Малюх В.Н.:*

- Член оргкомитета и международного семинара COFES-Russia 2010, Москва, 2010;
- член оргкомитета и руководитель секций «Новые технологии САПР» и «САПР в образовании» международной конференции isicad-2010, Москва, 2010.

4. *Занина И.В.:*

- член оргкомитета командной олимпиады по программированию на Лого для учеников 5-7 классов. Новосибирск, ИСИ, март 2010 г.;
- член оргкомитета ЛШЮП - 2010. Алтай, «Белый камень», июль 2010;
- член оргкомитета Всесибирской олимпиады по программированию им. Поттосина. Новосибирск, ноябрь 2010г.

5. *Городняя Л.В.*

- член организационного комитета Всесибирской олимпиады, 2010г.

6. *Андреева Т.А.*

- член жюри и задачного комитета Всесибирской олимпиады, 2010г.

7. *НИГ школьной информатики участвовали:*

- в жюри Региональной научно-практической конференции школьников Сибирского федерального округа «Эрудит», февраль 2010 г.;
- в жюри секции «Информатика» Новосибирской областной научно-практической конференции школьников, апрель 2010 г.;
- в организации и проведении Летней школы юных программистов, июль 2010;
- в организации и проведении заочной олимпиады по программированию на Лого для учеников 3-7 классов (ИСИ) (декабрь 2009 – февраль 2010 г.);
- в конкурсе «Триатлон» для обучения школьников 5-6 классов по алгоритмике и проектному методу изучения информатики (февраль-май 2010.);
- в организации и проведении командной олимпиады по программированию на Лого для учеников 5-7 классов (ИСИ), (март 2010.);
- в городской олимпиаде по Лого (личное первенство) (март 2010.);
- в районной олимпиаде школьников по информационным технологиям (ноябрь 2010);
- в областной каникулярной школе по программированию (март 2010.).

### **Участие в международных программах сотрудничества**

*Пономарев Д.К.:*

1. Совместная научная деятельность с сотрудниками департамента информатики университета г. Ливерпуль, Великобритания.
2. Совместная научная деятельность с сотрудниками департамента информатики университета г. Бремен, Германия.

*Малюх В.Н.:*

1. Совместная научная и коммерческая деятельность по построению мульти-платформных систем управления жизненным циклом изделий с компанией Dassault Systemes (Франция) и SolidWorks Russia (Россия)

2. Совместная научная и коммерческая деятельность по вариационному прямому моделированию в системах геометрического моделирования без истории построения с компанией McNeel & Associates (США)
3. Совместная научная и коммерческая деятельность по системам параметрического черчения с компанией Bricsys (Дания)

*Берс А.А.:*

1. Международное сотрудничество. Украина, академик НАНУ А.А.Летичевский.

# **Общая характеристика исследований Лаборатории моделирования сложных систем**

*зав. лабораторией к.ф.-м.н. Мурзин Ф.А.*

## **Основные результаты научных исследований за год, их практическое использование и применение в учебном процессе**

**Проект «Алгоритмы и программный инструментарий для моделирования сложных систем»**

*Научный руководитель к.ф.-м.н. Ф.А. Мурзин*

Цель проекта — разработка новых, совершенствование имеющихся алгоритмов и создание соответствующего наукоемкого программного обеспечения для моделирования сложных систем. Области применения: поиск нефти, обработка текстов на естественном языке, анализ генетических последовательностей, обработка физиологических сигналов, создание систем анализа и модернизации старого программного обеспечения очень больших объемов и др.

Научные исследования велись по нескольким направлениям:

1. Параллельные алгоритмы и архитектуры компьютеров.
2. Алгоритмы для анализа сигналов, возникающих в радиоактивном каротаже нефтяных скважин.
3. Анализ генетических последовательностей.
4. Обработка изображений.
5. Исследования по математической лингвистике.
6. Реинжиниринг программного обеспечения.

## **Исследования, вошедшие в список основных результатов Института**

1. Параллельные алгоритмы и комплекс программ для структурного анализа состава РНК последовательностей

*Авторы: Бабий Д., к.ф.-м.н. Пальянов А., к.ф.-м.н. Черемушкин Е., Штокало Д., Нечкин С., Хейдарян М., Лоренс Дж.*

## **Описание проведенных научных исследований**

### **1. Исследование и разработка параллельных алгоритмов для графических процессов.**

Цель работы: рассмотрение алгоритма иерархической кластеризации и разработка метода отображения данного алгоритма на параллельную мультипроцессорную систему, использующуюся на современных графических процессорах, реализация программ для CPU и GPU, тестирование алгоритма на CPU и на графических процессорах GeForce 9800 и на Tesla 1060.

В процессе работы были получены следующие результаты:

- Рассмотрен алгоритм иерархической кластеризации, предложен метод отображения данного алгоритма на параллельную мультипроцессорную систему, использующуюся на современных GPU.

- Получены оценки времени выполнения алгоритма в последовательном случае, параллельном случае для абстрактной параллельной машины и на GPU. Также получены соответствующие коэффициенты ускорения.
- Реализована процедура построения матрицы расстояний между кластерами, реализована на GPU средствами системы CUDA, которая при больших размерностях задачи в десятки раз превосходит по производительности ту же программу на C++ в случае ее реализации на центральном процессоре.
- Реализована процедура поиска минимального элемента матрицы, значительно уменьшающая обмен данными между устройством и host-ом; также реализована на GPU средствами системы CUDA. В итоге на CUDA был реализован алгоритм, позволяющий производить иерархический кластерный анализ в десятки раз быстрее, чем на CPU.
- Проведено тестирование алгоритма на различных объемах данных вплоть до 3 млн. точек в 26-мерном пространстве на реальных задачах из генетики. Получены детальные сведения о времени работы графического процессора GeForce 9800 и Tesla 1060. Например, вычисления с миллионом точек в 26-мерном пространстве на Tesla 1060 заняли около 6 часов. Вычисления такого рода на центральном процессоре потребовали бы 20–25 суток.

## **2. Анализ данных радиоактивного каротажа**

Научная работа ведётся по теме: «Методы выделения нефтенасыщенных пластов на основе данных радиоактивного каротажа». Для анализа были изучены и использованы наиболее подходящие на данном этапе методы кластеризации.

Продолжается изучение метода И.Б. Мучника «Лингвистический анализ экспериментальных кривых» для анализа и последующей кластеризации сложных кривых. Завершена разработка программного приложения, осуществляющего кластеризацию данных различными методами. Разрабатывается программный модуль, реализующий алгоритмы метода И.Б. Мучника. Модуль встроен в приложение OilTemper, реализованное ранее в соответствии со стандартами, принятыми в геофизике. Результаты исследований и программное обеспечение в течение 2-х лет передаются заказчикам в Респ. Казахстан.

## **3. Алгоритмы и программный инструментарий для исследования процессов геной регуляции**

Проведена работа по изучению известных на сегодняшний день методов и алгоритмов для исследования геной регуляции и обработки экспериментальных данных в этой области, таких как Gene set enrichment analysis, MACS, поиск сайтов связывания, идентификация ключевых молекул. Предложена своя реализация браузера генома, позволяющая объединять данные из разнообразных источников (результаты анализов; пользовательские данные; локальные и удалённые биологические базы данных и различным форматом и интерфейсом доступа). Проработана концепция workflow — пользовательских сценариев анализа биологических данных, составленных из отдельных анализов и блоков данных в визуальном редакторе в виде диаграммы, с последующей возможностью автоматического анализа с возможностью распараллеливания независимых участков. Создана система geneXplain на платформе BioUML, объединяющая эти и множество других возможностей для анализа экспериментальных данных и моделирования внутриклеточных процессов.

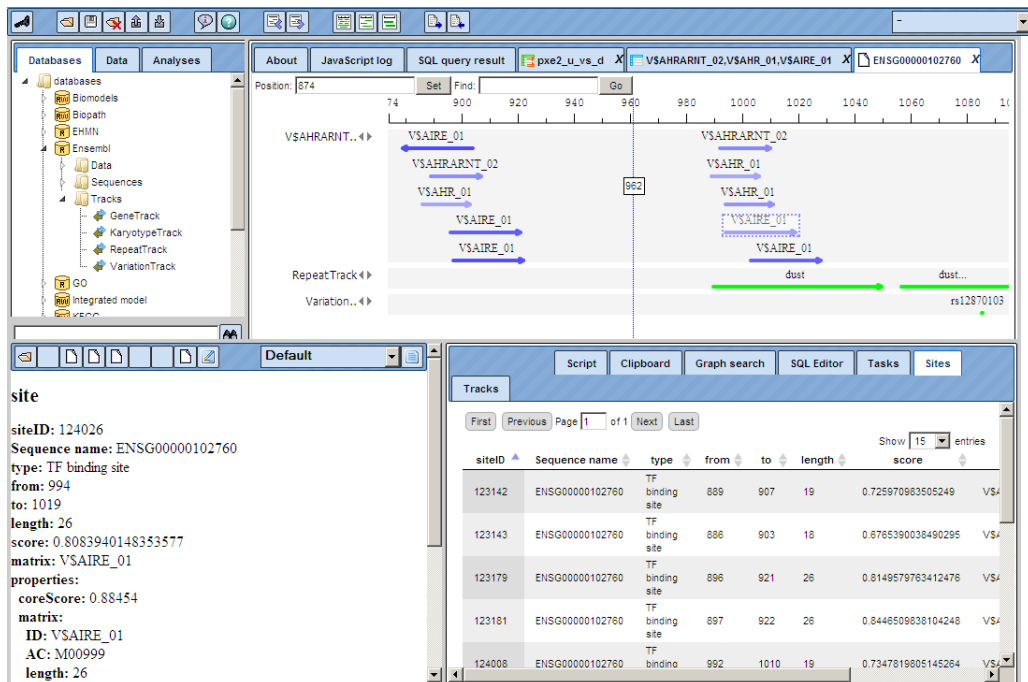
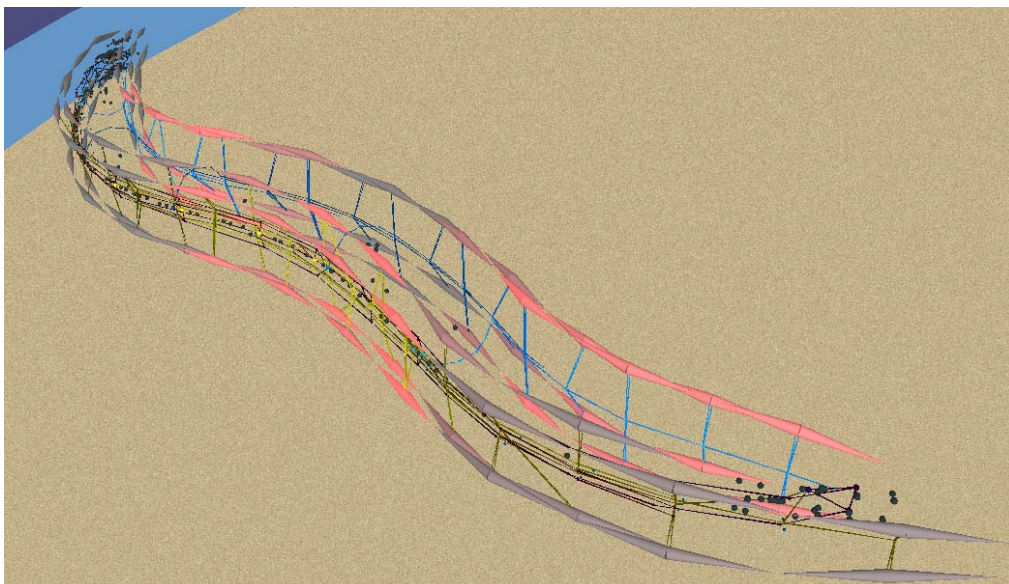


Рис.1. Система geneXplain, общий вид

#### 4. Разработка интерактивного 3D-симулятора нейро-мышечной системы нематоды *C. Elegans* для анализа и моделирования ее нейронных механизмов *egans*

Разработан интерактивный 3D-симулятор нейро-мышечной системы нематоды *C. Elegans* (единственного организма, для которого на сегодняшний день известна архитектура нейронной сети), основанный на современных экспериментальных данных, для анализа и моделирования нейронных механизмов. Модель тела червя и мышечная система воспроизведены достаточно реалистично. Разработана и реализована концепция нового подхода к моделированию нервной системы, учитывающая особенности передачи данных в нервной системе *C. Elegans*: градуальные потенциалы вместо обычных потенциалов действия (т.е. сигналы распространяются медленно и с затуханием); необходимость в связи с этим учитывать в расчетах реальные пути соединений между нейронами. Изменение сигнала вдоль них и время его распространения предоставляет идеальный способ визуализации структуры межнейронных соединений, включая нелинейные участки и области ветвления, а также отображения динамики нейронной активности. Тестовый фрагмент нервной системы, управляющий движением нематоды, уже реализован на основе этого нового подхода и показал возможность реалистичного движения вперед или назад в зависимости от параметров.





*Рис.2.* Компьютерная модель *C. Elegans*

## **5. Распознавание текстов плохого качества**

В рамках работы над задачей распознавания старых текстов из архивов получены следующие результаты. Созданный в предыдущем году прототип в течение нынешнего года был значительно улучшен — решена проблема разделения произвольного числа «слипшихся» букв в слове, решена проблема точного позиционирования окна, вмещающего отдельную букву (что позволило в несколько раз увеличить скорость распознавания), произведена и другая оптимизация, а также добавлен удобный графический интерфейс, словари, списки автозамены. Несмотря на уже имеющиеся хорошие результаты и качество распознавания на уровне 85%, видно, что имеются значительные дальнейшие перспективы как по улучшению скорости, так и качества, главным образом на этапе распознавания отдельных букв. В качестве лучшего потенциального средства решения проблемы в результате анализа был выбран относительно недавно разработанный метод — так называемые сверточные нейронные сети Ле Куна, основанные на принципах работы зрительной коры мозга, хорошо зарекомендовавшие себя в задачах поиска лиц в сцене и распознавании рукописных символов, а также имеющие возможность эффективного распараллеливания на GPU.

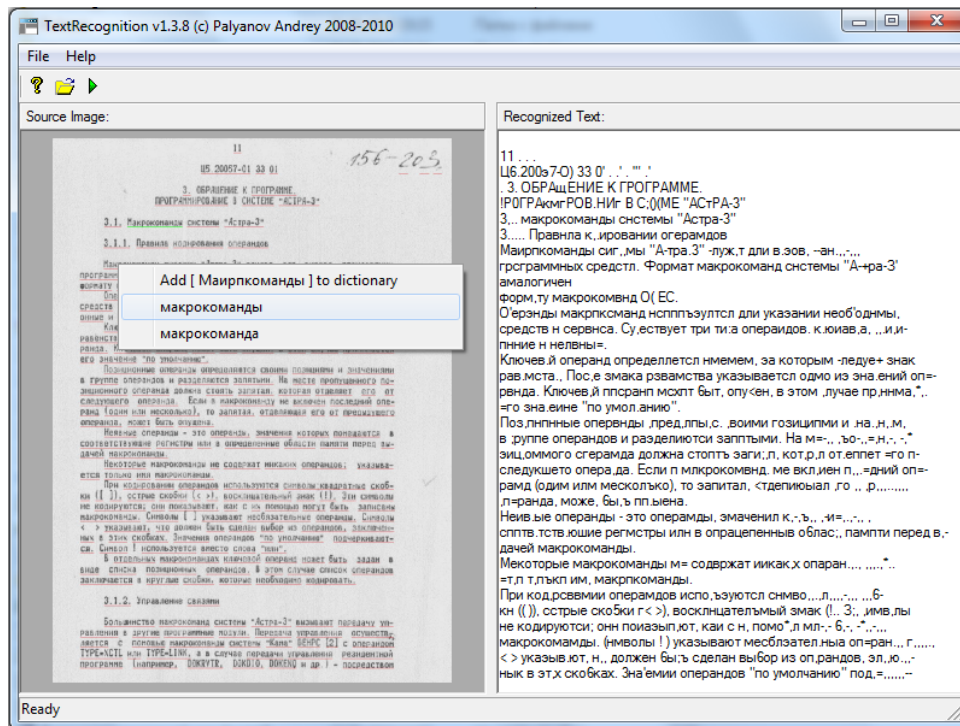


Рис. 3. Главное окно программы распознавания текстов

## 6. Методы синтаксического анализа и сравнения предложений естественного языка, ориентированные на использование в поисковой системе

В условиях стремительного роста объемов информационных ресурсов возникает необходимость повышения качества информационного поиска. Это, в свою очередь, заставляет разработчиков поисковых систем совершенствовать алгоритмы поиска и ранжирования документов, так, чтобы они были способны учитывать семантику поступающих запросов.

Основная рассматриваемая задача состоит в том, чтобы построить алгоритмы, которые, проникая в структуру текста, смогут вывести адекватную оценку релевантности текста. Важно чтобы данная оценка выводилась, основываясь на контексте поискового запроса, и не ограничивалась только ключевыми словами, их близостью или частотой.

Разработанный метод позволяет сопоставлять конструкции естественного языка и в ряде случаев отождествлять даже перефразированные варианты предложений, основываясь на анализе их синтаксических структур. Таким образом, мы можем сопоставить поисковый запрос и текст с целью определения релевантности текста поисковому запросу. Метод основывается на обработке и использовании диаграмм связей, создаваемых программным приложением Link Grammar Parser. Предложенные алгоритмы были интегрированы в поисковую систему iNetSearch, разработанную ранее.

## 7. Исследование проблем, связанных со спамом

Исследования посвящены разработке алгоритмов идентификации спам-сообщений и пользователей, осуществляющих рассылку спам-сообщений.

Рассмотрена модель вероятностной идентификации спама на основе Марковских цепей. Модель была протестирована на приблизительно 200 тыс. экземплярах спам-сообщений.

Предложены алгоритмы идентификации т.н. спам-ботов на основе имен пользователей и наименований почтовых ящиков и др. информации, имеющейся в компании, предоставляющей почтовые сервисы. А именно, рассмотрены вероятностные, энтропийные, лингвистические и логические критерии классификации имен

пользователей, дат созданий почтовых ящиков и прочих атрибутов почтовых ящиков. В настоящее время алгоритмы тестируются на массиве данных, содержащих информацию примерно об 1 млн. 900 тыс. пользователей.

## 8. Исследования по математической лингвистике

Продолжаются исследования по математической лингвистике, ориентированные на различные приложения. В частности, рассматриваются типы высказываний и формальные методы определения типов. Под типом высказывания понимается, прежде всего, целеустановка речи. Заметим, что любое высказывание — это предложение, но не любое предложение есть высказывание. Одно предложение может заключать в себе несколько высказываний-сообщений. В зависимости от типа высказывания можно ввести около 15 различных предикатов:  $Argue(w_1, \dots, w_n, t)$  — предикат истинен на тексте  $t$ , если  $w_1, \dots, w_n$  — набор слов высказывания, являющегося аргументацией;  $Analyse(w_1, \dots, w_n, t)$  — предикат истинен на тексте  $t$ , если  $w_1, \dots, w_n$  — набор слов высказывания, являющегося анализом;  $Thank(w_1, \dots, w_n, t)$  — предикат истинен на тексте  $t$ , если  $w_1, \dots, w_n$  — набор слов высказывания, являющегося благодарностью;  $Question(w_1, \dots, w_n, t)$  — предикат истинен на тексте  $t$ , если  $w_1, \dots, w_n$  — набор слов высказывания, являющегося вопросом;  $Congrat(w_1, \dots, w_n, t)$  — предикат истинен на тексте  $t$ , если  $w_1, \dots, w_n$  — набор слов высказывания, являющегося поздравлением и др. Определение типов высказываний представляет интерес, например, при анализе спам-сообщений.

## 9. Анализ комплексных данных на основе технологии Oracle BI

Целью данной работы является дальнейшее развитие системы анализа комплексных данных (data-mining) на основе технологии Oracle BI применительно к интеллектуальным системам управления, основанным на применении бизнес-процессов. Бизнес-процессы являются универсальным инструментом формализующим отражение деятельности групп людей и отдельных индивидуумов, позволяя более прозрачно характеризовать действия каждого человека и направлять их на достижение результата. Информация о бизнес-процессах каждой компании является её секретом, поэтому для построения универсальной модели была проделана большая работа по сбору, изучению и классификации информации из разных источников.

С учетом целей поставленных Российским правительством, и возможностей современных информационных технологий, задача создания мощной интегрированной программы управления бизнес-процессами является крайне важной. Итоговая версия программы позволит предприятиям малого бизнеса эффективно использовать собственные ресурсы, и в случае необходимости, перераспределять ресурсы между собой. Так, несколько компаний могут пользоваться услугами единого колл-центра, операторы которого гармонично включены в цикл работы каждого предприятия.

Следствием внедрения программы обработки бизнес-процессов будет серьёзное повышение прозрачности деятельности бизнеса, и как следствие — повышение управляемости, предсказуемости и рост экономики в целом. На сегодняшний день в России программы работы с бизнес-процессами крайне не распространены, поэтому вся информация черпается на американских форумах.

В настоящее время Д.Ф Семич готовит к публикации книгу по данной теме. Книга в значительной мере имеет учебный характер и содержит инструкцию по созданию полноценного хранилища данных организации с примерами реализаций и построения эффективной модели бизнес-процессов. Необходимость такого рода очевидна, т.к., к

сожалению, сегодня мало людей, знакомых с самыми современными подходами к построению хранилищ данных, и многие не понимают, зачем все это нужно.

Oracle BI была разработана компанией Siebel. Далее она была куплена корпорацией ORACLE. Ранее Oracle BI назывался Siebel Analytics и с успехом внедрялся в больших компаниях за рубежом. На сегодняшний день, программа Oracle BI входит в пакет Oracle Fusion Middleware, который включает в себя такие интересные компоненты, как Oracle Realtime Decisions (систему поддержки принятия решений в реальном времени) и Oracle CRM (программу для описания бизнес-моделей и отслеживания их результатов).

Стратегической целью проекта создания хранилища является внедрение интегрированной системы управления бизнес-процессами и подготовки корпоративной отчетности предприятия, позволяющей сотрудникам своевременно решать комплексные задачи по управлению активами и пассивами предприятия, и организовывать взаимодействие, как с потенциальными, так и с существующими клиентами.

- Упорядочивание работы всех подразделений банка путем внедрения стандартизованного описания бизнес-процессов.
- Упрощение контроля над выполнением запланированных задач всех сотрудников предприятия путем установки на рабочие места модулей контроля.
- Реализация различных моделей работы с клиентами, внедрение системы учета и анализа потенциальных клиентов, отражение и анализ всех мероприятий с клиентами.
- Предоставление возможности анализа результатов деятельности сотрудникам предприятия различных подразделений.
- Автоматизация рассылки управленческой отчетности всем заинтересованным бизнес-пользователям.

В одном из больших региональных банков Урала, Семичем Д.Ф. была разработана модель, в которой данные из программы операционного дня банка (ЦФТ IBSO) и программы обработки транзакций по картам VISA складываются в одну базу примерно 1 раз в час и в дальнейшем подвергаются анализу. Эта модель была расширена модулем обработки бизнес-процессов. В дальнейшем планируется внедрить технологию работы с бизнес-процессами в несколько предприятий малого и среднего бизнеса для проведения тестовых испытаний.

## **10. Исследования по верификации протоколов восстановления для распределённых баз данных и коммуникационных протоколов**

Проводилось изучение формальных спецификаций и автоматизированная верификация систем обработки транзакций, используемых в распределённых базах данных. В таких системах стандартный набор свойств ACID должен быть обеспечен комбинацией протоколов контроля параллелизма и восстановления. В существующей литературе такие протоколы обычно изучаются отдельно и проблема их взаимодействия нередко игнорируется. Для изучения формальной верификации комбинированного набора протоколов специфицировали систему обработки транзакций, интегрирующую строгое двухфазное блокирование, протокол восстановления undo/redo и двухфазное атомарное фиксирование. Мы доказали с помощью интерактивного доказывателя теорем PVS, что в нашей системе выполняются свойства атомарности, долговечности и сериализуемости.

Целью второй части работы является верификация хорошо известного Протокола скользящего окна, отвечающего за надёжную и эффективную передачу данных по ненадёжным каналам. Несмотря на практическую важность данного протокола и опасность наличия в нём ошибок, его верификации при достаточно общих предположениях почти отсутствуют. Основная цель работы — дать полностью формальную верификацию версии протокола для уровня передачи данных. К настоящему времени составили спецификацию протокола в виде машины состояний на языке верификационной системы PVS. Следующим этапом исследования будет верификация свойств безопасности и живости протокола с помощью интерактивного доказывателя теорем PVS. В отличие от большинства известных работ, предложенное моделирование протокола является весьма общим и включает такие важные характеристики, как окна отправителя и получателя произвольного размера, ограниченные порядковые номера и каналы неограниченной вместимости, которые могут терять сообщения. В то же время предложенная спецификация не настолько сложна, чтобы стать препятствием для формальной верификации, и это достигается абстрагированием от менее существенных аспектов реализации протокола.

### Участие в проектах и грантах

**1. Проект РАН № 2/12 «Формальные языки и методы спецификации, анализа и синтеза информационных систем»**

*Научный руководитель проекта — д.ф.-м.н. А.Г. Марчук*

**2. Проект РФФИ № 08-01-00899а «Исследование и классификация парадигм компьютерных языков»**

*Руководитель — д.ф.-м.н. Марчук А.Г.*

**3. Проект РФФИ № 09-07-00400**

Исследование и разработка методов и средств анализа и визуализации разнородных знаний больших информационных порталов

*Научный руководитель проекта — к.т.н. Ю.А. Загоруйко*

**4. Грант по программе «УМНИК»**

**Проект № 8558 от 01.03.2008 «Разработка алгоритмического и программного обеспечения для визуализации данных радиоактивного каротажа и выделения нефтенасыщенных пластов на основе кластеризации»**

*Руководитель — асп. Поплевина Н.В.*

**5. Грант по программе «УМНИК»**

**Проект № 8559 от 01.03.2008 «Использование фактографического подхода для создания персональных и распределенных информационных систем»**

*Руководитель — Марчук П.А.*

**6. Грант Мэрии г. Новосибирска (Субсидия молодым ученым и специалистам в сфере инновационной деятельности)**

**Тема работы:** «Разработка алгоритмов и программного обеспечения для обработки изображений, получаемых со спутников, и создания панорам из этих изображений».

*Руководитель — асп. Гужавина И.В.*

**7. Грант по программе “GREAT MINDS INTERNSHIP” компании IBM  
Стажировка в лаборатории IBM Zurich Research Lab. в течение полугода  
Тема работы:** «Исследование алгоритмов эллиптической криптографии».

*Получил грант: студ. Калинин П.А.*

*Руководитель исследований в Швейцарии — Christoph Hagleitner*

## Список публикаций лаборатории

### Монографии

1. Ануреев И.С., Батура Т.В., Боровикова О.И., Загорулько 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; Росс. Акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т систем информатики им. А.П. Ершова. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. ISBN 978–5–7692–1113–3. – 330 с.

### Российские журналы

1. Batura Tatiana, Murzin Feodor, Proskuryakov Alexey, Trelevich Jennifer Models and Algorithms for the Detection of Spam and Senders of Spam // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 30. — P. 29–43.
2. Perfiliev A.A., Murzin F.A., Shmanina T.V. Methods of syntactic analysis and comparison of constructions of a natural language oriented onto using in search systems // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 30. — P. 91–109.
3. Пальянов А., Черемушкин Е., Штокало Д., Нечкин С., Хейдариан М., Лоренс Дж. Структурный анализ состава РНК последовательностей связывающихся с белком NuR // Программные продукты и системы. — 2010. — №. 3. — С. 144–146.

### Материалы международных конференций

1. Kolpakov, F. A., Tolstyh, N., Kutumova, E. O., Kiselev, I. N., Shadrin, A. A., Valeev, T. F., Ryabova A., Sharipov, R. N., Kel, A. E. BioUML — Integrated Platform for Building Virtual Cell and Virtual Physiological Human // Proc. of 7th Intl. Conf. on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure/Systems Biology (BGRS/SB-2010). — 2010. — P.144.
2. Valeev, T. F., Tolstyh, N., Kolpakov, F. A. Web-based Genome Browser Using AJAX and Canvas Technologies // Proc. of 7th Intl. Conf. on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure/Systems Biology (BGRS/SB-2010). — 2010. — P.297.

### Статьи в сборниках

1. Белогубова М.В. Формальные модели коммуникационных процессов в организациях на основе мультиагентного подхода // Проблемы системной информатики. — Новосибирск: ИСИ СО РАН, 2008. — С. 26–49.
2. Белогубова М.В. Модель эволюции социальных групп на основе мультиагентного подхода // Проблемы системной информатики. — Новосибирск: ИСИ СО РАН, 2010. — С. 21–32.
3. Бутовский М.М. Фрактальные методы анализа кривых в рамках гипотезы фрактального рынка // Проблемы системной информатики. — Новосибирск: ИСИ СО РАН, 2010. — С. 50–62.
4. Дунаев А.А. Децентрализованная система управления персональной информацией // Проблемы системной информатики. — Новосибирск: ИСИ СО РАН, 2010. — С. 102–15.
5. Иноземцев И.В. Операционное преобразование, основанное на древовидном контексте // Проблемы системной информатики. — Новосибирск: ИСИ СО РАН, 2010. — С. 125–135.

6. Шманина Т.В. Методы синтаксического анализа и сопоставления конструкций естественного языка, ориентированные на использование в поисковых системах // Проблемы системной информатики. — Новосибирск: ИСИ СО РАН, 2010. — С. 241–257.

### **Участие в конференциях и выставках**

1. Российская научно-техническая выставка во Франции, Выставочный центр «Гранд Пале», и посещение Университета Париж 11, Париж, Франция.
2. Конференция «Microsoft ImagineCup 2010, Software Design», региональный финал, Томск, 2010.
3. 7th Intl. Conf. on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure/Systems Biology (BGRS/SB-2010). Новосибирск.

### **Участие в международных программах сотрудничества**

#### **1. Тема: Алгоритмы исследования РНК**

*Иностранный партнер:* Saint Laurent Institute.

*Координатор проекта:* Georges St. Laurent III (США), Штокало Д.Н., Нечкин С.С. (Россия)

*Сроки:* 2007–2010

Реализован алгоритм поиска сайтов редактирования РНК ADAR-ферментами. Для этого разработана статистическая оценка качества найденных сайтов и сайтов в контрольной выборке. Применяется полученная ранее модель корреляционной матрицы, использующая вероятности встречаемости данного нуклеотида в определенной позиции в выборке известных сайтов (фрагментов ДНК).

Построенный метод был использован для поиска потенциальных сайтов РНК редактирования генов дрозофилы ADAR-ферментами. Институтом St.Laurent Institute с помощью аппарата Helicos по технологии deep sequencing были получены 200 млн. коротких фрагментов РНК (длиной 30-120 б.п.), называемых ридами. Половина этих ридов получены из образцов нормальной дрозофилы, другая половина — из образцов дрозофилы-мутанта, у которого отсутствует ген ADAR (контрольная выборка). Среди этих ридов были выбраны те, которые попали на экзоны известных генов. С помощью этих ридов были найдены сайты, в которых произошла замена А на G (ADAR редактирование). Были получены наборы сайтов для нормальной и контрольной выборки. Далее эти выборки сайтов были проверены с помощью построенной по известным ADAR-сайтам корреляционной матрицы. Затем из этих сайтов были выбраны только те, межвидовая консервативность которых превышает заданный порог. Затем были исключены сайты, в которых при помощи ДНК-секвенирования Helicos были найдены SNP. И, наконец, с помощью полученной статистической оценки были выбраны сайты, наиболее отличные от контрольной группы.

В результате было получено 597 потенциальных сайтов ADAR редактирования. При этом в контрольной выборке осталось 135 сайтов. Таким образом, с помощью компьютерных методов, разработанных в рамках данного сотрудничества, были предсказаны новые сайты редактирования ADAR.

#### **2. Тема: Программная платформа комплексного анализа экспериментальных данных системной биологии**

*Иностранный партнёр:* geneXplain GmbH (Вольфенбюттель, Германия)

*Координаторы проекта:* А. Кель (Германия), Колпаков Ф.А. (Институт системной биологии), Валеев Т.Ф. (ИСИ СО РАН).

*Сроки: 2009–2011*

На базе платформы BioUML для разработки наукоёмких приложений в области биоинформатики разработан программный комплекс geneXplain, позволяющий производить комплексный и всесторонний анализ экспериментальных данных системной биологии (данных по генной экспрессии; данных Chip-Seq экспериментов; однонуклеотидных полиморфизмов; сигнальных путей; генных сетей и т. д.), а также строить модели и предсказывать поведение биологических систем.

Основной акцент сделан на том, чтобы предоставить пользователю-биоинформатику обширный научно обоснованный инструментарий методов анализа и обработки данных с возможностью комбинирования различных методов для проведения собственных исследований. С этой целью система унифицирует многие понятия и сущности предметной области, позволяя связывать методы на уровне интерфейсов, абстрагируясь от конкретного представления и источника данных. Кроме того, разработаны средства создания последовательностей анализов, как визуальные (WYSIWYG-редактор сценариев, изображённых в виде графа, включающего данные и анализы), так и скриптовые (в систему внедрён язык программирования на базе ECMAScript, с встроенными библиотеками для запуска анализов и обработки данных).

### **3. Грант по программе “GREAT MINDS INTERNSHIP” компании IBM**

**Тема: Исследование алгоритмов эллиптической криптографии**

*Получил грант* : студ. Калинин П.А.

*Руководитель исследований в Швейцарии: Christoph Hagleitner*

*Сроки: 2009–2010*

Проведены исследования по целесообразности реализации аппаратных систем для выполнения алгоритмов эллиптической криптографии. В частности, модифицированы основные операции с точками эллиптической кривой для использования алгоритма умножения Монтгомери вместо стандартного умножения по модулю с сокращениями.

Выбрана архитектура для реализации данного алгоритма и эмулирована ее модель на основе модифицированного симулятора SimpleScalar. Проведены теоретические расчеты времени выполнения инструкций. Проведено сравнение программной и аппаратной реализаций алгоритмов эллиптической криптографии.

По итогам проведенных исследований выявлено, что аппаратная реализация алгоритмов эллиптической криптографии может существенно улучшить производительность этих алгоритмов, особенно при увеличении размеров используемых данных и повышении криптологической устойчивости кодов.

### **4. Тема: Визуализация данных радиоактивного каротажа и выделение нефтенасыщенных пластов на основе кластеризации**

*Иностраный партнер: Институт математики, информатики и механики, КН МОН Респ. Казахстан.*

*Координаторы проекта: Байжанов Б.С. (Казахстан), к.ф.-м.н. Мурзин Ф.А. (Россия)*

*Сроки: 2009–2011*

Предложены алгоритмы и разработана программная система для выделения нефтенасыщенных пластов методом кластеризации на основе аналитических параметров Ca/Si, C/O и пористости. Цель программы состоит в том, чтобы выделить продуктивные пласты, то есть пласты, имеющие высокую нефтенасыщенность, а именно те пласты, которые на основе данных радиоактивного каротажа выделяют эксперты вручную. Задача подсчета конкретного значения коэффициента нефтенасыщенности в данной версии программы не ставится.

### **5. Тема: Кластерный анализ средствами CUDA**



*Иностраный партнер:* Институт математики, информатики и механики, КН МОН Респ. Казахстан.

*Координаторы проекта:* Байжанов Б.С. (Казахстан), к.ф.-м.н. Мурзин Ф.А. (Россия)

*Сроки:* 2009–2011

Проведено исследование алгоритма иерархической кластеризации, предложен метод отображения данного алгоритма на параллельную мультипроцессорную систему, использующуюся на современных графических процессорах GPU.

Реализована программа иерархической кластеризации средствами CUDA на GPU. Произведено тестирование созданной программы на двух типах GPU (GeForce 9800 и Tesla 1060) для различных объемов данных, включая до 3 млн. точек в более чем 20-мерном пространстве. На основе тестирования получены времена выполнения алгоритмов иерархической кластеризации для различных ситуаций. Также получены соответствующие коэффициенты ускорения;

## Сводные данные по институту

### Деятельность Ученого совета

За отчетный период проведено 6 заседаний Ученого совета, на которых обсуждались различные вопросы деятельности Института. Важнейшие из них : о финансовом положении Института; о планах редакционной подготовки на 2010 год; о планах проведения конференций; об итогах годовичного Общего собрания СО РАН и РАН; о подготовке основных заданий к плану НИР на 2010 год; о важнейших результатах Института по итогам научной деятельности в 2010 году; о работе аспирантуры Института. Кроме того, рассматривались различные кадровые вопросы.

### Издательская деятельность

В 2010 г. Институтом подготовлено: один выпуск BULLETIN of the Novosibirsk Computing Center. Series: Computer Sciences, 1 сборник статей, 5 препринтов. К 20-летию ИСИ СО РАН издан буклет. В Мемориальной библиотеке А.П.Ершова ежемесячно проводились выставки новой литературы.

### Защита диссертаций

1. *Идрисов Р.И.* «Межпроцедурный анализ и распараллеливание потоковых программ на базе графа исполнений вызовов»: Дис. на соискание учен. степ. канд. физ.-мат. наук. — Новосибирск, ИСИ СО РАН, 2010.
2. *Козырева А.В.* «Алгоритмы и программный инструментарий для позиционирования мобильных устройств на основе данных от встроенной фотокамеры»: Дис. на соискание учен. степ. канд. физ.-мат. наук. — Новосибирск, ИСИ СО РАН, 2010.
3. *Тарабухина Н.К.* «Методы извлечения бизнес-логики на основе семантических свойств программ»: Дис. на соискание учен. степ. канд. физ.-мат. наук. — Новосибирск, ИСИ СО РАН, 2010.

### Международные научные связи

В 2010 г. Институт систем информатики имени А.П.Ершова СО РАН осуществлял сотрудничество с зарубежными организациями по следующим грантам:

#### **Алгоритмы исследования РНК**

*Иностранный партнер:* Saint Laurent Institute.

*Координатор проекта:* Georges St. Laurent III (США), Штокало Д.Н., Нечкин С.С. (Россия)

*Сроки:* 2007–2010

Реализован алгоритм поиска сайтов редактирования РНК ADAR-ферментами. Для этого разработана статистическая оценка качества найденных сайтов и сайтов в контрольной выборке. Применяется полученная ранее модель корреляционной матрицы, использующая вероятности встречаемости данного нуклеотида в определенной позиции в выборке известных сайтов (фрагментов ДНК).

Построенный метод был использован для поиска потенциальных сайтов РНК редактирования генов дрозофилы ADAR-ферментами. Институтом St.Laurent Institute с помощью аппарата Helicos по технологии deep sequencing были получены 200 млн. коротких фрагментов РНК (длиной 30–120 б.п.), называемых ридами. Половина этих ридов получены из образцов нормальной дрозофилы, другая половина — из образцов дрозофилы-мутанта, у которого отсутствует ген ADAR (контрольная выборка). Среди этих ридов были выбраны те, которые попали на экзоны известных генов. С помощью этих ридов, были найдены сайты, в которых произошла замена А на G (ADAR редактирование). Были получены наборы сайтов для нормальной и контрольной выборки. Далее эти выборки сайтов были проверены с помощью, построенной по известным ADAR-сайтам, корреляционной матрицы. Затем, из этих сайтов были выбраны только те, межвидовая консервативность которых превышает заданный порог. Затем были исключены сайты, в которых при помощи ДНК-секвенирования Helicos были найдены SNP. И, наконец, с помощью полученной статистической оценки были выбраны сайты, наиболее отличные от контрольной группы.

В результате было получено 597 потенциальных сайтов ADAR редактирования. При этом в контрольной выборке осталось 135 сайтов. Таким образом, с помощью компьютерных методов, разработанных в рамках данного сотрудничества, были предсказаны новые сайты редактирования ADAR.

#### **Программная платформа комплексного анализа экспериментальных данных системной биологии**

*Иностранный партнёр:* geneXplain GmbH (Вольфенбюттель, Германия)

*Координаторы проекта:* А. Кель (Германия), Колпаков Ф. А. (Институт системной биологии), Валеев Т.Ф. (ИСИ СО РАН).

*Сроки:* 2009–2011

На базе платформы BioUML для разработки наукоёмких приложений в области биоинформатики разработан программный комплекс geneXplain, позволяющий производить комплексный и всесторонний анализ экспериментальных данных системной биологии (данных по геной экспрессии; данных Chip-Seq экспериментов; однонуклеотидных полиморфизмов; сигнальных путей; генных сетей и т. д.), а также строить модели и предсказывать поведение биологических систем.

Основной акцент сделан на том, чтобы предоставить пользователю - биоинформатику обширный научно обоснованный инструментарий методов анализа и обработки данных с возможностью комбинирования различных методов для проведения собственных исследований. С этой целью система унифицирует многие понятия и сущности предметной области, позволяя связывать методы на уровне интерфейсов, абстрагируясь от конкретного представления и источника данных. Кроме того, разработаны средства создания последовательностей анализов, как визуальные (WYSIWYG-редактор сценариев, изображённых в виде графа, включающего данные и анализы), так и скриптовые (в систему внедрён язык программирования на базе ECMAScript с встроенными библиотеками для запуска анализов и обработки данных).

#### **Грант по программе “GREAT MINDS INTERNSHIP” компании IBM**

**Тема:** Исследование алгоритмов эллиптической криптографии

*Получил грант – студ.* Калинин П.А.

*Руководитель исследований в Швейцарии –* Christoph Hagleitner

*Сроки:* 2009–2010

Проведены исследования по целесообразности реализации аппаратных систем для выполнения алгоритмов эллиптической криптографии. В частности, модифицированы основные операции с точками эллиптической кривой для использования алгоритма умножения Монтгомери вместо стандартного умножения по модулю с сокращениями.

Выбрана архитектура, для реализации данного алгоритма и эмулирована ее модель на основе модифицированного симулятора SimpleScalar. Проведены теоретические расчеты времени выполнения инструкций. Проведено сравнение программной и аппаратной реализаций алгоритмов эллиптической криптографии.

По итогам проведенных исследований выявлено, что аппаратная реализация алгоритмов эллиптической криптографии может существенно улучшить производительность этих алгоритмов, особенно при увеличении размеров используемых данных и повышении криптологической устойчивости кодов.

### **Визуализация данных радиоактивного каротажа и выделение нефтенасыщенных пластов на основе кластеризации**

*Иностранный партнер:* Институт математики, информатики и механики, КН МОН Респ. Казахстан.

*Координаторы проекта:* Байжанов Б.С. (Казахстан), к.ф.-м.н. Мурзин Ф.А. (Россия)

*Сроки:* 2009–2011

Предложены алгоритмы и разработана программная система для выделения нефтенасыщенных пластов методом кластеризации на основе аналитических параметров Ca/Si, C/O и пористости. Цель программы состоит в том, чтобы выделить продуктивные пласты, то есть пласты, имеющие высокую нефтенасыщенность, а именно те пласты, которые на основе данных радиоактивного каротажа выделяют эксперты вручную. Задача подсчета конкретного значения коэффициента нефтенасыщенности в данной версии программы не ставится.

### **Кластерный анализ средствами CUDA**

*Иностранный партнер:* Институт математики, информатики и механики, КН МОН Респ. Казахстан.

*Координаторы проекта:* Байжанов Б.С. (Казахстан), к.ф.-м.н. Мурзин Ф.А. (Россия)

*Сроки:* 2009–2011

Проведено исследование алгоритма иерархической кластеризации, предложен метод отображения данного алгоритма на параллельную мультипроцессорную систему, использующуюся на современных графических процессорах GPU.

Реализована программа иерархической кластеризации средствами CUDA на GPU. Произведено тестирование созданной программы на двух типах GPU (GeForce 9800 и Tesla 1060) для различных объемов данных, включая до 3 млн. точек в более чем 20-мерном пространстве. На основе тестирования получены времена выполнения алгоритмов иерархической кластеризации для различных ситуаций. Также получены соответствующие коэффициенты ускорения;

### **Алгоритмы и программное обеспечение для распознавания текстов низкого качества.**

*Иностранный партнер:* Google (Московское представительство)

*Координаторы проекта:* Дженнифер Трелевич (США), к.ф.-м.н. Мурзин Ф.А. (ИСИ СО РАН)

*Сроки:* 2009–2010

Предложен ряд алгоритмов для распознавания текстов очень низкого качества и проведено их тестирование. Задача является актуальной для обработки документов в архивах и музеях. Большинство компаний, работающих в области распознавания, ориентируются на тексты довольно хорошего качества, т.к. именно они представляют наибольший объем обрабатываемых данных. В то же время, распознавание текстов низкого качества, в общем, остается за пределами их интересов.

**Проект РФФИ и Deutsche Forschungsgemeinschaft (German Research Foundation) № 09-01-91334-ННИО\_а**

**«Формальные методы построения и анализа распределенных систем реального времени»**

*Иностранные партнеры:* Ольденбургский Университет, Университет Бундесвера, Мюнхен, Германия

*Координаторы проекта:* проф. И. Б. Вирбицкайте (ИСИ СО РАН), проф. Айке Бест (Университет г. Ольденбурга, Германия).

*Сроки:* 2009–2011

В рамках исчисления дискретно-временных стохастических боксов Петри dtsPBC предложена логическая характеристика стохастических бисимуляционных эквивалентностей процессных формул с использованием формул новых вероятностных модальных логик. Определена конгруэнтность стохастических эквивалентностей исчисления dtsPBC. Показано, что шаговая стохастическая бисимуляция — самое абстрактное отношение эквивалентности, позволяющее сравнивать стохастические процессы в их стабильных состояниях.

Построено новое исчисление dtsiPBC, расширение dtsPBC мгновенными мультидействиями, шаговая операционная семантика которого определена с использованием помеченных вероятностных систем переходов, а денотационная семантика — на основе помеченных дискретно-временных стохастических и мгновенных сетей Петри. С целью оценки производительности моделируемых вычислительных систем исследован соответствующий обеим семантикам стохастический процесс, являющийся полумарковской цепью.

С целью унификации понятия бисимуляции сформулированы теоретико-категорные характеристики в терминах мостов открытых морфизмов эквивалентностей «линейного/ветвистого времени» в контексте временных моделей с семантикой «интерливинг/истинный параллелизм» — временных систем переходов и временных автоматов высших размерностей. Для временных систем переходов построены коалгебраический и логический эквиваленты трассовой, тестовой и бисимуляционной эквивалентностей, бисимуляции «с шипами», слабой и задержанной бисимуляций. При этом на основе анализа свойств категории исследуемой модели доказано, что данные бисимуляции действительно являются отношениями эквивалентности.

Для модели непрерывно-временных структур событий с невидимыми действиями (ВСС) исследована возможность применения методов композиции при построении логических характеристических формул временных тестовых эквивалентностей. Для ВСС, полученных с помощью последовательной/параллельной композиции и операции недетерминированного выбора, разработаны алгоритмы композиции характеристических формул подструктур ВСС с целью построения характеристической формулы всей ВСС.

Доказано, что так называемые 1- и 2-предпорядки на множестве конечных  $k$ -размеченных деревьев имеют наследственно неразрешимую теорию при  $k > 2$ . Вместе с известными результатами Хертлинга эти результаты влекут неразрешимость теории соответствующих структур степеней Вайрауха, которые в последнее время активно изучаются и применяются для характеристики сложности проблем в анализе.

**Проект «Вычислительный и динамический анализ» EPSRC grant EP/E050441/1.**

*Иностранные партнеры:* Университет Манчестера, Англия.

*Руководители проекта:* Давид Брумхед, Наворд Бариджер, Пол Глендиннинг, Университет Манчестера, Англия.

*Участник:* Коровина М.В.

*Сроки:* (2007–2010)

### **Совместная научная деятельность**

1. С сотрудниками департамента информатики университета г. Ливерпуль, Великобритания. (Пономарев Д.К.)
2. С сотрудниками департамента информатики университета г. Бремен, Германия. (Пономарев Д.К.)
3. Совместная научная и коммерческая деятельность по построению мультиплатформных систем управления жизненным циклом изделий с компанией Dassault Systemes (Франция) и SolidWorks Russia (Россия). (Малюх В.Н.)
4. Совместная научная и коммерческая деятельность по вариационному прямому моделированию в системах геометрического моделирования без истории построения с компанией McNeel & Associates (США). (Малюх В.Н.)
5. Совместная научная и коммерческая деятельность по системам параметрического черчения с компанией Bricsys (Дания). (Малюх В.Н.)

Участие в Российской научно-технической выставке во Франции, Выставочный центр «Гранд Пале», посещение Университета Париж 11, Париж, Франция. (Мурзин Ф.А., 09.06.10–7.06.10)

### **Список иностранных специалистов, принятых Институтом**

1. Визит профессора П. Хертлинга, Германия. (25.08.2010–01.09.2010).
2. Визит академика НАН Украины А.А. Летичевского. (07.10.2010–12.10.2010).

### **Календарь зарубежных командировок по странам**

1. Касьянов В.Н. (26.06–2.07.2010) — участие с докладом в работе 15-й Межд. конф. по инновации и технологии в обучении компьютерным наукам (ITiCSE'10). Анкара, Турция.
2. Касьянов В.Н. (19.08–28.08.2010) — участие с докладом в работе Международного конгресса математиков (ICM-2010), Хайдерабад, Индия.
3. Пономарев Д.К. (15.04.10–26.04.10) — участие в работе международного конгресса по логике UNiLOG, Эсторил, Португалия.
4. Пономарев Д.К. (05.05.10–16.05.10) — участие в работе международной конференции The Twelfth International Conference on the Principles of Knowledge Representation and Reasoning, Торонто, Канада.
5. Загорюлько Ю.А. (17.05.10 – 21.05.10) – участие с докладом в Международной научной конференции «Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта» (ISDMCI'2010), Евпатория, Украина.
6. Загорюлько Ю.А., (29.09.10–01.10.10) — участие с докладом в 9-й Международной конференции «SoMeT-10» (New Trends in Software Methodologies, Tools, and Techniques), Иокогама, Япония.
7. Загорюлько Ю.А., (04.10.10–06.10.10) — участие с докладом в 10-й Международной конференции ACS'10 (WSEAS International Conference on Applied Computer Science), Мориока, Япония.
8. Мурзин Ф.А. (09.06.10–17.06.10) — участие в Российской научно-технической выставке во Франции, Выставочный центр «Гранд Пале», и посещение Университета Париж 11, Париж, Франция.

9. *Мурзин Ф.А.* (15.11.10–16.11.10) — научная командировка в Институт математики, информатики и механики КН МОН РК, Алматы, Респ. Казахстан.
10. *Мурзин Ф.А.* (17.11.10–23.11.10) — научная командировка в Казахский научно-исследовательский геологоразведочный нефтяной институт (КазНИГРИ) и НИИ «КаспийМунайГаз», Атырау, Респ. Казахстан.
11. *Тарасюк И.В.* (03.04.2010–03.05.2010) — научный визит в Университет г. Ольденбурга (Германия) в рамках гранта DFG/РФФИ № 09-01-91334-ННИО\_а.
12. *Грибовская Н.С.* (08.08.2010–13.09.2010) — научный визит в Университет г. Ольденбурга (Германия) в рамках гранта DFG/РФФИ № 09-01-91334-ННИО\_а.
13. *Ошевская Е.С.* (06.06.2010–02.08.2010) — научный визит в Университет г. Ольденбурга (Германия) в рамках гранта DFG/РФФИ № 09-01-91334-ННИО\_а.
14. *Вирбицкайте И.Б.* (06.06.2010–02.08.2010) — доклад на 7-ой международной конференции «Теория и применения моделей вычислений, научный визит в Университет г. Ольденбурга (Германия) в рамках гранта DFG/РФФИ № 09-01-91334-ННИО\_а.
15. *Селиванов В.Л.* (09.10.2010–02.11.2010) — научный визит в Университет Бундесвера г. Мюнхена и Университет г. Вюрцбурга (Германия) в рамках гранта DFG/РФФИ № 09-01-91334-ННИО\_а.
16. *Селиванов В.Л.* (17.02.10–20.02.10) — 3 доклада на конференции «Logical Approaches to Barriers in Computing and Complexity» в университете Грайфсвальд.
17. *Селиванов В.Л.* (12.12.10–17.12.10) — организация и доклад на международной конференции в университете Саарбрюкен (Дагштуль).
18. *Селиванов В.Л.* (30.06.10–11.07.10) — 2 доклада на конференции «Вычислимость в Европе» (Понта Дельгада) и доклад на Австрийско-Российском семинаре «Определимость и вычислимость» (Вена).
19. *Гаранина Н.О.* (27.09.2010–29.09.2010) — доклад на международном семинаре “CONCURRENCY SPECIFICATION AND PROGRAMMING”, Helenenau, Германия.
20. *Чурина Т.Г.* (01.02.10–06.02.10) — 34-ый командный чемпионат мира по программированию ACM ICPC, г. Харбин, Китай.
21. *Нестеренко Т.В.* (01.02.10–06.02.10) — 34-ый командный чемпионат мира по программированию ACM ICPC, г. Харбин, Китай.
22. *Чурина Т.Г.* (27.11.10–04.12.10) — курсы по Проектному менеджменту в г. Фрайбург, Германия.
23. *Нестеренко Т.В.* (27.11.10–04.12.10) — курсы по Проектному менеджменту в г. Фрайбург, Германия.

#### **Членство в национальных и международных научных организациях**

- Европейская ассоциация искусственного интеллекта — *к.т.н. Ю.А. Загорулько, к.ф.- м.н. О.И.Боровикова.*
- Российская ассоциация искусственного интеллекта — *к.т.н. Ю.А. Загорулько, к.ф.- м.н. О.И.Боровикова*
- Ассоциация по вычислительной технике (АСМ) — *к.ф.-м.н. М.А.Бульонков.*
- Институт инженеров по электронике и электротехнике (IEEE) — *к.ф.-м.н. М.А.Бульонков.*
- Российская академия естественных наук — *член-корр. В.Н.Касьянов.*
- Американское математическое общество (AMS) — *проф. В.Н. Касьянов, проф. В.Л. Селиванов, к.ф.-м.н. Ф.А. Мурзин.*
- Европейская ассоциация по теоретической информатике (EATCS) — *проф. В.Н.Касьянов, к.ф.-м.н. В.А.Непомнящий.*
- Общество по индустриальной и прикладной математике (SIAM) — *проф. В.Н.Касьянов.*

- Европейская ассоциация по компьютерной логике (EACSL) — *к.ф.-м.н. В.А. Непомнящий*.
- Международная академия информатизации — *академик А.А. Берс*.

### **Членство в редколлегиях научных изданий**

Периодическое издание ИАЭТ «Информационные технологии в гуманитарных исследованиях» — *к.т.н. Ю.А. Загоруйко*.

Серия сборников статей «Системная информатика», изд-во «Наука» — *д.ф.-м.н. В.Н. Касьянов, к.ф.-м.н. В.А. Непомнящий*.

Журнал «Проблемы информатики» ИВМ и МГ СО РАН — *проф. А.Г. Марчук* (в редакционном совете).

Бюллетень ИВМ и МГ, Специальный выпуск ИСИ СО РАН (BULLETIN of the Novosibirsk Computing Center. Series: Computer Sciences) — *д.ф.-м.н. В.Н. Касьянов, д.ф.-м.н. А.Г. Марчук, к.ф.-м.н. В.А. Непомнящий*.

Журнал «Вестник НГУ, серия: Математика, механика, информатика» — *проф. А.Г. Марчук*.

Международный журнал «Проблемы программирования», г. Киев, — *проф. В.Н. Касьянов*.

### **Прикладная деятельность**

В 2010 г. в ИСИ СО РАН были продолжены работы по системе АСПИД по заказу ОАО Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнёва (НПО ПМ), г.Железногорск.

### **АРХИВ СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОГРАММНЫХ ПРОЕКТОВ И ДОКУМЕНТОВ (АСПИД)**

#### **Назначение ИС АСПИД**

Система предназначена для создания и ведения электронного архива сопровождения программных проектов компонент бортового программного обеспечения (БПО) и архива сборок и выпусков БПО при разработке и долговременном сопровождении бортового программного обеспечения космических аппаратов (БПО КА), а также централизованного хранения и ведения всех документов контроля конфигурации БПО.

#### **Область применения**

Система решает задачи долговременного поддержания жизненного цикла Бортового программного обеспечения (БПО) космических аппаратов (КА).

#### **Характеристика**

ИС АСПИД обеспечивает:

- централизованное хранение проектов компонент БПО и ПО подсистем, а также всех объектов БПО, разрабатываемых в рамках изделия – сборок ПО подсистем изделия, сборок БПО изделия и выпусков БПО изделия, для конкретного изделия с вариантным доступом к объектам проекта, контролем их конфигурации и согласованности соответствия нормативным требованиям;
- подготовку сборок ПО подсистем изделия, сборок и выпусков БПО изделия, включая контроль согласованности компонент;



- автоматизацию процедуры архивации и контроля конфигурации объектов БПО на всех этапах разработки;
- обеспечение санкционированного доступа к отдельным частям проектов, соответствующего ответственности специалистов;
- централизованное хранение всех документов, инициирующих изменение объектов БПО;
- электронное согласование документов управления конфигурацией БПО;
- электронную поддержку выдачи замечаний к документам;
- возможность контроля состояния работ, завершенности работ и закрытия проблем;
- выдачу отчетов по организационным документам, состоянию работ и вспомогательных документов для обеспечения разработки;
- обеспечение санкционированного доступа к документам управления конфигурацией БПО, соответствующего ответственности специалистов;
- ведение истории изменения объектов архивов.

В действительности, более двадцати лет сотрудничества связывает Институт систем информатики им. А.П.Ершова СО РАН и ОАО Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнёва (НПО ПМ), г.Железногорск. С 1989 года по настоящее время реализован целый ряд уникальных проектов в сфере информационных технологий – от внедрения современных инструментальных средств создания бортового программного обеспечения космических аппаратов (БПО КА) и до систем долговременного поддержания жизненного цикла БПО КА.

## ИСТОРИЯ

1989 г. – Договор о научно-техническом сотрудничестве ВЦ СОАН СССР и п/я Г-4805;

1989-1991 гг. – Проект «Создание рабочего места программиста на базе ПЭВМ Кронос 2.6»;

1992-1997 гг. – Проект «Базовые средства разработки программ БКУ для БЦВМ С-4 и С-21»;

1995-1997 гг. – Базовые средства разработки программ БКУ. Создана Кросс-система программирования на Ассемблере для БЦВМ С-4, что позволило перейти на ПЭВМ и отказаться от ЕС ЭВМ;

2000-2003 гг. – Создание Кросс-системы программирования на языке Модула-2 для ОВС-1750 (в двуязычном варианте);

2005-2011 гг. – Договор о выполнении научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по теме «Архив сопровождения программных проектов и документов (АСПИД)»

## Научно-педагогическая деятельность и популяризация науки

### 1. Крупные мероприятия

**1.1. X Открытая Всесибирская олимпиада по программированию им. И.В.Поттосина** организуется и проводится совместно с Новосибирским государственным университетом с 2000 года. Эта олимпиада является одним из наиболее эффективных инструментов выявления и подготовки одаренных молодых людей, вносящих затем существенный вклад в развитие отечественных современных компьютерных технологий. Основные цели олимпиады — повышение качества подготовки специалиста в области информационных технологий, развитие знаний и

умений студентов вузов по ключевым направлениям профессиональной деятельности, повышение качества набора в вузы с привлечением к участию в олимпиаде одаренных школьников.

Открытая Всесибирская олимпиада по программированию им. И.В.Поттосина является командной, в ней принимают участие студенты не только российских вузов, но и стран ближнего зарубежья (Белоруссия, Украина, Казахстан, Киргизия, Грузия, Узбекистан, Армения). Олимпиада проходит в два-три тура (<http://olimpic.nsu.ru/>). Первые один-два тура проводятся с помощью Интернет, последний, очный — на базе НГУ.

Интернет-тур проводится по традиционным правилам международного студенческого чемпионата ACM (Association for Computing Machinery). Участникам было предложено решить 11 задач. Задачи, решения, тесты, программы, проверяющие правильность решений, также как и система автоматической проверки решений, разрабатываются жюри олимпиады.

Очный тур нацелен на искусство постановки задач и выбора методов решения. Здесь оценивается умение корректно поставить задачу на основании формулировки проблемы и ее контекста; умение проанализировать множество вариантов решений и, исходя из различных критериев эффективности, выбрать самый оптимальный. В рамках очного тура проводится две номинации.

В жюри и оргкомитете олимпиады принимают участие преподаватели НГУ и ведущих вузов России: Московского, Санкт-Петербургского, Саратовского госуниверситетов, Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики.

В 2010 году олимпиада проводилась в два тура: первый с помощью Интернет и второй очный. Интернет-тур состоялся 28 сентября. На сайте олимпиады было зарегистрировано около 400 команд. Для участия в очном туре были приглашены победители Интернет-тура: 49 команд из вузов России и Ближнего зарубежья, из них около 50% — команды вузов Сибири и Дальнего Востока. Это команды из университетов Барнаула, Екатеринбурга, Харькова, Кирова, Москвы, Омска, Петрозаводска, Санкт-Петербурга, Тюмени, Томска, Еревана, Улан-Удэ, Владивостока, Ижевска, Челябинска и других городов.

Полная информация, в том числе задачи, тесты, решения жюри, рейтинг команд по шести проведенным олимпиадам выложена на сайте <http://olimpic.nsu.ru/>.

## **1.2. XXXV Летняя школа юных программистов (ЛШЮП) имени А.П. Ершова**

Новосибирская Летняя Школа Юных Программистов (ЛШЮП имени А.П. Ершова) была открыта в Новосибирском Академгородке в ДК «Академия» и проводилась с 5 по 19 июля с 2010 года на турбазе «Белый камень» (республика Алтай).

В Летней школе были участники из городов :Абакан, Бердск, Железногорск, Иркутск, Кемерово, Миасс, Милан (Италия), Москва, Новокузнецк, Новосибирск, Томск, Искитим, Челябинск, Кольцово, Алапаевск (Свердловская область), Йошкар-Ола, Улан-Удэ.

Очевидно, что география участников расширяется. При этом есть тенденция к увеличению численного состава школьников. Также надо отметить, что больший интерес проявляется со стороны иногородних школьников и организаций к работе Летней школы юных программистов. Есть назревшая необходимость распространять опыт Летних школ на соседние регионы. При этом, безусловно, надо смотреть на другую составляющую работы ЛШЮП — привлечение внимания школьников и родителей к учебе в Новосибирском государственном университете.

Часть детей была приглашена по результатам работы в предыдущих Летних школах. Остальные прошли через отбор на командной олимпиаде, мероприятиях программы «Молодые информатики Сибири», Новосибирской Областной олимпиады школьников, Областной научно-практической конференции школьников в секциях

«Информатика» и «Программирование», каникулярной весенней школе и других мероприятиях, рекомендованы членами Оргкомитета и преподавательского состава ЛШЮП. Каждый из участников прошел предварительное собеседование (как очное, так и дистанционное) и заполнил анкету, разработанную для участников Летней школы в ИСИ СО РАН в июне 2010 года.

Основными задачами ЛШЮП является отбор талантливых старшеклассников, заинтересованных в овладении профессиональным программированием, обучение учеников среднего звена навыкам коллективной работы с применением современных информационных технологий и содействие развитию способностей к практическому программированию учащихся младших классов, а также поддержка педагогов, успешно преподающих информатику и программирование в общеобразовательной системе.

Учебный процесс в Летней школе рассредоточился по 15 учебно-производственным мастерским различных профилей — локальным носителям технологических циклов разработки, в которых школьники получают знания и навыки в процессе коллективной работы над единым проектом. Мастерские этого года определились по сложной тематике. По итогам работы можно отметить полностью выполненный технологический цикл работ, все мастерские предоставили законченные и интересные проекты по окончании ЛШЮП.

Главной целью мастерской ставится полное прохождение всего технологического цикла в рамках поставленной задачи, с обязательным отчетом о проделанной работе в конце Школы. Необходимая для этого интенсивность работ заставляет уделять большее внимание стадиям проектирования, как со стороны постановщика задачи, так и со стороны руководителя проекта и организаторов Школы. Для многих мастеров, привлекавшихся к работе в Школе, привлекательна именно возможность апробирования новых методик организации работ и обучения в условиях присутствующего Школам дефицита времени и техники.

Обычно при подборе мастерских основные трудности были связаны с поиском мастеров. Типичными их причинами были: проведение ЛШЮП на удаленной от Академгородка площадке, что некоторым не позволяло совмещать ЛШЮП с производственной деятельностью; июльский пик отпусков; занятость на рабочем месте и другие. В текущем году набор мастеров был осуществлен без видимых трудностей. Большую поддержку этому оказал факт того, что бывшие школьники ЛШЮП, став студентами, прекрасно знакомы с методикой преподавания материала и оказываются хорошо подготовленными не только в плане владения необходимым материалом для ведения мастерских, но и психологически готовы работать со школьниками, даже младшего возраста.

Целями вырабатываемой профессиональной ориентации являются расширение знаний учащихся о сферах и способах применения компьютерных технологий, типовых задачах и методах их решения; определение и уточнение учащимся области приложения своих способностей, приобретение специальных знаний и навыков, проба сил в коллективном проекте.

Совокупность тем проектов в Летней Школе обеспечила многопрофильность и разноуровневость учебного процесса с целью более адекватной его настройки на индивидуальные наклонности, интересы и способности учащихся.

Отдельного внимания заслуживает работа со студенческим составом Летней школы. Отмечен высокий уровень в качестве руководителей мастерских тех студентов, которые прежде участвовали в ЛШЮП школьниками и подмастерьями.

В общеобразовательный цикл входили лекции и спецкурсы по языкам и системам программирования, обзорные лекции по перспективам и проблемам программирования, истории информатики и дисциплинам, которые позволяют расширить кругозор учащихся во многих областях науки, а также ежедневная «Задача дня» — олимпиада по решению алгоритмических задач. Учебное время экономилось за счет совмещения по времени занятий по языкам программирования, спецкурсов и учебной работы по мастерским.

Было также несколько традиционных «кликбезных» курсов по особенностям работы с компьютерами (например, по особенностям работы с операционной системой Linux).

Лекции проводились в дневное и вечернее время. Некоторые занятия сопровождались демонстрацией программных изделий и практикой по работе с ними для желающих.

По окончании Школы участникам выдавались сертификаты. Высшей награды – диплома за успехи в программировании – в этом году были удостоены 25 школьников. Почти каждому участнику, включая взрослый состав, была вручена грамота. Большое внимание было уделено наградным формулировкам в дипломах и поощрительных грамотах. Формулировки индивидуально отражают характер достижений каждого участника, тонко подмечены личные свойства, положительные и проблемные.

Помимо этого, каждый школьник получил в подарок футболки с логотипами спонсоров и «флэшки» с записанными материалами ЛШЮП.

## **2. Взаимодействие с прессой**

Основной информационный ресурс — сайт ИСИ СО РАН. Научно-координационные советы программ «Телекоммуникационные и мультимедийные ресурсы СО РАН» и «Информационные ресурсы СО РАН» проводили конкурс официальных сайтов институтов и организаций Сибирского отделения РАН. В конкурсе принимали участие 90 Интернет-представительств организаций СО РАН. 22 сентября были подведены итоги конкурса. Сайт нашего института занял третье место в номинации «Математика и информатика» и награжден Почетным знаком «Победитель конкурса сайтов СО РАН 2010».

Издан буклет к 20-летию ИСИ СО РАН.

Подготовлена статья для «Науки в Сибири» по истории эмблемы СО РАН — Сигмы.

## **3. Олимпиады, конкурсы юных программистов и др.**

3.1. Подготовка задач и проведение олимпиад по информатике для школьников: (школьная олимпиада 25 ноября 2010, муниципальная, региональная январь 2010). (ЧуринаТ.Г., Нестеренко Т.В., Боженкова Е.Н.)

3.2. Работа в жюри районной, муниципальной, областной и Всероссийской олимпиады школьников по информатике (октябрь 2010, декабрь 2010-, январь 2010, апрель 2010). (ЧуринаТ.Г., Нестеренко Т.В., Боженкова Е.Н.)

3.3. Работа в жюри и оргкомитете XI Открытой Всесибирской олимпиады по программированию им. И.В. Потгосина. (ЧуринаТ.Г., Нестеренко Т.В., Боженкова Е.Н., Шилов Н.В., Занина И.Б., Иванова В.В., Дробышевич О.В.)

3.4. Организация и проведение Школьной Всесибирской олимпиады по информатике: отборочный этап 31 октября 2010г., заочный тур — с 15 декабря 2010 года. (ЧуринаТ.Г., Нестеренко Т.В., Боженкова Е.Н.)

3.5. Участие в составе экспертной комиссии по аттестации образовательных учреждений города Новосибирска на присвоение статуса Городского центра информатизации (Марчук А.Г.)

3.6. Работа в жюри региональной научно-практической конференции школьников Сибирского федерального округа «Эрудит», февраль 2010 г., (Тихонова Т.И.)

3.7. Работа в жюри секции «Информатика» Новосибирской областной научно-практической конференции школьников, апрель 2010 г (Тихонова Т.И.)

3.8. Организация и проведение заочной олимпиады по программированию на Лого для учеников 3-7 классов (ИСИ) декабрь 2009 – февраль 2010 гг. (Тихонова Т.И., Коваль С.Н., Водопьянова Н.С., Лысцов А.)

3.9. Проведение II городского конкурса «Триатлон» для обучения школьников 5-6 классов алгоритмике и проектному методу изучения информатики в средах Лого, Муравей и Скретч (совместно с Городским центром информатизации «Эгида» февраль-

май 2010 г.), апробация дистанционной формы проведения с использованием инструментальных средств.

3.10. Проведение командной олимпиады по программированию на Logo для учеников 5-7 классов, 96 участников, март 2010 г. (Водопьянова Н.С., Коваль С.Н., Тихонова Т.И., Лысцов А.В.)

3.11. Проведение районной олимпиады школьников по информационным технологиям (ноябрь 2010 г.).

3.12. Работа в комиссии по проверке ЕГЭ школьников по информатике (май-июнь 2010 г.).

3.13. Подготовка и проведение каникулярной школы по информатике для школьников Новосибирской области (март 2010 г., совместно с Областным центром работы с одаренными детьми).

3.14. Проведение консультаций по олимпиадной подготовке со школьниками (ноябрь 2010 г.)

#### **4. Чтение научно-популярных лекций**

4.1. В процессе работы Летней школы юных программистов сотрудниками ИСИ были прочитаны лекции по различным темам (Марчук А.Г., Берс А.А. и др.)

4.2. При проведении олимпиад, конкурсов юных программистов и других мероприятий, как правило, читаются краткие лекции (Марчук А.Г.).

4.3. В «День науки» проведена экскурсия и прочитана научно-популярная лекция с показом фильма и презентаций в ИСИ для школьников (Марчук А.Г., Мурзин Ф.А., Тихонова Т.И.).

4.4. Лекции по работе с одаренными детьми для учителей (Тихонова Т.И., Коваль С.Н.).

4.5. Организация методических семинаров для школьных учителей Советского района (Коваль С.Н.)

### **Научно-педагогическая деятельность**

**Объединенный семинар ИСИ СО РАН и НГУ «Конструирование и оптимизация программ»**

*Руководитель профессор В.Н. Касьянов*

#### **Научное руководство студентами и аспирантами**

Аспирантов — 46

Студентов 3–5 курсов — 53

### **Новосибирский государственный университет**

#### **Основные курсы (ММФ)**

- Программирование (проф. В.Н. Касьянов, С.Н. Касьянова, Е.В. Касьянова, Р.И. Идрисов)

- Теория алгоритмов  
(проф. В.Н. Касьянов)
- Теория вычислений  
(проф. В.Н. Касьянов)
- Основы работы на ЭВМ  
(С.Н. Касьянова)
- Программирование-2  
(Е.В. Касьянова)
- Практикум на ЭВМ  
(С.Н. Касьянова, Е.В. Касьянова, Р.И. Идрисов)
- Базы данных и экспертные системы  
(доцент Ю.А. Загорулько)
- Программирование  
(ст. преподаватель Загорулько Г.Б.)
- Программирование-2  
(ст. преподаватель Загорулько Г.Б.)
- Программирование  
(доцент Городняя Л.В.)
- Основы работы на ЭВМ  
(проф. Берс А.А.)
- Программирование  
(Тихонова Т.И.)
- Теория программирования  
(доцент М.А.Бульонков)
- Программирование  
(доцент М.А.Бульонков)
- Программирование  
(Емельянов П.Г.)
- Информационные системы  
(Мурзин Ф.А)

### **Спецкурсы (ММФ)**

- Методы верификации программ  
(доцент Непомнящий В.А.)
- Введение в параллельное программирование  
(профессор Вирбицкайте И.Б.)
- Теория параллельного программирования  
(профессор Вирбицкайте И.Б.)
- Методы и системы искусственного интеллекта  
(доцент Загорулько Ю.А.)
- Объектно-ориентированное программирование  
(ассистент Костов Ю.В.)
- Стандарты XML  
(проф. Марчук А.Г.)
- Клиент - серверные технологии  
(проф. Марчук А.Г.)
- Основания и обоснования информатики

- (проф. Берс А.А.)
- Функциональное программирование  
(доцент Городня Л.В.)
- Парадигмы программирования  
(доцент Городня Л.В.)
- Предикатное программирование  
(Шелехов В.И.)
- Система автоматизации доказательств PVS  
(Шелехов В.И.)
- Основы методов трансляции  
(Михеев В.В.)
- Методы оптимизирующей трансляции  
(Михеев В.В.)
- Документирование программных систем  
(Андреева Т.А.)
- Визуализация графов  
(Апанович З.В.)
- Методы обработки дискретной информации  
(Мурзин Ф.А.)
- Биоинформатика  
(Черемушкин Е.С.)
- Введение в обработку изображений и вычислительную геометрию  
(Мурзин Ф.А. совместно с Куликовым А.И., ИВМ и МГ СО РАН)

#### **Спецкурсы (ММФ, ФИТ)**

- Язык Perl  
(П.А. Дортман)
- Графы в программировании  
(профессор В.Н. Касьянов)
- Язык программирования Zonnon  
(Е.В. Касьянова)

#### **Спецкурсы (ФИТ)**

- Верификация и анализ программ  
(доцент Непомнящий В.А.)
- Технологии системного программирования  
(доцент Быстров А.В.)
- Разработка сложных программ и методы программирования  
(доцент Чурина Т.Г.)
- Задачи и методы параллельного программирования  
(профессор Вирбицкайте И.Б.)
- Системы и методы искусственного интеллекта  
(доцент Загорулько Ю.А.)
- Инженерия знаний  
(доцент Загорулько Ю.А.)

- Визуализация информации при помощи графов  
(З.В.Апанович)
- Парадигмы программирования  
(доцент Городня Л.В.)
- Стандартизация программной документации  
(Андреева Т.А.)
- Проектирование программных систем  
(Никитин А.Г.)
- Теория вычислительных процессов  
(Мурзин Ф.А.)
- Теоретические основы обработки информации  
(Мурзин Ф.А.)
- Геометрические методы в компьютерной графике  
(Мурзин Ф.А. совместно с Куликовым А.И., ИВМ и МГ СО РАН)

### **Основные курсы (ФИТ)**

- Анализ алгоритмов  
(доцент Шилов Н.В.)
- Программирование на языке высокого уровня  
(доцент Чурина Т.Г.)
- Задачи и методы параллельного программирования  
(профессор Вирбицкайте И.Б.)
- Инженерия знаний  
(доцент Загорюлько Ю.А.)
- Программирование на языке высокого уровня  
(ст. преподаватель Петров Е.С.)
- Основания и обоснования информатики  
(проф. Берс А.А.)
- Компьютерные технологии в науке и образовании.  
(доцент Городня совместно с М.М. Лаврентьевым)
- Теория языков и методы трансляции  
(доцент Черноножкин С.К)
- Методы тестирования  
(доцент Черноножкин С.К)
- Формальные методы в описании языков и систем программирования  
(Шелехов В.И.)

### **Спецкурсы (ФФ)**

- Тьюториал по программированию  
(доцент Быстров А.В.)
- Представление знаний и искусственный интеллект  
(доцент Загорюлько Ю.А.)
- Проектирование программных систем



- (Никитин А.Г.)
- Теоретические основы САПР  
(Малюх В.Н.)
- Машинная графика  
(Валеев Т.Ф.)
- Динамическая 3D-графика  
(Валеев Т.Ф.)

#### **Специальные семинары (ММФ, ФИТ)**

- Теоретическое и экспериментальное программирование  
(Непомнящий В.А. и Шилов Н.В.)
- Интеллектуальные системы  
(руководитель к.т.н., с.н.с. Загоруйко Ю.А.)
- Системное программирование  
(проф. Марчук А.Г.)
- Системное программирование  
(к.ф.-м.н. М.А.Бульонков, Филаткина Н.Н.)

#### **Основные курсы (Факультет психологии)**

- Информатика для психологов  
(Соседкина Н.В.)

#### **Новосибирский государственный педагогический университет**

- Функциональное программирование  
(доцент Шилов Н.В.)
- Анализ параллельных алгоритмов  
(доцент Шилов Н.В.)

#### **СИБГУТИ**

#### **Основные курсы**

- Дискретная математика  
(профессор В.Н. Касьянов)

#### **Омский госуниверситет им. Ф.М.Достоевского**

#### **Спецкурс (ФКН ОмГУ)**

- Мировые информационные ресурсы  
(проф. Берс А.А. — по приглашению курс лекций, март 2010 г.).

#### **Высший колледж информатики**

- Парадигмы программирования

(П.А. Дортман)

### **Лицей 130**

- Информатика  
(С.Н. Касьянова, Е.В. Касьянова)
- Информационно-коммуникационные технологии  
(С.Н. Касьянова, Е.В. Касьянова)
- Методы программирования  
(С.Н. Касьянова)
- Введение в программирование  
(С.Н. Касьянова)

### **Лицей № 3**

#### **Для школьных педагогов**

- Областной дистанционный курс «Основы информационных технологий»  
(Тихонова Т.И.)
- Практический курс для педагогов «Введение в информационные технологии»  
(Соседкина Н.В.)

#### **Для школьников**

(Тихонова Т.И., Соседкина Н.В.)

- Базовый курс информатики (для учеников 5-11 классов).
- Профильный курс информатики и ИКТ (для 10-11 классов).
- «Элементарная логика в задачах для младших школьников».
- «Компьютерная обработка текста» (для старшеклассников).
- Технология «Программирование» (для 11 классов).
- «Объектно-ориентированное программирование» (для 11 классов).
- Спецкурс «Методы решения олимпиадных задач» (6-10 классы.)

### **Другая деятельность**

1. Договор с городским центром «Эгида» о сотрудничестве с целью переподготовки и повышения мастерства школьных педагогов (НИГ школьной информатики).
2. Договор с областным центром по работе с одаренными детьми (НИГ школьной информатики).
3. Ежемесячная колонка редактора информационно-аналитического портала САПР/PLM [www.isicad.ru](http://www.isicad.ru) (Малюх В.Н.).

## Список наиболее важных публикаций за 2010 год

### Монографии

1. Ануреев И.С., Батура Т.В., Боровикова О.И., Загорулько 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; Рос. Акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т систем информатики им. А.П. Ершова. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. — 330 с.
2. Малюх В.Н. Введение в современные САПР. — Москва: ДМК-Пресс, 2010. — 192 с. ISBN-978-5-94074-551-8.
3. Информационные технологии и ситуационные центры / О. С. Анисимов, А. А. Берс, Ю. П. Дубенский и др.; под ред. В. А. Филимонова. — Омск: Омский государственный институт сервиса, 2010. — 215 с. ISBN 978-5-93252-149-6
4. Компоненты информационных технологий для ситуационных центров / Анисимов О. С., Берс А. А., Жирков О. А. и др.; под науч. ред. В. А. Филимонова. — Омск: ООО «Информационно-технологический центр», 2010. — 152 с.: ил. ISBN 978-5-904409-04-3.
5. Касьянов В. Н., Касьянова Е. В. Язык программирования Zonnon. — Новосибирск: НГУ, 2010. — 120 с., ISBN 978-5-94356-885-5
6. Касьянов В. Н., Касьянова Е. В. Визуализация графов и графовых моделей. — Новосибирск: ООО «Сибирское Научное Издательство», 2010. — 123 с., ISBN 978-5-91124-039-4.

### Центральные издания

1. Малюх В.Н., Что нового в Autodesk Revit Architecture 2011 // САПР и Графика. — 2010. — №6(164). — С. 42–44.
2. Малюх В.Н., Новинки в Inventor 2011 // САПР и Графика. — 2010. — №7(165) — С. 42–44.
3. А.С. Морозов, Д.К. Пономарев. О разрешимости проблемы разложимости для конечных теорий. // Сибирский математический журнал. — 2010. — Т.51, N4. — С. 838–847.
4. Демин А.В., Витяев Е.Е. Метод построения «естественной» классификации // Информационные технологии в гуманитарных исследованиях. — Новосибирск: ИАЭТ СО РАН, 2010. — Вып. 15. — С. 16–22.
5. Андреева Т.А., Ануреев И.С., Бодин Е.В., Городняя Л.В., Марчук А.Г., Мурзин Ф.А., Шилов Н.В. Образовательное значение классификации компьютерных языков // Прикладная информатика. — 2009. — №6 (24). — С. 18–28.
6. Ануреев И.С., Марьясов И.В., Непомнящий В.А. Верификация С-программ на основе смешанной аксиоматической семантики // Моделирование и анализ информационных систем. — Ярославский гос. университет, 2010. — Т. 17, № 3. — С. 5–28.
7. Боженкова Е.Н. Тестовые эквивалентности для моделей структур событий с непрерывным временем // Вычислительные технологии. — Новосибирск, 2010. — Т. 15, № 3. — С. 52–68.
8. Боженкова Е.Н., Иртегов Д.В., Киров А.В., Нестеренко Т.В., Чурина Т.Г. Автоматизированная система тестирования NSUts: Требования и разработка прототипа // Вестник НГУ Сер.: Информационные технологии. — Новосибирск: НГУ, 2010. — Т.8, Вып. 4. — С. 46–53.
9. Вирбицкайте И.Б., Грибовская Н.С. Об унификации поведенческих эквивалентностей временных систем переходов // Программирование. — 2010. — №3. — С. 19–32.

10. Жуков А.В., Кудинов О.В., Селиванов В.Л. Определимость операций замыкания в структуре размеченных лесов // Алгебра и логика. — 2010. — Т. 49, № 2. — С. 181–194
11. Загорулько Ю.А., Ануреев И.А., Загорулько Г.Б. Подход к разработке системы поддержки принятия решений на примере нефтегазодобывающего предприятия // Известия Томского политехнического университета, 2010. — Т. 316, № 5. — С. 127–131.
12. Кудинов О.В., Селиванов В.Л., Ярцева Л.В. Определимость в структуре слов с отношением включения // Сибирский мат. журнал. — 2010. — Т. 51, № 3. — С. 575–583.
13. Непомнящий В.А., Ануреев И.С., Атучин М.М., Марьясов И.В., Петров А.А., Промский А.В. Система анализа и верификации С-программ СПЕКТР-2 // Моделирование и анализ информационных систем. — 2010. — Т.17, № 4. (в печати).
14. Непомнящий В.А., Попова Н.С., Чурина Т.Г. Моделирование спецификаций распределенных систем на языке Dynamic-REAL сетями Петри высокого уровня // Вестник НГУ. Сер.: Информационные технологии. — Новосибирск: НГУ, 2010. — Т.8, Вып. 4. — С. 25–34.
15. Гаранина Н.О. Проверка моделей распределённых систем с помощью аффинного представления данных // Моделирование и анализ информационных систем. — 2010. — № 4. (в печати).
16. Шилов Н.В. Заметки о парадигмах программирования // Потенциал. — 2010. — №4. — С. 33–38.
17. Шилов Н.В. Заметки о трёх парадигмах программирования // Компьютерные инструменты в образовании. — 2010. — №2.
18. Шилов Н.В. Пример верификации в проекте F@BOOL@, основанном на булевских решателях // Моделирование и анализ информационных систем. — 2010. — №4.
19. Anureev I.S. Introduction to the Atoment language // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 31. (в печати).
20. Bozhenkova E.N. Compositional methods in characterization of timed event structures // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 31. (в печати).
21. Promsky A.V. Error tracing axiomatic semantics for C-kernel // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 31. (в печати).
22. Shilov N.V., Bodin E.V., Shilova S.O. Guided tour inside F@BOOL@: a case-study for a SAT-based verifying compiler // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 31. (в печати).
23. Tarasyuk I.V. Performance preserving equivalences for dtsPBC // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 31. (в печати)..
24. Virbitskaite I.B., Fleischhack H., Dedova A.V. Real Arithmetic Based Verification of Prioritized Time Petri Nets with Parameters // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 31. (в печати).
25. Ануреев И.А., Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б. Подход к разработке системы поддержки принятия решений на примере нефтегазодобывающего предприятия // Известия Томского политехнического университета. — 2010. — Т. 316, № 5. — С. 127–131.
26. Yury Zagorulko, Galina Zagorulko. An Approach to Development of the Decision Support System for Enterprise with Complex Technological Infrastructure // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 31. — P. 195–207.
27. Evgueni Petrov. Scalable parallel subdefinite calculations for sparse systems of constraints // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 31. — P. 111–122.
28. Апанович З.В. Методы визуализации информации – наукоемкое направление современных ИТ // Компьютерные инструменты в школе. — 2010 — № 2. — С. 20–27.

29. Апанович З.В. Методы визуализации графов, как инструмент, способствующий пониманию информации // Компьютерные инструменты в школе. — 2010 — № 2. — С. 34–39
30. Apanovich Z. V., Vinokurov P. S. An extension of a visualization component of ontology based portals with visual analytics facilities // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 31. (to appear).
31. Бульонков М.А., Емельянов П.Г., Тарабухина Н.К. Business Rule Manager — средство анализа бизнес-логики старых приложений // Вестник Санкт-Петербургского университета. / Сер. 10: Прикладная математика, информатика, процессы управления. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. Гос. Ун-та, 2010. — Вып. 1. — С. 23–34.
32. Бульонков М.А., Емельянов П.Г., Пак Е.В. К стандартизации описания учебного процесса в учебных заведениях // Открытое образование. — 2010. — № 3. — С. 45–57.
33. Batura Tatiana, Murzin Feodor, Proskuryakov Alexey, Trelevich Jennifer Models and Algorithms for the Detection of Spam and Senders of Spam // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 30. — P. 29–43.
34. Perfiliev A.A., Murzin F.A., Shmanina T.V. Methods of syntactic analysis and comparison of constructions of a natural language oriented onto using in search systems // Bull. Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Comput. Sci. — 2010. — Iss. 30. — P. 91–109.
35. Пальянов А., Черемушкин Е., Штокало Д., Нечкин С., Хейдариан М., Лоренс Дж. Структурный анализ состава РНК последовательностей связывающихся с белком HuR. // Программные продукты и системы. — 2010. — № 3. — С. 144–146.
36. Шелехов В.И. Верификация и синтез программ сложения на базе правил корректности операторов // Моделирование и анализ информационных систем. — Ярославль, 2010. — т.17, № 4. — С. 101–110.
37. 1. Шилов Н.В., Городня Л.В., Марчук А.Г. О параллельном программировании и его месте среди других парадигм программирования. Прикладная информатика, ISSN 1993 – 8314, №1, 2011, 10 стр. (в печати).
38. Евстигнеев В.А., Турсунбай кызы Ы. О раскраске графов в классе локальных алгоритмов // СибЖВМ. — (в печати).

#### **Зарубежные издания**

1. Турсунбай кызы Ы. Нахождение центров и медиан в сетях произвольной топологии // Вестник Исык-Кульского университета. — Каракол, 2010. — № 26, Ч.1. — С.82–87.
2. Турсунбай кызы Ы. Алгоритмы раскраски графов в распределенной модели вычислений // Вестник Исык-Кульского университета. — Каракол, 2010. — № 26, Ч.1. — С.107–115.
3. Dubtsov R.S. Timed transition systems with independence and marked Scott domains: an adjunction // Berichte aus dem Department fuer Informatik. — Carl von Ossietzky Universitaet Oldenburg, Germany, 2010. — 02/10. — 25 p.
4. Korovina M., Vorobjov N. Computing combinatorial types of trajectories in Pfaffian Dynamics // Journal of Logic and Algebraic Programming. — 2010. — Vol. 79, N 1. — P. 32–37.
5. Müller N., Korovina M. Making big steps in trajectories // Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science. — 2010. — Vol. 24. — P. 106–119.
6. Selivanov V.L. On the Wadge reducibility of k-partitions // Journal of Logic and Algebraic Programming. — 2010. — Vol. 79, N 1. — P. 92–102.
7. Shilov N.V., Shilova S.O. Solving contest problems via formal program verification // Problems in Programming. — Kiev, 2010. — №2/3. — P. 355–362.
8. Tarasyuk I.V. Equivalence relations for behaviour-preserving reduction and modular performance evaluation in dtsPBC // Berichte aus dem Department fuer Informatik. — Carl

9. Tarasyuk I.V., Macia H.S., Valero V.R. Discrete time stochastic Petri box calculus with immediate multiactions. — Albacete, Spain, 2010. — 25 p. — (Tech. Rep. / Department of Computer Systems / High School of Computer Science Engineering, Univ. of Castilla-La Mancha; DIAB-10-03-1).
10. Virbitskaite I.B., Gribovskaya N.S., Best E. A Categorical View of Timed Behaviours // *Fundamenta Informaticae*. — 2010. — Vol. 102, N. 1. — P. 129–143.

### Материалы международных конференций

1. Боженкова Е.Н., Иртегов Д.В., Нестеренко Т.В., Чурина Т.Г. Применение автоматизированной системы тестирования в учебном процессе // *Материалы междунар. научно-практической конф. «Новые информационные технологии в образовании» (НИТО-Байкал)*. — Улан-Удэ, 2010. — С. 161–163.
2. Гаранина Н.О. Проверка моделей распределённых систем с помощью аффинного представления данных // *Тр. Междунар. семинара «Program Semantics, Specification and Verification: Theory and Applications»*. — Казань: Отечество, 2010. — С. 56–62.
3. Непомнящий В.А., Ануреев И.С., Атучин М.М., Марьясов И.В., Петров А.А., Промский А.В. Система анализа и верификации С-программ СПЕКТР-2. // *Тр. Междунар. семинара «Program Semantics, Specification and Verification: Theory and Applications»*. — Казань: Отечество, 2010. — С. 76–81.
4. Шилов Н.В. Пример верификации в системе F@BOOL@ // *Тр. Междунар. семинара «Program Semantics, Specification and Verification: Theory and Applications»*. — Казань: Отечество, 2010. — С. 157–161.
5. Шилов Н.В., Городняя Л.В., Марчук А.Г. К определению парадигмы параллельного программирования // *Тр. Междунар. суперкомпьютерной конф. «Научный сервис в сети Интернет: суперкомпьютерные центры и задачи»*. — 2010. — С. 130–139. (электронное издание)
6. Gribovskaya N.S., Virbitskaite I.B. A Categorical View of Timed Weak Bisimulation // *Theory and Applications of Models of Computation: Proc. / 7th Annual Conf., Prague, Czech Republic, June 7–11, 2010*. — Berlin etc., 2010. — P. 443–454. — (Lect. Notes .Comput. Sci.; 6108).
7. Korovina M., Kudinov O.  $\Sigma_K$ -constraints for Hybrid Systems // *Perspectives of System Informatics: Proc. / Seventh International Conference, Novosibirsk, 2009*. — Berlin etc., 2009. — P. 230–241. — (Lect. Notes .Comput. Sci.; 5947).
8. Beloglazov D., Nepomniaschy V. A Two-Level Approach for Modeling and Verification of Telecommunication Systems // *Perspectives of System Informatics: Proc. / Seventh International Conference, Novosibirsk, 2009*. — Berlin etc., 2009. — P. 70–85. — (Lect. Notes .Comput. Sci.; 5947).
9. Kudinov O.V., Selivanov V.L. A logic to capture P-time computability on Cantor space // *Workshop on Logical Approaches to Barriers in Computing and Complexity: Proc.* — Greifswald, Germany, 2010 — P. 68–70. — (Preprint-Reihe / Universitat Greifswald; N 6).
10. Kudinov O.V., Selivanov V.L., Zhukov A.V. Undecidability in Weihrauch degrees // *Workshop on Logical Approaches to Barriers in Computing and Complexity: Proc.* — Greifswald, Germany, 2010 — P. 124–127. — (Preprint-Reihe / Universitat Greifswald; N 6).
11. Korovina M., Kudinov O. Computability over positive predicate structures // *Workshop on Logical Approaches to Barriers in Computing and Complexity: Proc.* — Greifswald, Germany, 2010 — P. 121–124. — (Preprint-Reihe / Universitat Greifswald; N 6).
12. Kudinov O.V., Selivanov V.L., Yartseva L.V. Definability in the subword order // *Proc. Conf. on Computability in Europe-2010*. — Berlin etc., 2010. — P. 246–255. — (Lect. Notes .Comput. Sci.; 6158).
13. Kudinov O.V., Selivanov V.L., Zhukov A.V. Undecidability in Weihrauch degrees // *Proc.*

- Conf. on Computability in Europe-2010. — Berlin etc., 2010. — P. 256–265. — (Lect. Notes .Comput. Sci.; 6158).
14. Selivanov V.L. Fine hierarchies via Priestley duality // Workshop on Logical Approaches to Barriers in Computing and Complexity: Proc. — Greifswald, Germany, 2010 — P. 102–105. — (Preprint-Reihe / Universitat Greifswald; N 6).
  15. Shilov N., Garanina N., Bodin E. Multiagent approach to a Dijkstra problem // Proc. of Workshop on Concurrency, Specification, and Programming CS&P 2010. — Humboldt-Universität zu Berlin, 2010. — P.73–84.
  16. Shilov N.V. A note on three programming paradigms // Proc. of the Second International Valentin Turchin Memorial Workshop on Metacomputation in Russia. Pereslavl-Zalessky, Russia, July1–5, 2010. — Pereslavl Zalessky: Ailamazyan University of Pereslavl, 2010. — P. 173–184.
  17. Kasyanov V.N. Support Tools for Graphs in Computer Science // Proc. of the 15th ACM SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE 2010). — New York: ACM Press, 2010. — P.315.
  18. Kasyanov V.N. Tools for supporting graphs in computer science // Intern. Congress of Mathematicians. Abstracts. Short Communications. Posters. — Hyderabad: HINDUSTAN Book Agency, 2010. — P. 516–517.
  19. Касьянов В. Н. Визуализация графов и графовых моделей // Тр. X Междунар. конференции «Информатика: проблемы, методология, технология». — Воронеж: ВГУ, 2010. — Т.1. — С. 277–280.
  20. Касьянова Е. В. Обучение программированию с использованием языка Zonnon // Тр. X Междунар. конф. «Информатика: проблемы, методология, технология». — Воронеж: ВГУ, 2010. — Т. 3. - С. 179–182.
  21. Касьянова Е. В. Адаптивное дистанционное обучение программированию // Тр. Междунар. научно-практической заочной конфе. «Интернет в образовании». — М.: Изд-во СГУ, 2010. — С. 260–266.
  22. Гордеев Д. С. Архитектура системы визуализации алгоритмов на графах // Материалы III Междунар. научно-практической конф. студентов, аспирантов и молодых учёных «Информационные технологии в науке, бизнесе и образовании». (в печати).
  23. Гордеев Д. С. Архитектура системы визуализации алгоритмов на графах // Материалы II Междунар. Интернет-конф. молодых ученых, аспирантов и студентов «Инновационные технологии: теория, инструменты, практика» (InnoTech 2010). — Пермь: ПГТУ, 2010. — (в печати).
  24. Золотухин Т.А., Колбин Д.С. Универсальная интерактивная среда визуализации атрибутированных иерархических графовых моделей // Материалы II Междунар. Интернет-конф. молодых ученых, аспирантов и студентов «Инновационные технологии: теория, инструменты, практика» (InnoTech 2010). — Пермь: ПГТУ, 2010. — (в печати).
  25. Гордеев Д. С. Модель визуализации алгоритмов на графах // Материалы II Междунар. молодежной научной конф. «Молодежь и XXI век». — Курск: Курский гос. тех. ун-т, 2010. — С. 20–23.
  26. Шелехов В.И. Верификация и синтез эффективных программ стандартных функций floor, isqrt и ilog2 в технологии предикатного программирования // Тр. 12-й Межд. конф. «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». — Самара, Самарский научный центр РАН, 2010. — С.622–630.
  27. Шелехов В.И. Верификация и синтез программ сложения на базе правил корректности операторов // Computer Science in Russia CSR-2010. Workshop on Program Semantics and Verification: Theory and Applications. — Казань, 2010. — С.150–156.
  28. Шелехов В.И. Верификация и синтез программ сложения на базе правил корректности операторов // Моделирование и анализ информационных систем. — Ярославль, 2010. — (в печати).

29. Тумуров Э.Г. Метод верификации реактивных систем на примере протокола рукопожатия // 3-я междунар. конф. «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы» ИКВТС-2010. — Улан-Удэ, 2010. — С. 262–265.
30. Yury Zagorulko, Olesya Borovikova, Galina Zagorulko. Knowledge Portal on Computational Linguistics: Content-Based Multilingual Access to Linguistic Information Resources // Selected topics in Applied Computer Science: Proc. / 10th WSEAS Int. Conf. on Applied Comput. Sci. (ACS'10), Iwate Prefectural University, Japan, October 4–6, 2010. — WSEAS Press, 2010. — P.255–262.
31. Yury Zagorulko, Galina Zagorulko. Ontology-Based Approach to Development of the Decision Support System for Oil-and-Gas Production Enterprise // New Trends in Software Methodologies, Tools and Techniques: Proc. of the 9th SoMeT\_10. — Amsterdam: IOS Press, 2010. — P.457–466.
32. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Булгаков С.В. Подход к разработке системы поддержки принятия решений для добывающего предприятия нефтегазового комплекса // Тр. XII Междунар. конф. «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». — Самара: Самарский Научный Центр РАН, 2010. — С. 512–517.
33. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б. Принципы построения и функционирования системы поддержки принятия решений для нефтегазодобывающего предприятия // Междунар. научная конф. «Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта» (ISDMCI'2010). Евпатория, Украина, 17–21 мая 2010 г. / Сб. научных трудов в двух томах. — Херсон: ХНТУ, 2010. — Т.2. — С. 256–260.
34. Сидорова Е.А. Обзор задач ЕЯ-сервисов в информационных системах под управлением онтологии // Тр. X междунар. конф. «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». — Самара: Самарский Научный Центр РАН, 2010. — С. 534–539.
35. Кононенко И.С., Сидорова Е.А. Применение лингвистических технологий в справочно-информационной системе по катализу // Тр. X междунар. конф. «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». — Самара: Самарский Научный Центр РАН, 2010. — С. 540-547.
36. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Кравченко А.Ю., Сидорова Е.А. Разработка системы поддержки принятия решений для нефтегазодобывающего предприятия // Труды 12-й нац. конф. по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2010). — М.: Физматлит, 2010. — Т.3. — С.137–145.
37. Yury A. Zagorulko. On Experience of Building Knowledge Portals on Humanities // Computer Technology and Applications: Proc. / First Russia and Pacific Conf., 6–9 September, 2010, Vladivostok, Russia. — ISBN: 978-0-9803267-3-4 © RPC 2010. — P. 336–339.
38. Irina S. Kononenko, Elena A. Sidorova. Language Resources in Ontology-Driven Information Systems // Computer Technology and Applications: Proc. / First Russia and Pacific Conf., 6–9 September, 2010, Vladivostok, Russia. — ISBN: 978-0-9803267-3-4 © RPC 2010. — P. 18–23.
39. З.В. Апанович, Т.А. Кислицина. Расширение подсистемы визуализации наполнения информационного портала средствами визуальной аналитики // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Тр. XII Междунар. Конф. (Самара, 21–23 июня 2010 г.). — 2010. — С. 518–525.
40. Apanovich Z. V., Vinokurov P. S., Ontology based portals and visual analysis of scientific communities // Computer Technology and Applications: Proc / First Russia and Pacific Conf., 6–9 September, 2010, Vladivostok, Russia. — P.7–11.
41. Kolpakov, F. A., Tolstyh, N., Kutumova, E. O., Kiselev, I. N., Shadrin, A. A., Valeev, T. F., Ryabova A., Sharipov, R. N., Kel, A. E. BioUML — Integrated Platform for Building Virtual Cell and Virtual Physiological Human // Proc. of 7th Intl. Conf. on Bioinformatics



- of Genome Regulation and Structure/Systems Biology (BGRS/SB-2010). — 2010. — P.144.
42. Valeev, T. F., Tolstyh, N., Kolpakov, F. A. Web-based Genome Browser Using AJAX and Canvas Technologies. // Proc. of 7th Intl. Conf. on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure/Systems Biology (BGRS/SB-2010). — 2010. — P.297.

### **Материалы российских конференций**

1. Марчук А.Г., Марчук П.А. Особенности построения цифровых библиотек со связанным контентом // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Сб.трудов / XII Всеросс. научн. Конф. RCDL'2010, Казань, Россия 13–17 октября 2010 г. — Казань: Казан. ун-т, 2010. — С. 19–23.
2. Городняя Л.В. Образовательный аспект парадигм программирования // XVI Всероссийская научно-методическая конференция Телематика-2010: Сб. трудов. — Санкт-Петербург, 2010. — С. 142–143.
3. Золотухин Т.А., Колбин Д.С. Универсальная интерактивная среда визуализации атрибутированных иерархических графовых моделей // Материалы научной студенческой конф. Лаборатории НГУ-Интел «Технологии высокопроизводительных вычислений». — Новосибирск: НГУ, 2010. — С. 60–66.
4. Золотухин Т.А., Колбин Д.С. Универсальная интерактивная среда VisualGraph для визуализации атрибутированных иерархических графовых моделей // Материалы Всеросс. научной конф. «Наука. Технологии. Инновации». — Новосибирск: НГТУ, 2010. — Ч. 1. — С. 17–18.
5. Карнаухов Н.С. Архитектура системы предикатного программирования // Материалы XLVIII Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс»: Информационные технологии. — Новосибирск: НГУ, 2010. — С. 220.
6. Shilov N.V., Idrisov R.I., Akinin A.A., Zubkov A.V. Development of the Computer Language Classification Knowledge Portal // Тр. XIII Российской конф. «Распределенные информационные и вычислительные ресурсы» (DICR'2010). — Новосибирск, 2010. — (электронное издание).
7. Гаранина Н. О., Шилов Н. В., Бодин Е. В. Мультиагентный алгоритм для геометрической задачи о назначениях // Новые информационные технологии в исследовании сложных структур. Тезисы докладов 8-й Российской конференции с международным участием. — Томск: Издательство научно-технической литературы, 2010. — С.
8. Акинин А.А., Бодин Е.В., Шилов Н.В., Шилова С.О. Почему инженеров-энергетиков надо учить верификации программ // Инновационная энергетика 2010: Материалы второй научно-практической конференции с международным участием. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. — С. 339–342.
9. Загорюлько Ю.А., Загорюлько Г.Б. Поддержка принятия решений по повышению энергоэффективности и экологической безопасности на нефтегазодобывающем предприятии // Тр. XV Байкальской Всероссийской конф. «Информационные и математические технологии в науке и управлении». — Иркутск: Инст-т систем энергетики им Л.А. Мелентьева СО РАН, 2010. — Т.2. — С. 185–190.
10. Загорюлько Ю.А., Загорюлько Г.Б. Использование онтологий в экспертных системах и системах поддержки принятия решений // Второй симпозиум «Онтологическое моделирование: состояние, направления исследований и применения» в рамках XII Всеросс. научн. Конф. RCDL'2010, Казань, 11–12 октября 2010 г. — (в печати).
11. Загорюлько Ю.А., Боровикова О.И., Загорюлько Г.Б. О применении технологии создания порталов научных знаний // Тр. XV Байкальской Всероссийской конф.

- «Информационные и математические технологии в науке и управлении». — Иркутск: Инст-т систем энергетики им Л.А. Мелентьева СО РАН, 2010. — Т.2. — С. 164–171.
12. Загоруйко Ю.А., Загоруйко Г.Б., Кравченко А.Ю., Сидорова Е.А. Разработка системы поддержки принятия решений для нефтегазодобывающего предприятия // Тр. 12-й национальной конф. по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2010). — М.: Физматлит, 2010. — Т.3. — С.137–145.
  13. Дяченко О.О., Загоруйко Ю.А.. Генерация формальных описаний научных статей для информационных систем // Тр. 12-й национальной конф. по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2010). — М.: Физматлит, 2010. — Т.1. — С.225–233.
  14. Циркин Б.Г. Использование онтологического подхода к разработке каталога пользовательских предпочтений // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Сб. трудов. / XII Всеросс. научн. конф. RCDL'2010. — Казань: Казанский университет, 2010. — С. 145–148.
  15. Аврамчук А.В. Применение многоязычных тезаурусов для анализа документов заданной тематики // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: Сб. трудов / VII Всеросс. научно-практическая конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 23–24 марта 2010 г. — Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2010. — С. 71–72.
  16. Циркин Б.Г. Онтологический подход к организации содержательного доступа к каталогу пользовательских предпочтений // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: Сб. трудов / VII Всеросс. научно-практическая конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 23–24 марта 2010 г. — Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2010. — С. 104–106.
  17. Шестаков В.К. Технология построения информационных систем на основе Wiki-технологии и онтологий предметных областей // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: Сб. трудов / VII Всеросс. научно-практическая конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 23–24 марта 2010 г. — Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2010. — С. 106–108.
  18. Загоруйко М.Ю. Построение правил для автоматического извлечения словосочетаний из текста // Всеросс. молодежная конф. «Управление знаниями и технологии семантического веба» (KMSW-2010). Санкт-Петербург. 4–5 декабря 2010. — Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО, 2010. — С.103–107.
  19. Романова Д.В. Систематизация коллекции документов на основе иерархической системы тегирования // Всеросс. молодежная конф. «Управление знаниями и технологии семантического веба» (KMSW-2010). Санкт-Петербург. 4–5 декабря 2010. — Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО, 2010. — С.146–150.
  20. Шестаков В.К. Инструменты построения информационных систем на основе Wiki-технологии и онтологий предметных областей // Всероссийская молодежная конференция «Управление знаниями и технологии семантического веба» (KMSW-2010). Санкт-Петербург. 4–5 декабря 2010. — Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО, 2010. — С.150–158.
  21. Апанович З.В. Винокуров П.С. Информационные порталы, основанные на онтологиях, и визуализация научных сообществ // Труды 12-й нац. конф. по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2010). — М.: Физматлит, 2010. — Т.2. — С. 213–221.
  22. Апанович З.В., Винокуров П.С., Кислицина Т.А. Гибкая подсистема визуализации онтологии и информационного наполнения порталов знаний на протяжении их жизненного цикла // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Сб. трудов / XII Всеросс. научн. конф. RCDL'2010 — Казань, Казанский университет, 2010. — С. 265–272.

23. Емельянов П.Г. «Бакалавр или магистр» с точки зрения вуза // Актуальные проблемы углубленного математического образования: Сб. трудов Всеросс. научно-методической конф., Майкоп, 20–22 мая 2010 г. — Майкоп, 2010. — С. 81–86.

#### **Статьи в сборниках**

1. Коваль С.Н., Тихонова Т.И. Летняя школа юных программистов // Инф. вестник «Педагогическое обозрение» Главн. управления образования мэрии г. Новосибирска. — 2010. — № 1–2. — С. 6–7. [http://www.iuro.websib.ru/po\\_98\\_99.pdf](http://www.iuro.websib.ru/po_98_99.pdf).

#### **Местные издания**

##### **Статьи в сборниках**

1. Проблемы системной информатики. / Сб. статей под ред. В.Н. Касьянова. — Новосибирск, ИСИ СО РАН, 2010. — 264 с.

##### **Препринты**

1. Карнаухов Н.С., Першин Д.Ю., Шелехов В.И. Язык предикатного программирования P. — Новосибирск, 2010. — 42с. — (Препр. / ИСИ СО РАН; N 153).
2. Шелехов В.И. Разработка эффективных программ стандартных функций floor, isqrt и ilog2 по технологии предикатного программирования. — Новосибирск, 2010. — 42с. — (Препр. / ИСИ СО РАН; N 154).
3. Ануреев И.С. Язык Atoment: синтаксис и семантика. — Новосибирск, 2010. — 39 с. — (Препр. / ИСИ СО РАН; N 157).
4. Ануреев И.С. Язык Atoment: стандартная библиотека. — Новосибирск, 2010. — 32 с. — (Препр. / ИСИ СО РАН; N 158).
5. Непомнящий В.А., Бодин Е.В., Веретнов С.О. Моделирование и верификация распределенных систем, представленных на языке SDL, с помощью языка Dynamic-REAL. — Новосибирск, 2010. — 44 с. — (Препр. / ИСИ СО РАН; N 156).