



Министерство образования и науки
Российской Федерации

Каталог экспозиции
Exhibition catalog

**«Технологии и программное
обеспечение распределенных и
высокопроизводительных
вычислительных систем »»**

**«Technologies and software of
distributed and high-performance
computing systems»»**

Chennai, 2015

Оглавление / Table of content

ОБРАЗЕЦ ПРОГРАММНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОМАСШТАБНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДИМИТРИЕНКО Ю.И., СОКОЛОВ А.П., ЩЕТИНИН В.Н., МАКАРЕНКОВ В.М., САПЕЛКИН А.С.	5
--	---

DEVELOPMENT OF SOFTWARE SUBSYSTEM OF MULTISCALE NUMERICAL SIMULATION OF THE PROCESSES OF DEFORMATION AND FRACTURE OF COMPOSITE MATERIALS DIMITRIENKO YU.I., SOKOLOV A.P., MAKARENKOV V.M., SCHETININ V.N., SAPELKIN A.S. 5	
---	--

ОБРАЗЕЦ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ПРОГРАММНОЙ ПОДСИСТЕМЫ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ РЕСУРСООБРАЗУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МАТЕРИАЛОВ (ОДИН ИЗ ПРОЕКТОВ, В РАМКАХ КОТОРОГО БЫЛА РАЗРАБОТАНА «РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА GCD») ДИМИТРИЕНКО Ю.И., СОКОЛОВ А.П., ЩЕТИНИН В.Н., МАКАРЕНКОВ В.М., САПЕЛКИН А.С.	6
--	---

THE DISTRIBUTED SOFTWARE SUBSYSTEM OF NETWORKING AND RESOURCE- INTENSIVE PROCESS SCHEDULING FOR THE PROBLEM OF EFFECTIVE PROPERTIES DETERMINATION OF COMPOSITE MATERIALS (ONE OF THE PROJECTS IN THE FRAMEWORK OF WHICH "DISTRIBUTED COMPUTATIONAL SYSTEM GCD» WAS DEVELOPED) SOKOLOV A.P., PERSHIN A.YU., MAKARENKOV V.M., SCHETININ V.N., SAPELKIN A.S.	6
---	---

ПРОТОТИП КОМПЛЕКСА РЕСУРСОНЕЗАВИСИМОГО ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ГИБРИДНОГО ТИПА ЛЕВИН И.И., ДОРДОПУЛО А.И., КАЛЯЕВ И.А., ГУДКОВ В.А. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ИМЕНИ АКАДЕМИКА А.В. КАЛЯЕВА ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА	7
--	---

PROTOTYPE OF APPLICATION SOFTWARE DEVELOPMENT SUIT FOR HIGH PERFORMANCE HYBRID COMPUTER SYSTEMS LEVIN I.I., DORDOPULO A.I., KALYAEV I.A., GUDKOV V.A. ACADEMICIAN A.V. KALYAEV SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF MULTIPROCESSOR COMPUTER SYSTEMS AT SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY	7
---	---

ПЕТАФЛОПСНАЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА НИКИТЕНКО Д.А. МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА	7
---	---

PETASCALE SUPERCOMPUTING INFRASTRUCTURE OF MOSCOW STATE UNIVERSITY NIKITENKO D.A. FEDERAL STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION M.V.LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY	8
--	---

СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ АНТОНОВ А.С. СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЙ КОНСОРЦИУМ УНИВЕРСИТЕТОВ РОССИИ	8
--	---

SUPERCOMPUTER CONSORTIUM OF RUSSIAN UNIVERSITIES ANTONOV A.S. CONSORTIUM OF RUSSIAN UNIVERSITIES	9
---	---

ТЕНЗОРНЫЙ МЕТОД ДВОЙСТВЕННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ ПЕТРОВ А. Е. ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»	9
--	---

TENSOR METHOD OF DUAL NETWORKS FOR DISTRIBUTED CALCULATIONS OF COMPLEX SYSTEMS PETROV A. E. NATIONAL RESEARCH NUCLEAR UNIVERSITY MPEI	9
--	---

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ МНОГОПРОЦЕССОРНЫЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС (МВК) ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ МУЛЬТИПЕТАФЛОПСНОГО ДИАПАЗОНА ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «Т- ПЛАТФОРМЫ»	10
---	----

THE HARDWARE-SOFTWARE THE MULTIPROCESSOR COMPUTING COMPLEX (MCC) FOR CREATION OF HIGH-PERFORMANCE COMPUTING SYSTEMS OF MULTIPETAFLUPS RANGE T-PLATFORMY OPEN JOINT STOCK COMPANY	11
--	----

СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНТЕРКОННЕКТ ИНСТИТУТ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ ИМ. А.К. АЙЛАМАЗЯНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК	11
--	----

SUPERCOMPUTER INTERCONNECT INSTITUTE OF PROGRAM SYSTEMS OF A.K. AYLAMAZYAN RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES	12
---	----

СВЕТОФОРНЫЙ ОБЪЕКТ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ, РЕАЛИЗУЕМЫЙ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОГО КОМПЬЮТЕРА КРУГ П.Г., Д.Т.Н., ПРОФЕССОР , ПАВЕЛЬЕВ С.А., К.Т.Н., ИНЖ. 1 КАТ., ИГНАТОВ А.С., ИНЖ. 1 КАТ., МЭИ	12
---	----

THE NEW GENERATION TRAFFIC LIGHT SYSTEM ON THE BASIS OF FUZZY LOGIC COMPUTER KRUG P.G., DR.SC., PROFESSOR, PAVELYEV S.A., PH.D., SEN. ENG., IGNATOV A.S., SEN. ENG. MPEI	15
--	----

СКАНИРУЮЩАЯ ИОНАЯ МИКРОСКОПИЯ ДЛЯ БИМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ГОРЕЛКИН, П.В.1, ШЕВЧУК, А.И.2, КОРЧЕВ Ю.Е.2, ЕРОФЕЕВ А.С1, НОВАК П. 3,
ЯМИНСКИЙ И.В. 4 1 ООО «МЕДИЦИНСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ», Г. МОСКВА, УЛ.
СТРОИТЕЛЕЙ 4-5-47 2 IMPERIAL COLLEGE LONDON, W12 0NN, UNITED KINGDOM 3
QUEEN MARY, UNIVERSITY OF LONDON, E1 4NS, UNITED KINGDOM 4 МГУ ИМЕНИ М.В.
ЛОМОНОСОВА, ЛЕНИНСКИЕ ГОРЫ Д.1, СТР. 4018

SCANNING ION CONDUCTANCE MICROSCOPY FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS PETER
GORELKIN1, ANDREW SHEVCHUK2, YURI KORCHEV2, ALEXANDER EROFEEV1, PAVEL
NOVAK3, IGOR YAMINSKY4 1 MEDICAL NANOTECHNOLOGY, MOSCOW, STROYTELEY 4-5-
47, RUSSIA 2 IMPERIAL COLLEGE LONDON, W12 0NN, UNITED KINGDOM 3 QUEEN
MARY, UNIVERSITY OF LONDON, E1 4NS, UNITED KINGDOM 4 LOMONOSOV MOSCOW
STATE UNIVERSITY, MOSCOW, LENINSKYE GORY 1-40, RUSSIA20

EXACTUS EXPERT – СИСТЕМА СЕМАНТИЧЕСКОГО ПОИСКА И АНАЛИЗА НАУЧНЫХ
ПУБЛИКАЦИЙ ИЛЬЯ ТИХОМИРОВ, ИВАН СМОРНОВ, ГЕННАДИЙ ОСИПОВ ФГБУН
ИНСТИТУТ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИСА РАН)21

EXACTUS EXPERT – SEMANTIC SEARCH AND ANALYTICAL ENGINE ILYA TIKHOMIROV,
IVAN SMIRNOV, GENNADY OSIPOV INSTITUTE FOR SYSTEMS ANALYSIS OF RUSSIAN
ACADEMY OF SCIENCES (ISA RAS).....22

ОБРАЗЕЦ ПРОГРАММНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОМАСШТАБНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Димитриенко Ю.И., Соколов А.П., Щетинин В.Н., Макаренков В.М.,
Сапелкин А.С.**

В рамках работы было разработано специализированное высокопроизводительное программное обеспечение (ПО) инженерного анализа неоднородных структур (композиционных материалов), ориентированное на использование современных высокопроизводительных вычислительных технологий (MPI, OpenMP, CUDA). ПО обеспечивает многоуровневое моделирование процессов деформирования и разрушения полимерных нанокомпозитов на базе метода многоуровневой асимптотической гомогенизации. ПО представлено подсистемой, интегрированной в рамки ранее разработанной Распределенной Вычислительной Системы GCD. Обеспечивает сопровождение процесса проектирования новых композиционных материалов, сокращая расходы на экспериментальные исследования.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE SUBSYSTEM OF MULTISCALE NUMERICAL SIMULATION OF THE PROCESSES OF DEFORMATION AND FRACTURE OF COMPOSITE MATERIALS

Dimitrienko Yu.I., Sokolov A.P., Makarenkov V.M., Schetinin V.N., Sapelkin A.S.

Specialized high-performance software was developed for analysis of heterogeneous structures (composites) based on usage of modern high-performance computing technologies (MPI, OpenMP, CUDA). The software provides «multi-scale» procedure for modeling of deformation and fracture of polymer nanocomposites based on multi-scale asymptotic homogenization method. Software is represented subsystem integrated into the framework of the previously developed Distributed Computational System GCD (DCS GCD). It provides computer-aided support in the design process of new composite materials, reducing costs for experimental research.

**ОБРАЗЕЦ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ПРОГРАММНОЙ ПОДСИСТЕМЫ СЕТЕВОГО
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ РЕСУРСООЕМКИХ ПРОЦЕССОВ
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МАТЕРИАЛОВ (ОДИН ИЗ ПРОЕКТОВ, В
РАМКАХ КОТОРОГО БЫЛА РАЗРАБОТАНА «РАСПРЕДЕЛЕННАЯ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА GCD»)**

**Димитриенко Ю.И., Соколов А.П., Щетинин В.Н., Макаренков В.М.,
Сапелкин А.С.**

Целью реализованного проекта была разработка каркаса программной подсистемы и ее интеграция в Распределенную вычислительную систему GCD (PBC GCD), обеспечивающей возможность осуществлять запуск ресурсоемких задач на высокопроизводительных вычислителях, скрывая детали реализации и фактический аппаратный ресурс, используемый инициатором расчета. В рамках работы была спроектирована подсистема распределения вычислительной нагрузки. Подсистема основана на использовании архитектуры клиент-сервер. Были проведены вычислительные эксперименты.

**THE DISTRIBUTED SOFTWARE SUBSYSTEM OF NETWORKING AND RESOURCE-
INTENSIVE PROCESS SCHEDULING FOR THE PROBLEM OF EFFECTIVE
PROPERTIES DETERMINATION OF COMPOSITE MATERIALS (ONE OF THE
PROJECTS IN THE FRAMEWORK OF WHICH "DISTRIBUTED COMPUTATIONAL
SYSTEM GCD» WAS DEVELOPED)**

Sokolov A.P., Pershin A.Yu., Makarenkov V.M., Schetinin V.N., Sapelkin A.S.

The purpose of the implemented project was to develop a software subsystem and then to integrate it into Distributed Computational System GCD (DCS GCD), which provides an opportunity to carry out start-intensive tasks at high performance computers remotely, hiding the details of implementation and the actual hardware resource used by the initiator of the calculation. The subsystem is based on a client-server architecture. Computational experiments have been conducted in the framework of the tasks for the calculation of effective elastic-strength properties of composite materials using reversible multiscale homogenization (RMH) method.

ПРОТОТИП КОМПЛЕКСА РЕСУРСНЕЗАВИСИМОГО ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ГИБРИДНОГО ТИПА

Левин И.И., Дордопуло А.И., Каляев И.А., Гудков В.А.

**Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных
систем имени академика А.В. Каляева Южного федерального университета**

Основой разрабатываемой технологии ресурснезависимого программирования вычислительных систем гибридного типа является язык высокого уровня COLAMO. Преобразования между структурной, структурно-процедурной и процедурной формами организации вычислений выполняются методами редукции производительности по подграфам, операциям, каналам памяти и разрядности. Комплексное использование описанных методов при программировании прикладных задач позволит обеспечить ресурснезависимость программирования – возможность простой и быстрой адаптации прикладной программы под изменившуюся архитектуру или конфигурацию вычислительной системы гибридного типа.

PROTOTYPE OF APPLICATION SOFTWARE DEVELOPMENT SUIT FOR HIGH PERFORMANCE HYBRID COMPUTER SYSTEMS

Levin I.I., Dordopulo A.I., Kalyaev I.A., Gudkov V.A.

**Academician A.V. Kalyaev Scientific Research Institute of Multiprocessor
Computer Systems at Southern federal university**

The high level language COLAMO is the base of the developed technology of resource independent programming of hybrid computer systems. Transformations of structural, procedural and structural procedural forms of organization of calculations are performed with the help of methods of performance reduction of subgraphs, operations, memory channels and digit capacity. Complex use of the described methods during application development provides resource independent programming, i.e. ability of simple and fast adaptation of the application to the modified architecture or configuration of the hybrid computer system.

ПЕТАФЛОПНАЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Никитенко Д.А.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

Крупнейший суперкомпьютерный центр в России:

- 600+ активных исследовательских проектов;
- 350+ организаций;
- более 2500 пользователей.

Основные вычислительные ресурсы СКЦ МГУ:

- «Ломоносов» (0,9 PFlops, 6000+ узлов);
- «Ломоносов-2» (1,85 PFlops, 1280 узлов);
- «Чебышев» (47 TFlops, 1250 узлов).

PETASCALE SUPERCOMPUTING INFRASTRUCTURE OF MOSCOW STATE UNIVERSITY

Nikitenko D.A.

**Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
M.V.Lomonosov Moscow State University**

The Largest Supercomputer Center in Russia:

- 600+ active scientific projects;
- 350+ participating organizations;
- over 2500 users.

Major HPC resources of MSU Supercomputing Center:

- «Lomonosov» (0,9 PFlops, 6000+ nodes);
- «Lomonosov-2» (1,85 PFlops, 1280 nodes);
- . «Chebyshev» (47 TFlops, 1250 nodes).

СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ

Антонов А.С.

Суперкомпьютерный консорциум университетов России

Стратегической целью является создание национальной системы подготовки высококвалифицированных кадров в области суперкомпьютерных технологий и специализированного программного обеспечения.

Основными задачами созданной Системы НОЦ СКТ являются:

- подготовка, переподготовка и повышение квалификации специалистов по приоритетным и перспективным направлениям суперкомпьютерных технологий и специализированного программного обеспечения;
- повышение эффективности научных исследований;
- осуществление инновационной деятельности в научной и образовательной сферах совместно с организациями науки, промышленности и бизнеса.

SUPERCOMPUTER CONSORTIUM OF RUSSIAN UNIVERSITIES

Antonov A.S.
Consortium of Russian universities

The strategic project objective is the formation of a nationwide highly qualified Supercomputing Technology and Software specialist training system.

The major tasks for the created REC SCT system are:

- Specialists training, retraining, and skill development in the priority and prospective SCT and Software directions;
- Efficiency improvement of scientific research;
- Innovative activities in scientific and academic areas in collaboration with science, industry and business.

ТЕНЗОРНЫЙ МЕТОД ДВОЙСТВЕННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Петров А. Е.
**Государственное учреждение Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**

Тензорный метод двойственных сетей позволяет создать сетевые модели сложных систем для расчета процессов при изменении структуры, включая разделение на части. Например, расчет межотраслевого баланса по частям или расчет изменений при авариях технической системы, в частности, объектов нефтепереработки. Процессы в сети представлены в базе открытых и замкнутых путей. При изменении структуры величины потоков получают преобразованием координат при изменении путей, что обеспечивает инвариант двойственных сетей. Физически инвариант состоит в постоянстве мощности в двух двойственных сетях при изменении структуры, и представляет закон сохранения потока энергии.

TENSOR METHOD OF DUAL NETWORKS FOR DISTRIBUTED CALCULATIONS OF COMPLEX SYSTEMS

Petrov A. E.
National Research Nuclear University MEPHI

Tensor method dual networks enables you to create network models of complex systems for the calculation of the restructuring processes, including dividing into parts. For example, the calculation of the input-output balance by parts or calculation changes in technical systems, in particular, of refining facilities. Processes in networks are represented in the basis of open and closed paths. When you change the structure of coordinate transformation receive fluxes when changing the ways that provides dual networks

invariant. Physically, an invariant is a constancy of power in two dual networks when the structure changes, and is the law of conservation of energy flow.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ МНОГОПРОЦЕССОРНЫЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС (МВК) ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ МУЛЬТИПЕТАФЛОПСНОГО ДИАПАЗОНА

Открытое акционерное общество «Т-Платформы»

Технологии создания высокопроизводительных вычислительных комплексов на базе стандартных стоечных серверов и блейд - платформ подошли к рубежу, за которым увеличение вычислительной мощности ведет к лавинообразному росту стоимости, энергопотребления и веса систем, а также снижению эффективности обмена данными между узлами. Воздушная система охлаждения стандартных серверных платформ не позволяет отводить от стойки более 30 кВт тепла, сильно ограничивая возможности наращивания производительности. Стандартные серверные платформы не обеспечивают нужной степени плотности размещения компонентов, а также надежности.

Компания «Т-платформы» при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, проект № 07.524.12.4010 от 06.10.2011, разработала программно-аппаратный многопроцессорный вычислительный комплекс (МВК) с высокой плотностью компоновки вычислительных узлов (ВУ) и водяным охлаждением. Применение в разработанном МВК универсальных процессоров архитектуры x86, в сочетании со стандартными сетями коммутации, позволяет получить хорошую совместимость с приложениями. В то же время, стоечное исполнение обеспечивает оптимальную коммуникацию между узлами с минимальными задержками и, следовательно, создает предпосылки для хорошего ускорения приложений. Важнейшими преимуществами разработки являются низкое энергопотребление и высокая энергоэффективность разрабатываемой системы, обеспечивающая до 50 % экономии расходов на электроэнергию.

Предложенное техническое решение МВК аккумулирует в себе большинство преимуществ аналогичных разработок. По сравнению с аналогами, описываемый комплекс имеет следующие особенности:

- одновременное сочетание поддержки высокоплотной архитектуры с горячим водяным охлаждением;

- высокие показатели производительности из расчета на одну стойку и на один ватт потребляемой энергии;

- поддержка гетерогенной архитектуры ВУ;

- модульность, упрощающая ремонтпригодность;

- дублирование всех ключевых компонентов, повышающая надежность;

- пониженное энергопотребление;

- внедрение принципиально новых технических решений, касающихся ВУ и МОП.

Дальнейшее развитие проработанных в рамках проекта по созданию МВК технических решений позволило осуществить, например, такой масштабный проект, как суперкомпьютер «Ломоносов-2» в МГУ им. М.В. Ломоносова - №1 в России, №31

в глобальном рейтинге самых мощных компьютеров мира Top500, редакция июнь 2015.

THE HARDWARE-SOFTWARE THE MULTIPROCESSOR COMPUTING COMPLEX (MCC) FOR CREATION OF HIGH-PERFORMANCE COMPUTING SYSTEMS OF MULTIPETAFLIPS RANGE

T-Platformy Open Joint Stock Company

High performance computing has reached a level of technology when significant increase of performance causes exponential growth of costs, power consumption and weight of the systems matched with lowering efficiency of data exchange among the compute nodes. Air cooling system of standard server platforms is not capable of removing more than 30 kW of heat from a rack, thus greatly limiting the performance growth. Standard server platforms also do not provide the necessary component density and reliability.

T-Platforms with financial support from Russian Ministry of Education and Science (project # 07.524.12.4010 by 2011/10/06) developed a Multiprocessor Computing Complex (MCC) with high density of compute nodes and liquid cooling. Universal x86_64 CPUs, standard networks and interconnect utilized by MCC allow fine level of application compatibility. Rack form factor enables optimal internode communication with minimal latency and therefore creates a foundation for application performance boost. Key advantages of the MCC are low power consumption and high level of energy efficiency that lead to about 50% of cost reduction on supplied power.

The MCC accumulates most of strengths offered by similar equipment. Compared to similar products, the MCC has the following distinct features:

- Combination of high density architecture with "hot water" cooling;
- Competitive performance values per rack and per Watt;
- Heterogeneous node architecture support;
- Modularity simplifying service and maintenance;
- Redundancy of all components that boosts reliability;
- High power efficiency;
- Great scalability;
- New technical solutions related to compute node and RAM module design.

Further elaboration of ideas and solutions developed for MCC has lead the way to systems that form the core of large scale "Lomonosov-2" supercomputer at Moscow State University — #1 in Russia, #31 in global TOP500 rating, June 2015 edition.

СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНТЕРКОННЕКТ

Институт программных систем им. А.К. Айламазяна Российской академии наук

Разработан высокоскоростной интерконнект для суперкомпьютеров. Техническая характеристика: сетевой адаптер PCI Express Gen 3. Поддержка топологии 2D tor и

других топологий. 4 канала по 56 Гбит/с. Общая пропускная способность на узел 224 Гбит/с. Маршрутизатор реализован в сетевом адаптере. Задержка около 1 микросекунды. Темп выдачи сообщений: более 70 MT/s (megatransfers per second). Активный оптический кабель. Полный стек программного обеспечения: MPI версии 2, SHMEM, ARMC, PEGAS, GASNET.

SUPERCOMPUTER INTERCONNECT

Institute of program systems of A.K. Aylamazyan Russian Academy of Sciences

High-speed interconnect is developed for supercomputers. Technical characteristics: network PCI Express Gen 3 adapter. Support of topology of 2D torus and other topology. 4 channels on 56 Gbit /sec. The general capacity on knot of 224 Gbit / sec. The router is realized in the network adapter. Delay about 1 microsecond. Rate of issue of messages: more than 70 MT/s (megatransfers per second). Active optical cable. Full stack of the software: MPI of version 2, SHMEM, ARMC, PEGAS, GASNET.

СВЕТОФОРНЫЙ ОБЪЕКТ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ, РЕАЛИЗУЕМЫЙ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОГО КОМПЬЮТЕРА

**Круг П.Г., д.т.н., профессор , Павельев С.А., к.т.н., инж. 1 кат., Игнатов А.С.,
инж. 1 кат.,
МЭИ**

Анализ проектных решений показал, что проблема автомобильных пробок в мегаполисах не решается тем или иным нововведением, а минимизируется целенаправленным проведением комплекса мер в административной, строительной, организационно-дорожной сфере, а также в сфере оптимизации общественного транспорта.

Особую роль в решении проблемы пробок играют интеллектуальные методы регулирования автомобильных потоков, внедрение которых с одной стороны, достаточно эффективно, а с другой – не связано с большими материальными затратами и капитальным строительством. Эффективность широкомасштабного внедрения интеллектуальных методов регулирования транспортных потоков подтверждается успешным опытом крупнейших мегаполисов мира, таких как Токио, Мюнхен, Куала-Лампур и ряда других.

При помощи программно-аппаратных средств могут быть реализованы как централизованное управление транспортными потоками в мегаполисе, так и децентрализованное управление ими. Реализация централизованного управления транспортными потоками значительно превосходит по капиталовложениям создание децентрализованного управления. Централизованное управление транспортными потоками менее эффективно по сравнению с децентрализованным управлением, поскольку при его создании необходимо знать цели (пункты назначения) транспортных средств, которые неизвестны, и необходимо вырабатывать

управляющие сигналы для смены режимов светофоров, создание которых является значительно более сложным по сравнению с их выработкой на основе нечетких чипов (децентрализованное управление). Это объясняется тем, что в целом смена режимов светофоров определяется ситуациями, сложившимися на перекрестках. Так, например, в более сложной ситуации – в условиях «пробки» на магистрали, системы светофоров на перекрестках должны быть синхронизированы. Для управления системами светофоров в этих ситуациях успешно применяются цифровые процессоры сигналов [1-4].

Рассмотрим модель управления светофором на перекрестке. В этой модели определяются длительности зеленых сигналов в 2-х основных режимах работы системы светофоров на перекрестке. Отметим, что длительности красных сигналов светофоров в основных режимах равна длительностям зеленых сигналов светофоров в противоположном направлении. Поэтому модель для определения длительностей красных сигналов не разрабатывается. При создании этой модели порядок смены режимов светофоров предполагается стандартным. Второстепенные режимы светофоров датчиками плохо распознаются. Их длительность можно принять $1/N$ длительности основного режима, например $N=5$. Выбор доли зависит от приоритета направления дороги.

Таким образом, разработанная нечеткая модель управления системой светофоров на перекрестке содержит 6 входных переменных и 2 выходные переменные. Входные переменные используются для задания количества машин по каждому направлению (4 переменные) и приоритетов направлений (2 переменные). Выходные переменные задают длительности основных режимов, т.е. длительности зеленых сигналов светофоров. Значения приоритетов направления задаются в модели определения приоритетов направлений.

В основе построения нечеткой модели управления системой светофоров на перекрестке в условиях «пробки» лежит показатель эффективности работы светофора (ЭФ):

$$\text{ЭФ} = \frac{K}{N}, \text{ где}$$

K – количество машин, проехавших на зелёный сигнал светофора;

N – общее количество машин на направлении.

На перекрёстке на расстоянии 100-150 м от каждого светофора установлены датчики, подсчитывающие количество проехавших машин. Такие же датчики установлены рядом с самими светофорами. Разность показаний этих датчиков показывает количество автомобилей, желающих проехать через перекрёсток в соответствующем направлении.

Программное обеспечение на языке Си включает следующие подпрограммы:

основная подпрограмма, реализующая алгоритм нечёткого управления.

подпрограмма, реализующая фаззификацию (приведение чётких входных переменных к нечёткому виду). Результатом работы данной подпрограммы являются ранги всех терм входных лингвистических переменных, вычисленные для заданных чётких значений этих переменных.

подпрограмма нечёткого вывода (логического заключения). Позволяет вычислить ранги терм выходной лингвистической переменной, используя таблицу правил логического вывода и соответствующие ранги терм входных переменных, полученные при фаззификации.

подпрограмма дефаззификации. Преобразует ранги терм выходной лингвистической переменной в её чёткое значение, которое и является результатом работы алгоритма.

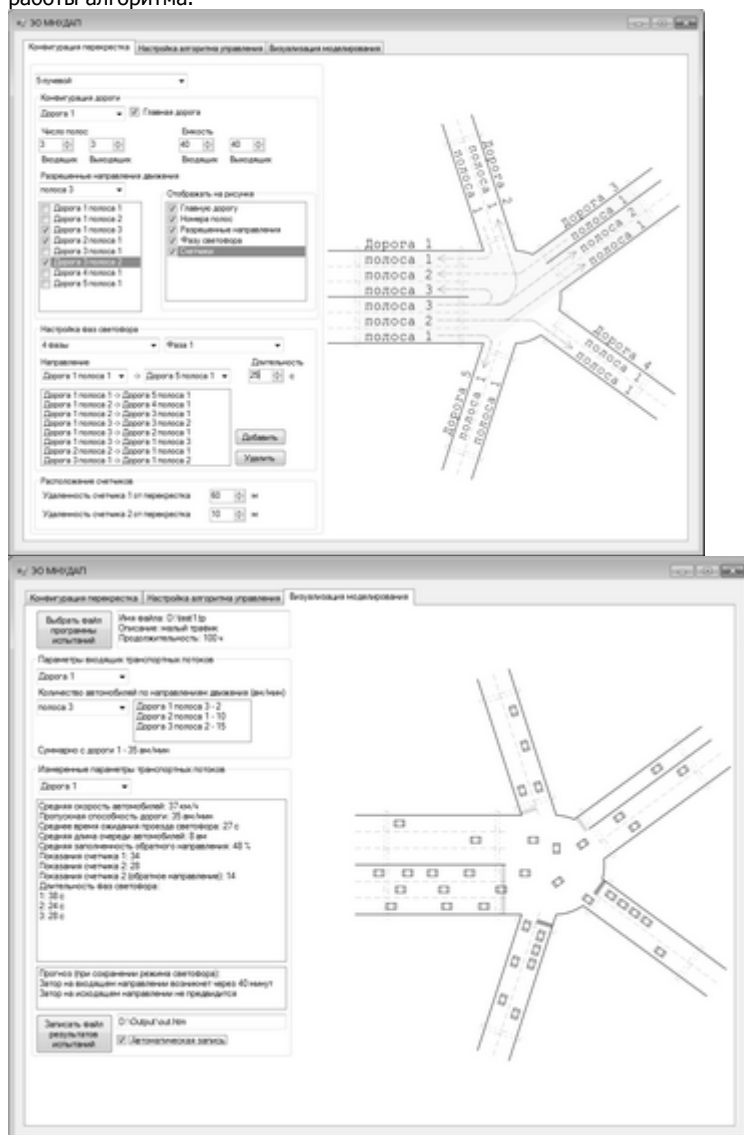


Рис. 1. Визуальный интерфейс программной среды моделирования функционирования систем светофоров на перекрестках

Развитием работ является моделирование функционирования систем светофоров на перекрестках (рис. 1), на основе предложенных многофункциональных приборов и определение различных критериев, в том числе отношение базового трафика, полученного без использования многофункциональных приборов, к трафику магистрали, полученного на основе применения многофункциональных приборов.

Программа модели нечеткого управления движением автомобильных потоков позволяет производить моделирование движения транспортных средств на перекрестке, представляющим собой пересечение до 6 дорог рядностью до 6 полос каждая. Программа позволяет задавать разрешенные направления следования автомобилей для каждой полосы, детально настраивать каждую фазу светофора, задавать приоритеты движения. Модель функционирует в микрорежиме, то есть учитываются характеристики каждого автомобиля.

Программа позволяет выбирать параметры алгоритма управления автомобильными потоками, а также выводить информацию о состоянии потоков как в реальном времени, так и в виде отчета по результатам эксперимента. Симуляция запускается после выбора программы испытаний. Программа испытаний содержит информацию об интенсивности транспортного потока в зависимости от времени. При необходимости количество прибывающих автомобилей в минуту может быть задано вручную для каждого направления каждой полосы. В процессе испытаний выводится усредненная за цикл регулирования информация о транспортных потоках: средняя скорость автомобилей, плотность потока и другие. Отображается время каждой фазы светофора. Также при моделировании делается прогноз о состоянии дорог при сохранении текущих условий.

Бычков М.Г. Аппаратные средства систем управления движением. – М.: Изд-во МЭИ, 2009.

Marzuki Khalid, See Chin Liang, Rubiyah Yusof. Control of a Complex Traffic Junction Using Fuzzy Inteferece// Malaysian Journal of Computer Science. Vol. 9, No. 2, 2002, pp. 27–34.

Taskin H., Gumustas R.. Simulation of Traffic Flow System and Control Using Fuzzy Logic. Proceeding of the 12-th IEEE Internation Symposium on Intelligent Control, July 1997, Istanbul Turkey, pp. 325-330. 1997.

Stephen Chiu, Sujeet Chand. Self-Organizing Traffic Control via Fuzzy Logic// Proc. 32 IEEE Conference on Decision & Control. San Antonio, Texas, 1993, pp. 1897–1902.

THE NEW GENERATION TRAFFIC LIGHT SYSTEM ON THE BASIS OF FUZZY LOGIC COMPUTER

**Krug P.G., Dr.Sc., Professor, Pavelyev S.A., Ph.D., Sen. Eng.,
Ignatov A.S., Sen. Eng.
MPEI**

Analysis of simple solutions shows that the problem of traffic jams in large cities can not be solved by a single innovation but needs to be minimized through a well-thought set of activities in the field of city administration, road construction, traffic organization and optimization of public transport.

Important role in solution of traffic jam problem play intellectual methods of traffic control, which offer high efficiency to costs ratio since their implementation doesn't require capital construction. The efficiency of widespread usage of intellectual traffic control methods is also proven by their successful implementation in such large cities as Tokyo, Munich, Kuala Lumpur and some others.

Proposed hardware-software complex for intellectual traffic control can carry out centralized management of many traffic directions in a city as well as decentralized management of separate traffic directions. Centralized management involves significantly higher costs. Centralized management is also less efficient since its implementation requires information about goals (end points) of traffic movement which may not be known and generation of control signals for traffic lights which is a more complex task compared to autonomous control on the basis of fuzzy logic (decentralized management). The reason for this is the fact that the change of traffic light modes is generally determined by local situation at crossroads. In a more complicated situation, for example a traffic jam on a highway, traffic light systems have to be synchronized with each other. Control over traffic light systems in such case is usually carried out by digital signal processors [1-4].

Further a traffic light control model for crossroads is proposed. The model manages green light duration in 2 main modes of operation. Red light duration in main modes of operation is equal to green light duration in the opposite direction. Thus the model doesn't determine red light duration specifically. The model follows standard order of traffic light modes change. Secondary modes of operation are not detected by sensor reliably. Their duration can be strictly set at $1/N$ of main modes duration, where for example $N=5$. Duration choice depends on the priority of each direction.

The developed fuzzy traffic light control model includes 6 input variables and 2 output variables. Input variables set the amount of vehicles passing in each direction (4 variables) and priority of directions (2 variables). Output variables set duration of main modes of operation, i.e. green light duration. The values of priority of each direction are set by the priority detection model.

The activity of the fuzzy traffic light control model during traffic jam is based on the efficiency criterion (EC):

$$EC = K / N, \text{ where}$$

K – amount of vehicles passing during green light mode;

N – total amount on vehicles at current direction.

Crossroads are equipped with sensors set at the distance of 100-150 m in front of each traffic light which calculate the amount of passing vehicles. Same type of sensors are set near the traffic lights. Difference between data of those sensors indicates the amount of vehicles intending to pass through the crossroad in a given direction.

Software is designed using C language and includes the following subprograms:

main subprogram running the fuzzy control algorithm.

fuzzyfication subprogram (adjusting input variables to fuzzy representation). Subprogram outputs the ranks for all terms of input linguistic variables calculated for the set values of those variables.

fuzzy output subprogram (logical conclusion). Calculates the ranks for the terms of output linguistic variables using the table of rules for logical output and corresponding ranks for the terms of input variables obtained during fuzzyfication.

defuzzyfication subprogram. Converts the ranks for the terms of output linguistic variables into their strict values which represent results of running the algorithm.

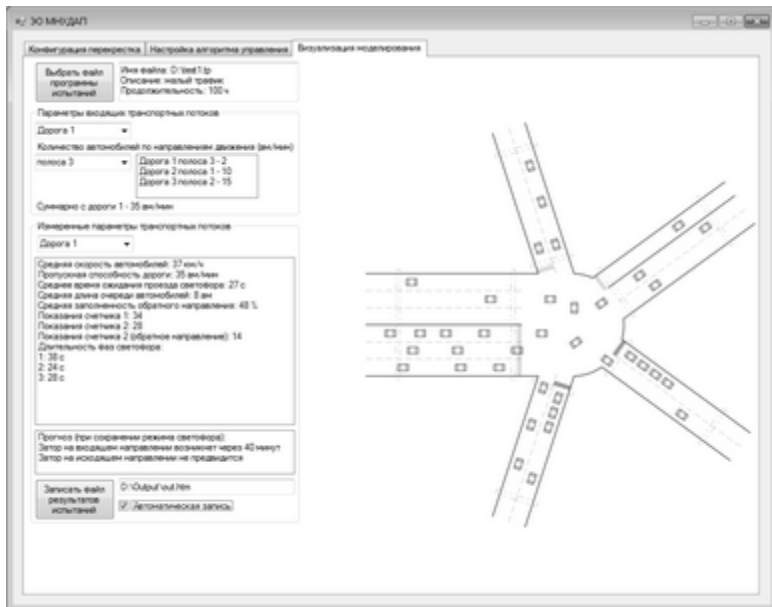
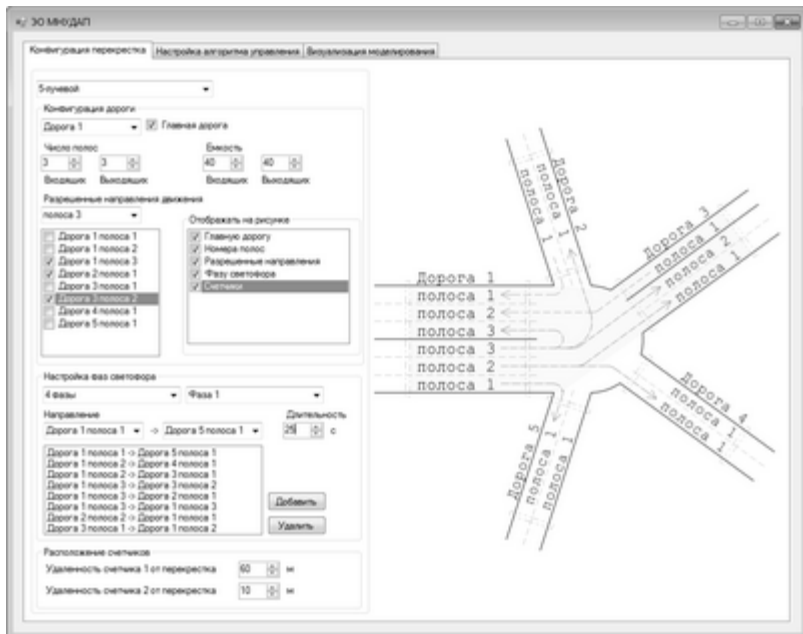


Fig. 1. Visual interface of the traffic light control system computer modeling software

Further development of the software includes modeling of the process of traffic light control at crossroads (рис. 1) based on the developed multifunctional devices and determination of different criteria, such as comparison between basic traffic through the highway without the usage of multifunctional control devices and the traffic after their application.

The software supports modeling of the fuzzy traffic light control system at crossroads consisting of up to 6 roads intersecting at one point, composed of up to 6 rows each. The software allows setting valid traffic direction for each row, adjusting parameters of every traffic light mode and setting priorities for traffic directions. Model runs in micro management setting, taking into account parameters of each passing vehicle.

The software supports setting parameters of the fuzzy traffic control algorithms and presenting information about current traffic status in real time as well as in the form of aggregated log of a test run. Simulation follows the choice of test program. Test program includes information about traffic intensity changing in time. If needed the amount of vehicles entering the crossroad per minute can be adjusted manually for each row and direction. During test run averaged information about traffic status for each control cycle is presented: average vehicle speed, traffic density etc. Each traffic light mode duration is presented. Modeling also includes prediction of traffic status in case current parameters don't change.

Bychkov M.G. Hardware for traffic control systems. – Moscow.: MPEI, 2009.

Marzuki Khalid, See Chin Liang, Rubiyah Yusof. Control of a Complex Traffic Junction Using Fuzzy Inference// Malaysian Journal of Computer Science. Vol. 9, No. 2, 2002, pp. 27–34.

Taskin H., Gumustas R.. Simulation of Traffic Flow System and Control Using Fuzzy Logic. Proceeding of the 12-th IEEE International Symposium on Intelligent Control, July 1997, Istanbul Turkey, pp. 325-330. 1997.

Stephen Chiu, Sujeet Chand. Self-Organizing Traffic Control via Fuzzy Logic// Proc. 32 IEEE Conference on Decision & Control. San Antonio, Texas, 1993, pp. 1897–1902.

СКАНИРУЮЩАЯ ИОННАЯ МИКРОСКОПИЯ ДЛЯ БИМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Горелкин, П.В.1, Шевчук, А.И.2, Корчев Ю.Е.2, Ерофеев А.С1, Новак П. 3, Яминский И.В. 4

1 ООО «Медицинские нанотехнологии», г. Москва, ул. Строителей 4-5-47

2 Imperial College London, W12 0NN, United Kingdom

3 Queen Mary, University of London, E1 4NS, United Kingdom

4 МГУ имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы д.1, стр. 40

Сканирующая ионная микроскопия (СИМ) – это подраздел СЗМ, в качестве зонда у которой используется нанокapилляр с электродом внутри. Измерения проводятся в жидкости, расстояние до поверхности определяется величиной ионного тока, проходящего через острие нанокapилляра [1,2]. СИМ позволяет проводить бесконтактную визуализацию одиночных белковых комплексов в живых клетках [3].

Сканирующая ионная микроскопия обладает высокой разрешающей способностью визуализации биологических клеток в процессе их жизнедеятельности [4], а также предоставляет возможность комбинирования с другими методами функционального и динамического взаимодействия с клетками (Рисунок 1).

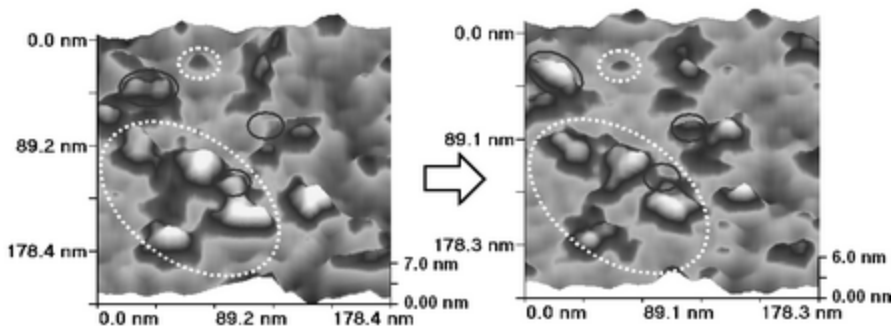


Рисунок 1. Конформационные изменения одиночных белковых комплексов мембранных частиц на поверхности экваториального сегмента сперматозоида кабана.

- [1] P. K. Hansma et al. Science 243, 641 (1989).
- [2] Y. E. Korchev et al. M. J. Lab, Biophys. J. 73, 653 (1997).
- [3] A. I. Shevchuk et al., Angew. Chem. Int. Ed Engl. 45, 2212 (2006).
- [4] P. Novak et al., Nat. Methods 6, 279 (2009).

SCANNING ION CONDUCTANCE MICROSCOPY FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS

Peter Gorelkin¹, Andrew Shevchuk², Yuri Korchev², Alexander Erofeev¹, Pavel Novak³, Igor Yaminsky⁴

1 Medical Nanotechnology, Moscow, Stroyteley 4-5-47, Russia

2 Imperial College London, W12 0NN, United Kingdom

3 Queen Mary, University of London, E1 4NS, United Kingdom

4 Lomonosov Moscow State University, Moscow, Leninskiye Gory 1-40, Russia

We have recently pioneered the development of an array of new and powerful biophysical tools based on Scanning Ion Conductance Microscopy [1, 2] that allow quantitative measurements and non-invasive functional imaging of individual protein complexes in living cells (Figure 1) [3]. Scanning ion conductance microscopy and a battery of associated innovative methods are unique among current imaging techniques, not only in spatial resolution of living and functioning cells [4], but also in the rich combination of imaging with other functional and dynamical interrogation methods. These methods, crucially, will facilitate the study of cellular functions at nanoscale in health and disease.

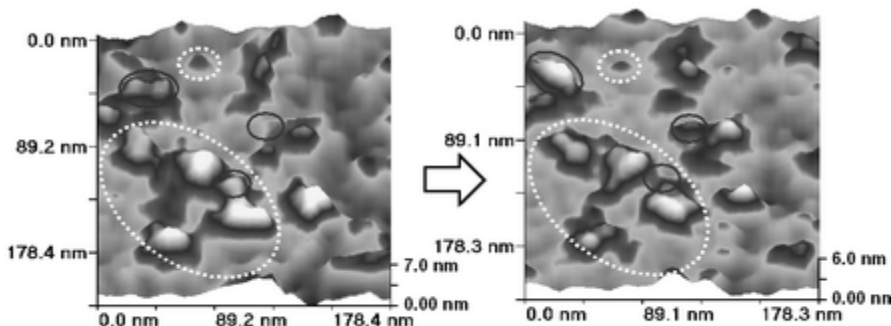


Figure 1. Conformational changes in molecular complexes of intramembraneous particles of the equatorial segment domain in boar spermatozoon plasma membranes.

- [1] P. K. Hansma et al. *Science* 243, 641 (1989).
- [2] Y. E. Korchev et al. *M. J. Lab, Biophys. J.* 73, 653 (1997).
- [3] A. I. Shevchuk et al., *Angew. Chem. Int. Ed Engl.* 45, 2212 (2006).
- [4] P. Novak et al., *Nat. Methods* 6, 279 (2009).

EXACTUS EXPERT – СИСТЕМА СЕМАНТИЧЕСКОГО ПОИСКА И АНАЛИЗА НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

ИЛЬЯ ТИХОМИРОВ, ИВАН СМИРНОВ, ГЕННАДИЙ ОСИПОВ
ФГБУН Институт системного анализа Российской академии наук (ИСА РАН)

Exactus Expert это интеллектуальная поисково-аналитическая машина, предназначенная для поддержки научно-технической деятельности. Управление научно-технической деятельностью становится все более важным в настоящее время – от качества управленческих решений существенным образом зависит развитие науки и инновационной экономики. В первую очередь задача управления сводится к экспертной оценке исследовательских проектов, поданных заявителями в рамках различных грантовых процедур и конкурсов. Проекты могут быть инновационными, актуальными и высоко востребованными рынком. Таким образом, отбор лучших исследовательских проектов актуален для государства, бизнеса и всего научного сообщества.

Основная проблема при отборе исследовательских проектов заключается в определении состояния дел в той или иной области научных исследований. Для лиц, принимающих решение, важно иметь абсолютно четкое понимание, каковы тенденции в области исследований, где стоит ожидать прорыва, а какая область является абсолютно бесперспективной. К сожалению, лица принимающие решения не обладают и в принципе не могут обладать всей полнотой информации по тысячам направлений научных исследований, сотням научных коллективов, имеющемуся у них заделе и научном оборудовании. В результате лица принимающие решение полагаются на экспертную оценку, которая субъективна по определению и зачастую ошибочна.

Существенную помощь в принятии решений может оказать система поддержки научно-технической деятельности, которая на основе анализа научных публикаций (журналов, статей, авторефератов, отчетов по НИОКР) сможет дать объективные рекомендации по вопросам отбора научно-исследовательских проектов.

Разработанные в ИСА РАН технологии семантического поиска и анализа научных публикаций позволяют решать множество задач поддержки научно-технической деятельности. Рассмотрим общую схему поддержки принятия решения:

А) Определение области исследований. Каждая область определяется набором терминов и фраз, а также коллекцией соответствующих документов.

В) Определение структуры предметной области исследований. Проводится анализ данных по области исследования в различных источниках: журналах, трудах конференций и т.д. Возможно сравнение структуры предметной области со структурой других, близких областей исследований.

С) Изучение динамики активности в области исследований. Например, увеличение числа публикаций может говорить о повышении интересов исследователей и наоборот.

Д) Определение подобластей исследований посредством кластеризации. Это позволяет выделить как магистральные, так и обособленные группы исследований.

Е) Извлечение результатов научных исследований, что позволяет оценить наличие уже существующих достижений в области исследований в сравнении с конкретным новым проектом.

Ф) Определение научных коллективов в области исследования. Эта функция позволяет определить наличие исследовательских коллективов, работающих в указанной области, а также оценить их продуктивность.

Г) Определение возможного дублирования результатов, заимствований, плагиата.

Представленные возможности востребованы Министерством образования и науки Российской Федерации для поддержки научно-технической деятельности, а также, редакторами научных журналов, инвесторами и самими исследователями.

EXACTUS EXPERT – SEMANTIC SEARCH AND ANALYTICAL ENGINE

Ilya Tikhomirov, Ivan Smirnov, Gennady Osipov
Institute for Systems Analysis of Russian Academy of Sciences (ISA RAS)

Exactus Expert is an intelligent search and analytics engine aimed at analytical support scientific activities management. R&D management tasks gain more and more importance nowadays as the growth and development of the economics based on innovations largely depends on quality of management decisions. Mostly these tasks are related to expert evaluation of research projects submitted to various calls and applying for grants. Such projects shall be innovative and the project results are supposed to be of high demand on the market. Adequate selection of the projects thus become important as it will benefit all stakeholders: government, research community, business.

One of the main problems rising when selecting R&D projects is the problem of state-of-the-art identification in certain research field. It is important to have a clear understanding of which research topics are developing at the present time, which topics tend to collapse and which topics are expected to advance in the near future.

Scientific publications normally contain all the essential information on the research field including problem statements, proposed solutions and achieved results. Large amount of information depicting the state-of-the-art of science and technology in the world is now openly available on the web. Such information can be found in electronic versions of scientific and popular journals and magazines, preprints, reports on R&D works presenting the research results, their potential economical impact and recommendations on their use and applications.

Technologies for semantic search and text analysis developed by the Institute for Systems Analysis of Russian Academy could help in analyzing the state of art in various scientific areas and thus could be used to support the decision making process in R&D field which can be viewed as the sequence of the following steps:

A) Definition of research topics of interest. Each research topic is defined by terms or phrases and collection of scientific publications related to them.

B) Examination of the research topic structure can be performed as evaluation of the presence of this research topic in various types of sources, in journals or conference proceedings, in detection of research teams active in the field. It is also interesting to examine the structure of adjacent topics and comparison of structures of several topics.

C) Study of dynamics of the research area development based on evaluation of publication activity year-by-year. For example, increasing number of publications on a

certain topic might mean that this topic is new and that researchers' interest to it is growing.

D) Detecting fields in research area using cluster algorithm. Getting research fields make it easier to understand the structure of the scientific area. Group of publications and terms presents every field.

E) Extraction of results got in one paper or in a field. This function allows evaluating efficiency of a given research or a given field of research and makes possible to compare them by productivity.

F) Detection of research collectives in a given field. This function allows detecting the most productive and perspective collectives in the field.

G) Detection of possible duplicates of scientific papers and plagiarism, tracking of succession (or revelation of its absence) in the results of research work in various types of scientific information sources (R&D reports, technical documentation, research papers and publications in mass media).

The listed capabilities of the Exactus Expert engine are demanded by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation to support the decision making process on financing the research, by editors of scientific journals and by researchers themselves.