

ИТОГОВЫЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ ЗА 2008-2009 ГОДЫ
по гранту Президента Российской Федерации
для государственной поддержки ведущей научной школы Российской Федерации
НШ-931.2008.9
за счёт средств федерального бюджета

Руководитель научной школы НШ-931.2008.9		
Ученая степень, звание	Ф.И.О.	Подпись
д.ф.-м.н. , акад. РАН	Шокин Юрий Иванович	

Полное название организации, через которую осуществлялось финансирование научной школы:

Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук

Телефон / факс:

(383)3306150, (383)3306342

Члены коллектива научной школы		
Ученая степень, звание	Ф.И.О.	Подпись
д.т.н.	Жижимов Олег Львович	
	Скидин Антон Сергеевич	
	Бейзель Софья Александровна	
к.ф.-м.н.	Лиханова Юлия Викторовна	
	Куликова Екатерина Александровна	
к.ф.-м.н.	Клименко Ольга Анатольевна	
к.ф.-м.н. , доц.	Рычкова Елена Владимировна	
к.ф.-м.н.	Латкин Антон Иванович	
к.ф.-м.н.	Юрченко Андрей Васильевич	
к.ф.-м.н.	Воронина Полина Владимировна	
д.ф.-м.н.	Медведев Сергей Борисович	
д.ф.-м.н. , с.н.с.	Воропаева Ольга Фалалеевна	
д.ф.-м.н. , доц.	Голушко Сергей Кузьмич	
к.ф.-м.н.	Горобчук Алексей Геннадьевич	
д.ф.-м.н. , с.н.с.	Гребенёв Владимир Николаевич	
д.ф.-м.н. , проф.	Григорьев Юрий Николаевич	
к.т.н.	Гуськов Андрей Евгеньевич	

д.ф.-м.н. , с.н.с.	Дудникова Галина Ильинична	
д.ф.-м.н.	Жуков Владимир Петрович	
к.ф.-м.н. , доц.	Карамышев Владимир Борисович	
	Синявский Юрий Николаевич	
д.ф.-м.н. , проф.	Ковеня Виктор Михайлович	
к.ф.-м.н.	Монарев Виктор Александрович	
к.ф.-м.н.	Штырина Ольга Владимировна	
к.т.н.	Леонова Юлия Викторовна	
д.ф.-м.н. , проф.	Лисейкин Владимир Дмитриевич	
к.ф.-м.н. , с.н.с.	Молородов Юрий Иванович	
к.т.н.	Никульцев Виталий Сергеевич	
к.ф.-м.н. , доц.	Пестунов Игорь Алексеевич	
д.т.н. , проф.	Рычков Александр Дмитриевич	
д.ф.-м.н. , с.н.с.	Мороков Юрий Николаевич	
д.ф.-м.н. , с.н.с.	Федорук Михаил Петрович	
д.ф.-м.н. , чл.-корр.РАН	Федотов Анатолий Михайлович	
к.ф.-м.н.	Федотова Зинаида Ивановна	
д.ф.-м.н. , проф.	Хакимзянов Гаяз Салимович	
д.ф.-м.н. , проф.	Черных Геннадий Георгиевич	
к.ф.-м.н.	Чирков Денис Владимирович	
д.ф.-м.н. , проф.	Чубаров Леонид Борисович	
	Шарая Ирина Александровна	
д.ф.-м.н.	Шарый Сергей Петрович	
к.т.н.	Шваб Ирина Васильевна	
к.ф.-м.н.	Шокина Нина Юрьевна	
к.ф.-м.н. , доц.	Барахнин Владимир Борисович	
д.т.н. , проф.	Рябко Борис Яковлевич	
	Чубаров Дмитрий Леонидович	
д.ф.-м.н. , доц.	Черный Сергей Григорьевич	
	Пестунов Андрей Игоревич	
	Прокопьева Людмила Юрьевна	
к.ф.-м.н. , доц.	Лебедев Александр Степанович	
к.ф.-м.н.	Лисейкина Татьяна Владимировна	
к.ф.-м.н.	Лалин Василий Николаевич	

к.ф.-м.н.	Васева Ирина Аркадьевна	
к.ф.-м.н.	Киланова Наталья Владимировна	
	Добротворский Дмитрий Игоревич	
	Смирнов Валентин Валентинович	
к.ф.-м.н.	Дубровская Ольга Анатольевна	
	Слюняев Андрей Юрьевич	

Секретарь Ученого (Научно-технического) совета: _____

1. Номер гранта:

НШ-931.2008.9

2. Фамилия, имя, отчество руководителя(лей) научной школы:

Шокин Юрий Иванович

3. Тема научного исследования:

Разработка информационно-вычислительных технологий в задачах поддержки принятия решений.

4. Полученные за отчетный период научные (научно-технические) результаты:

В 2008-2009 гг. осуществлялось дальнейшее развитие и поддержка сети передачи данных

Сибирского отделения РАН (СПД СО РАН). Построен магистральный канал волоконно-оптической

линии связи между Западно-Сибирским региональным центром приема и обработки данных

Роскомгидромета (ЗапСибРЦПОД) и СПД СО РАН, обеспечивший прямой доступ к оперативным

спутниковым данным институтам СО РАН. Введена в эксплуатацию корпоративная телефонная сеть

Сибирского отделения (КТС СО РАН). Прошел испытание и введен в эксплуатацию номерной план

КТС СО РАН, осуществляется опытная эксплуатация подключений Якутского, Иркутского,

Томского, Тюменского и Красноярского научных центров. Результатом выполненных работ стала

«внутренняя» телефонная сеть СО РАН, обеспечивающая переговоры между абонентами,

расположенными в подключенных научных центрах и организациях.

Созданы корпоративная подсистема видеоконференцсвязи и корпоративный медийный портал СО

РАН, внутри которого осуществляется потоковое мультимедийное вещание. Реализация этого

направления обеспечила возможность регулярной трансляции в пределах СО РАН и далее

общеобразовательных программ, значимых мероприятий СО РАН и отдельных его организаций,

мероприятий местного и региональных уровней. Создан архив видеоматериалов, обеспечивший

доступ к материалам видеоконференций, проводимых с использованием мультимедийных сервисов

СПД СО РАН. Использование этих сервисов доступно каждой организации-абоненту СПД СО РАН,

обладающей необходимым минимальным комплектом оборудования. Средствами системы

мультимедийных сервисов были проведены видеоконференции, связанные с важнейшими событиями

в институтах и организациях СО РАН.

Установлен дополнительный сервер, предназначенный для использования в системе мониторинга

и сбора статистики СПД СО РАН. Архитектура разработанной системы мониторинга обеспечивает

возможность одновременной работы множества автономных, независимых друг от друга

программ, ведущих обработку анализируемого потока. В качестве программы-коллектора с

открытым кодом для сбора статистики по использованию канальной емкости выбрана программа

CNUPM, минимально загружающая процессор и гарантирующая максимальную производительность,

что позволяет дополнительно задействовать другие специализированные коллекторы, которые

могут анализировать не только сетевые атрибуты пакета, но и содержащиеся в пакетах данные.

Увеличение количества внешних подключений СПД СО РАН потребовало определенного пересмотра

общей структуры системы мониторинга.

Установлено, что в условиях подключения дополнительных внешних каналов целесообразно использование гибридных решений, базирующихся на применении зондов невозмущающей сетевой диагностики на уровне мониторируемых портов сети и выделенного коммутатора,

осуществляющего агрегирование нескольких полученных таким образом диагностических потоков.

Такая схема является компромиссной и привносит некоторые искажения в данные в сравнении со схемой, основанной только на зондах. В то же время, она имеет определенный потенциал масштабирования. Предложенная гибридная схема обеспечивает значительную дополнительную гибкость при работе с большим количеством мониторируемых каналов и имеет существенно больший потенциал для последующего расширения в стационарном варианте. В случае мобильных (диагностических) подключений, когда необходимость мониторинга не является постоянной, например, при исследовании трафика подключения конкретного абонента СПД СО РАН, прежние схемы подключения с использованием невозмущающих зондов сохраняют свою значимость.

Установлены устройства невозмущающей сетевой диагностики Network Taps. Эти устройства используются для репликации анализируемого первым сервером трафика и обеспечения возможностей отладки новых алгоритмов анализа и версий рабочих программ без нарушения работы основного сервера.

Создан прототип распределенной информационной системы на основе выделенных информационных центров, реализующих базовые функции обработки информации на основе международных стандартов и открытых протоколов. Разработаны и теоретически обоснованы информационные модели, структуры и алгоритмы, лежащие в основе распределенной информационной системы.

Показана возможность построения типового информационного центра на основе открытого или свободно распространяемого программного обеспечения. Прототип распределенной информационной системы введен в опытную эксплуатацию в ИВТ СО РАН.

Разработана технология интеграции ресурсов из распределенных разнородных каталогов. В основу технологии положена расширяемая модель данных интеграционного каталога и унификация процедур загрузки и извлечения данных из разнородных источников. В отличие от существующих популярных интеграционных решений (ISO-23950, LDAP), применена т.н. «ссылочная интеграция», когда объектами интеграционной функции являются не данные, содержащиеся в ресурсах, а сами ресурсы. При этом содержание ресурсов обрабатывается исключительно для извлечения связей с другими ресурсами, а не для целей сохранения в собственной базы данных (БД). Результатом такой интеграции является система, концептуально напоминающая современные веб-порталы, – предоставляя интегрированный доступ к разнообразным ресурсам, она не содержит никаких сведений о них, за исключением параметров доступа и базовых метаданных. Технология апробирована на 7 каталогах, содержащих данные о

научно-организационных аспектах деятельности организации (сотрудниках, их публикациях, участие в семинарах и конференциях): БД «Сотрудники и организации СО РАН», LDAP-каталог сотрудников СО РАН, LDAP-каталог сотрудников ИВТ СО РАН, Информационная система «Конференции», Сайт журнала «Вычислительные технологии», Информационная система «Ученый совет ИВТ СО РАН», каталог трудов сотрудников ИВТ СО РАН (на базе сервера Z39.50). Между отдельными каталогами были реализованы сервисы, осуществляющие информационный обмен на базе стандартных технологий. В частности, для информационной системы «Конференции» разработаны функции для автоматического формирования заявок на участия на основе данных из LDAP-каталога и БД «Сотрудники и организации СО РАН». В результате был сформирован и опубликован интегрированный каталог аннотированных ссылок на внешние ресурсы, а также связи между ними.

Сформулированы и обоснованы наиболее общие принципы построения моделей, структур и алгоритмов информационных систем, работающих как со структурированными данными (информацией), так и со знаниями. Установлено, что хорошая структуризация документов, необходимая для эффективной организации информационного поиска, обеспечивается выбором адекватной модели информационной системы, которая позволяет выделить достаточное количество атрибутов документа, выступающих в качестве поисковых признаков, образующих поисковый образ документа. При этом для организации сложных информационных запросов необходимо и достаточно, чтобы информационно-поисковый язык, при помощи которого описывается каталог системы, обладал тезаурусом. Разработана и реализована технология создания тезауруса предметной области на основе предметного указателя специализированных энциклопедий. В качестве списка ключевых слов и словосочетаний для тезауруса предлагается использовать предметный указатель специализированной энциклопедии (или нескольких энциклопедий). В качестве дескрипторов (т.е. терминов, являющихся именами классов близких по смыслу понятий) полагаются названия статей энциклопедии, а связанными с ними по смыслу считаются слова из предметного указателя, встречающиеся в соответствующих статьях.

Совместно с Институтом системного анализа РАН и Новосибирским государственным университетом разработана модульная архитектура библиотеки алгоритмов интеллектуального анализа данных и машинного обучения для создания «интеллектуального ядра» системы компьютерной безопасности и обеспечения контроля использования ресурсов сети Интернет. Разработана типовая архитектура и структура модулей «интеллектуального ядра» распределенной предметно-ориентированной интеллектуальной системы в области компьютерной безопасности и обеспечения контроля использования ресурсов сети Интернет. Проведена экспериментальная эксплуатация разработанных модулей на основе предложенной программы и методики экспериментальной эксплуатации, по результатам которой сформулированы требования

к программно-аппаратному комплексу. Сформулированы требования для проведения прикладной НИР или ОКР по данной тематике.

Осуществлено наполнение функциональными сервисами веб-портала «Атмосферные аэрозоли Сибири», аккумулирующего накопленный до настоящего времени эмпирический материал о составе и распределении атмосферных аэрозолей на территории Западной и Восточной Сибири, Алтайского и Красноярского краев. Портал предоставляет возможность коллективной работы с архивами данных и возможность обработки данных специализированными алгоритмами для решения исследовательских задач. Инновационный характер исследований в области физики атмосферы позволяет обойтись без долгосрочных трудоемких процедур метрологической аттестации процессов измерения этих характеристик. Поэтому потребовалось выполнить явную привязку метрологических терминов к практике формирования эмпирического материала по атмосферным аэрозолям, основываясь на ее физическом содержании. При наличии онтологии измерительных систем такая привязка составляет основной объем информационного моделирования предметной области, поскольку ее результат пригоден к непосредственному применению для проектирования информационно-измерительной системы.

Выполнено исследование сайтов академических институтов СО РАН методами вебометрики, т.е. проведено изучение количественных аспектов создания и использования информационных ресурсов, структур и технологий в веб-пространстве. В результате исследования получен рейтинг сайтов. Для оценки сайтов использовались параметры S (веб-размер сайта, то есть количество страниц, определяемое поисковыми системами), V (заметность сайта — означает количество внешних ссылок на ресурс, которое определяется поисковыми системами), R (количество загруженных файлов — означает суммарное количество файлов форматов Adobe Acrobat (pdf), Microsoft Word (doc) и Microsoft Powerpoint (ppt), представленных на сайте) и Sc (индексы цитирования Google Scholar и Яндекс). Параметры S , V и R определялись на основе сведений, предоставляемых поисковыми системами Яндекс, Google и Yahoo. В результате анализа эмпирических данных предложены несколько вариантов формул для построения рейтинга сайтов. На основе параметров S , V , R и Sc был вычислен рейтинг для 80 сайтов организаций СО РАН. Анализ полученных данных показал, что размер сайтов варьируется от нескольких десятков страниц до 30 тысяч страниц, при этом 19 организаций имеют сайты более 1000 страниц. Более 1000 внешних ссылок на сайт есть у 13 организаций. Число загруженных файлов на сайте больше у тех институтов, которые предоставляют в свободный доступ полные тексты документов (статей, докладов, отчетов, инструкций и т.п.). Только 5 организаций имеют сайты с числом загруженных файлов более 1000. Индекс цитирования более 1000 определяется в системе Google Scholar у 3 сайтов. Следует заметить, что у большинства сайтов институтов СО РАН индекс цитирования в Google Scholar низкий из-за того, что сайты содержат мало

информации на английском языке. Индекс цитирования в Яндексе у 13 сайтов более 1000.

Данный рейтинг показывает, что не более 15 организаций СО РАН имеют хорошо развитые сайты, которые известны в веб-пространстве.

Рейтинг сайтов организаций СО РАН регулярно, 4 раза в год, обновляется и отображается на сайте ИВТ: <http://www.ict.nsc.ru/ranking/>

Проведено экспериментальное и теоретическое исследования свойств блочных и потоковых шифров при помощи статистических тестов и новой атаки на блочные и потоковые шифры. Полученные результаты позволили, в частности, выявить недостатки у некоторых шифров и “забраковать” несколько потоковых алгоритмов, участвовавших Европейском конкурсе. Проведен дифференциальный криптоанализ шифра CAST-256, участвовавшего в конкурсе AES на стандарт шифрования США. Построена атака на 24 раунда данного шифра, работающая для всех секретных ключей. Проведено исследование совершенных стеганографических систем и разработаны такие системы для марковских источников с произвольной памятью (связностью). При помощи понятия Колмогоровской сложности показано, что существуют такие источники информации, для которых построение совершенных стеганографических систем возможно только при использовании экспоненциально растущего объема памяти кодера и декодера. Стегоанализ проводится при помощи статистических тестов, поэтому прогресс в этой области связан с разработкой новых методов проверки статистических гипотез. В 2009 году построены новые классы статистических тестов для стационарных и эргодических процессов, мощность которых больше, чем у ранее известных.

В 2008 г. на базе системы хранения данных Института вычислительных технологий СО РАН объемом более 70 Тбайт создан каталог, который регулярно пополняется оперативными данными SPOT 2/4 (по прямому каналу из ЗапСибРЦПОД) и включает архивные данные со спутников серии LandSat на территорию РФ за 1982-2002 гг. Кроме того организовано взаимодействие с каталогом спутниковых данных Межинститутского спутникового центра коллективного пользования Дальневосточного отделения РАН (<http://www.satellite.dvo.ru>).

Структура каталога и интерфейсные компоненты разработаны с учетом рекомендаций OGC (Open Geospatial Consortium). Каталог работает под управлением операционной системы семейства UNIX. В его основе лежит набор стандартных и специализированных программных продуктов с открытым исходным кодом, распространяемых по лицензии GPL. Доступ к нему осуществляется посредством стандартного веб-браузера, что обеспечивает платформенную независимость. Доступ к каталогу реализован посредством модуля Central Authentication Service (CAS). Он позволяет организовать многоуровневую систему разграничения прав доступа с централизованной базой пользователей на основе LDAP-каталога Сибирского отделения РАН. Важной составляющей каталога являются картографические сервисы. Подсистема

картографических сервисов состоит из двух продуктов, распространяемых по лицензии GPL (GeoServer и UMN MapServer). GeoServer предназначен для публикации набора векторных и растровых слоев, а также для получения WMS/WFS-слоев с удаленных картографических серверов. Приложение взаимодействует непосредственно с СУБД PostgreSQL/PostGIS.

Картографический сервер UMN MapServer содержит все необходимое для разработки картографических сервисов WMS/WFS. Он позволяет формировать карты, одновременно используя информационные слои как из локальных, так и из удаленных архивов.

В 2009 году на базе Каталога спутниковых данных Новосибирского научного центра СО РАН (<http://gis-app.ict.nsc.ru/catalogue>) создан прототип модульной сервис-ориентированной ГИС для сбора, хранения и обработки спутниковых и наземных данных. Разработанная система обеспечивает централизованный доступ к наборам векторных и растровых данных по протоколам WMS/WFS (в виде картографических сервисов), поддерживаемым большинством современных настольных веб-ориентированных ГИС. Система позволяет публиковать пространственные данные как с локальных, так и распределенных источников. Для поиска данных по метаданным используется сервер GeoNetwork, обеспечивающий поддержку протокола Z39.50. В качестве базового инструментария для обработки и анализа данных дистанционного зондирования используются пакеты программ ESRI ENVI 4.5 и GRASS GIS с модулями расширения, созданными в ИВТ СО РАН. В настоящее время пользователями системы являются сотрудники более 20 институтов и организаций СО РАН.

Создан прототип точки доступа к распределенным информационным ресурсам, интегрирующим информацию ГИС, библиографическую информацию с географической привязкой и др. на основе международных стандартов на метаданные и протоколы доступа к данным, а также на основе единых пользовательских интерфейсов. Система обладает высокой степенью интероперабельности и интегрируется с мировыми информационными центрами (например, с FGDC Clearinghouse).

Прототип распределенной информационной системы функционирует в тестовом режиме в ИВТ СО РАН. Система позволяет интегрировать: библиографические ресурсы (массивы библиографических описаний) с указанием географической принадлежности, например, координат; картографические традиционные и электронные ресурсы; метаданные в различных схемах, имеющих координатную и/или географическую привязку; внешние информационные объекты, доступные по стандартным протоколам (объекты специализированных геоинформационных систем, ресурсы публичных веб-серверов, ресурсы международных сообществ)

Предложен ансамблевый подход для расчета распространения газовых примесей от массовых лесных пожаров для заданного региона с применением метеорологических данных и спутниковой информации о пожарах. Моделирование ансамбля полей ветра проводилось путем добавления случайных возмущений к горизонтальным компонентам скорости ветра. Среднее значение эмиссий

CO₂ вычислялось по выборке восстановленных значений концентрации на основе ансамблевого подхода при расчете обратных траекторий. Исследована применимость в задаче усвоения данных метеорологических наблюдений ансамблевого пи-алгоритма. Свойства этого алгоритма оценивались в ходе численных экспериментов с одномерным уравнением адвекции на модельных данных. Разработан алгоритм восстановления значений концентрации газовых составляющих в заданном регионе по данным о лесных пожарах и метеорологической информации. Концентрации CO₂ в заданном регионе вычисляются с помощью построения обратных траекторий. В качестве источника данных дистанционного зондирования могут быть использованы материалы спутниковых съемок низкого и среднего пространственного разрешения NOAA/AVRR/TOVS и Terra/MODIS. Построена численная модель падения в атмосфере испаряющихся капель ракетного топлива на больших высотах. Реализована простая физическая модель для обмена импульсом, энергией и массой между каплей и окружающей атмосферой на больших высотах и в переходной области высот. Проведены расчёты прогноза загрязнения земной поверхности остатками ракетного топлива в районах падения первых и вторых ступеней ракет-носителей Протон-М для двух реальных пусков с космодрома Байконур в 2008 году (11 февраля и 20 сентября). Разработана программа для расчета с использованием адаптивных сеток распространения пассивной примеси в атмосфере (в том числе и паров ракетного топлива) от набора нестационарных локализованных источников. Для построения адаптивных сеток используется универсальный подход, основанный на решении обращенного уравнения Бельтрами.

В результате взаимодействия ИВТ СО РАН и Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН выполнены работы по оценке цунамиопасности Дальневосточного побережья РФ. Предварительный анализ исторических сведений показал, что непосредственную угрозу цунами для восточного побережья Камчатки и Курильских островов представляют очаги мелкофокусных подводных землетрясений с магнитудой равной 7.8, расположенные в основной Курило-Камчатской сеймотектонической зоне. Эта зона протягивается вдоль всего восточного побережья Курильских островов и Камчатки и располагается между внешним краем шельфа и осью глубоководного желоба. Очаги подводных землетрясений в восточной части Японского моря аппроксимировались системой взбросо-сбросовых подвижек по крутопадающим (в обоих возможных направлениях) плоскостям разрывов, происходящих вдоль зоны контакта пододвигающихся Тихоокеанской и Филиппинской плит с надвигающейся Азиатской плитой. Цепочка этих очагов протягивается вдоль западного побережья Японии от Цусимского пролива на юге примерно до района расположения г. Холмск на юго-западном побережье Сахалина, где эта контактная граница уходит с морской акватории вглубь полуострова. Дополнительно к этой основной системе была рассмотрена цепочка очагов, расположенных между Сахалином и Хоккайдо, где в прошлом (в 1956 г. и дважды в 1969 г.)

происходили подводные землетрясения, давшие незначительные цунами на юге Сахалина.

На базе свободно распространяемого программного обеспечения WordPress создан ГИС-портал СО РАН (<http://gis.sbras.ru>). Он содержит информацию о геоинформационных ресурсах, программах и проектах Сибирского отделения РАН. В настоящее время происходит информационное наполнение портала. На портале имеется форум, созданный на основе ПО vBulletin. В ИВТ СО РАН создан геоинформационный сервер (<http://gis.ict.nsc.ru>), являющийся точкой доступа к различным информационным ресурсам. Для поддержки интеграционных проектов Сибирского отделения РАН в ИВТ СО РАН запущены в эксплуатацию несколько информационных ресурсов: опубликованы карта растительности Западной Сибири и ландшафтная карта Иркутской области, созданные в Институте географии им. В.Б. Сочавы СО РАН; созданы (совместно с Институтом почвоведения и агрохимии СО РАН и Центральным сибирским ботаническим садом СО РАН) и опубликованы карта почв бореальной зоны Западно-Сибирской равнины и карта растительности бореальной зоны Западно-Сибирской равнины, содержащая 28 типов растительности (М 1:7 500 000); создана и опубликована База данных по содержанию углерода в почвах Сибири (совместно с Институтом почвоведения и агрохимии СО РАН и Центральным сибирским ботаническим садом СО РАН).

Разработана методика формирования электронных ботанических коллекций на основе материалов полевых работ. Для отображения содержимого базы данных в интерактивном режиме на ГИС-картах используются программные продукты с открытым исходным кодом.

Создан прототип информационной системы для хранения связанной и формализованной информации о видах растений (<http://gis-app.ict.nsc.ru/bio/>). В качестве исходного массива данных используется бриологическая база данных «Мхи России». Информационная система содержит базу данных «Мхи России» (24809 записей), таблицы «Регионы России» (115 записей) и «Список видов мхов» (1337 записей).

На основе объектно-реляционного менеджера SQLAlchemy спроектирован прототип информационной системы, позволяющий интегрировать разнородные данные, получаемые в ходе проведения наблюдений за состоянием атмосферы г. Новосибирска. Система имеет модульную архитектуру, позволяющую гибко расширять и дополнять ее функциональные возможности. Архитектура позволяет также реализовать разнообразные предметные модели данных, механизмы ввода, просмотра, редактирования и обработки данных с помощью современных статистических алгоритмов.

Разработана интерактивная среда для удаленного доступа и обработки временных рядов измерения субмикронной фракции атмосферных аэрозолей, хранящихся на сервере Института химической кинетики и горения СО РАН на основе вейвлет-функций. Разработанный веб-сервис позволяет получить вейвлет-спектры суточных, недельных и месячных квазипериодических

процессов необходимого временного масштаба изменения субмикронной фракции атмосферных аэрозолей. Разработаны алгоритмы обработки биологических (биосубстраты) и ботанических данных с использованием сервера геопространственных данных. Реализовано управление массивами пространственных данных на сервере геопространственных данных на основе веб-портала для организации каталога данных и разделяемого доступа к данным.

Разработан алгоритм метода конечных объемов для решения трехмерных нестационарных уравнений Максвелла в средах с переменными значениями диэлектрической и магнитной проницаемостей, позволяющий эффективно моделировать распространение электромагнитного излучения в сложных наноструктурированных материалах. Реализована параллельная версия данного алгоритма. Расчеты на высокопроизводительных вычислительных многопроцессорных комплексах показали практически линейное ускорение для двумерного и одномерного случаев. Эффективность предложенного алгоритма продемонстрирована на примере расчета цилиндрической гиперлинзы. Разработан вычислительный алгоритм и выполнена его параллельная реализация для моделирования процесса записи объемных микро- и наноструктур путем воздействия фемтосекундных лазерных импульсов на оптические световоды. Для моделирования процесса записи используется система нелинейных уравнений, которая описывает эволюцию медленной огибающей электрического поля и динамику плотности плазменных электронов. Алгоритм реализации этой системы уравнений основан на методе расщепления по физическим процессам, параллельном алгоритме прогонки для решения линейной части первого уравнения и декомпозиции по радиальной переменной для решения второго уравнения.

Разработана математическая модель и методика расчета переходных процессов в гидравлических турбинах, возникающих при переходе из одного режима работы в другой, учитывающая явление гидравлического удара. Модель основана на совместном решении осредненных по Рейнольдсу нестационарных трехмерных уравнений Навье-Стокса в проточном тракте гидротурбины, уравнения вращения рабочего колеса как твердого целого и одномерных уравнений «упругого» гидравлического удара в напорном водоводе. В большинстве случаев переходные режимы связаны с открытием/закрытием направляющего аппарата. Поэтому для описания изменения геометрии проточной части со временем базовый алгоритм расчета течения жидкости распространен на случай использования подвижной сетки. Разработаны новые граничные условия, позволяющие фиксировать во входном сечении не расход жидкости, а полную энергию потока, что позволило применить комплекс к расчету широкого класса задач, как стационарных, так и нестационарных, где расход заранее неизвестен. Основным достоинством предложенной методики расчета переходных процессов является то, что она не требует априорного знания универсальной характеристики гидротурбины. Промоделирован один из переходных процессов – начальный этап выхода в разгонный режим работы при фиксированном

положении лопаток направляющего аппарата. При мгновенном снятии нагрузки с генератора частота вращения рабочего колеса начинает быстро увеличиваться, подчиняясь уравнению вращения рабочего колеса как твердого целого.

На основе неизотермической модели плазмохимического реактора травления исследовано влияние неоднородной структуры ВЧ-разряда на основные характеристики процесса плазменного травления. Внутренние характеристики плазмы ВЧ-разряда рассчитывались в диффузионно-дрейфовом приближении для фторсодержащих газовых смесей. Выполнено численное моделирование радиального плазмохимического реактора с неоднородным ВЧ-разрядом и многокомпонентной плазменной кинетикой. Определено влияние структуры ВЧ-разряда на массообмен, скорость и однородность травления кремниевых образцов в зависимости от концентрации кислорода. Показано, что однородность травления образцов существенно зависит от изменения электронной плотности в радиальном направлении, которым часто пренебрегают, рассчитывая разряд в одномерной постановке.

Построены усовершенствованные численные модели динамики турбулентного следа в устойчиво стратифицированной среде. Для детального описания тонкой структуры течения в дальнем следе с нулевым избыточным импульсом построена численная модель, основанная на дифференциальных уравнениях переноса тройных корреляций турбулентных флуктуаций поля скорости, записанных с учетом вклада кумулянтов четвертого порядка, и модифицированных алгебраических аппроксимациях тройных совместных корреляций турбулентных флуктуаций полей скорости и плотности. Результаты расчетов хорошо согласуются с известными экспериментальными данными об анизотропном вырождении следа. Для описания динамики турбулентного следа за буксируемым телом в линейно стратифицированной среде построена иерархия математических моделей турбулентности второго порядка. Наиболее сложная математическая модель включает в себя наряду с дифференциальными уравнениями переноса компонент тензора рейнольдсовых напряжений уравнение переноса тройной корреляции турбулентных флуктуаций вертикальной компоненты скорости. Показано, что, как и в случае однородной жидкости, суммарный избыточный импульс порядка 5-10% от суммарного избыточного импульса за буксируемым телом слабо влияет на вырождение энергии турбулентности. Основное влияние малого суммарного избыточного импульса сказывается на вырождении дефекта осредненной продольной компоненты скорости.

Турбулентные следы с малым суммарным избыточным импульсом генерируют внутренние волны, слабо отличающиеся от внутренних волн, генерируемых безимпульсным турбулентным следом.

Проведена модификация численного алгоритма решения уравнений Навье-Стокса сжимаемого теплопроводного газа, позволившая повысить точность расчетов за счет применения неравномерных адаптивных сеток, сгущающихся в областях больших градиентов. Проведены расчеты сверхзвукового обтекания модельной конфигурации гиперзвукового летательного

аппарата в продольной плоскости сечения в двумерном приближении в широком диапазоне чисел Маха, Рейнольдса и углов атаки. Получены основные закономерности течений около несущей поверхности аппарата, в воздухозаборнике и в окрестности тела за ним при различных краевых условиях для температуры поверхности стенок. Численно подтверждено явление выбитой ударной волны - отхода ударной волны от носка воздухозаборника с увеличением угла атаки, имеющее место в режимах течений, близких к заклиниванию канала. При углах атаки до 9 градусов ударная волна присоединена к кромке, а при больших углах атаки отходит от тела

Проведено численное моделирование предложенной ранее импульсной аэрозольной системы пожаротушения (ИАСП) для отсечки распространения фронта ударной волны, возникающей при воспламенении метано – воздушной смеси в штреках и забоях. Для этих целей применяется система из ИАСП направленного действия, которая является охранной системой постоянной готовности и размещается в стенках штрека, не препятствуя проведению горно-добывающих работ. Имеются датчики, располагаемые выше предполагаемого места возгорания, реагирующие на резкое повышение давления или температуры, способные определить скорость движения фронта горения. По сигналу от них происходит инициализация ИАСП. Места их расположения, время срабатывания ИАСП, массы пламегасящего вещества (ПГВ) и заряда твердого топлива газогенератора, а также направление выброса частиц ПГВ можно подобрать таким образом, чтобы создаваемая ИАСП баллистическая волна и облако ПГВ противодействовали дальнейшему распространению фронта ударной волны и активно подавляли процессы горения. Результаты моделирования показали, что баллистическая волна, возникающая при срабатывании ИАСП, останавливает движение волны горения, действуя как своеобразный газодинамический затвор, а пары пламегасителя быстро понижают температуру на фронте волны горения. При этом область резкого возрастания давления, возникающая при взаимодействии ударной волны с баллистической волной, достаточно локальна и не происходит распространения области повышенного давления в сторону защищаемой части штрека, что не приводит к баротравмам людей и не разрушает оборудование. Таким образом, применение системы ИАСП при соответствующем подборе массы пламегасящего вещества и массы заряда твердотопливного генератора может обеспечить полную защиту части штрека, не подвергшейся воздействию ударной волны, возникшей при воспламенении метано – воздушной смеси.

Разработаны эффективные алгоритмы и создан программный комплекс решения плохо обусловленных краевых задач для жестких систем нелинейных дифференциальных уравнений, позволившие исследовать проблему деформирования упругих слоистых полиармированных пластин и оболочек, выявить особенности их поведения в зависимости от структурных и механических параметров композиционных материалов.

На основе метода частиц с использованием многопроцессорного вычислительного комплекса

МВС-100К решена задача формирования квази-моноэнергетических ионных пучков при взаимодействии линейно поляризованного лазерного импульса умеренной интенсивности и длительности с тонкой CD2 фольгой. Данная задача имеет важное значение для теории и практики новых методов ускорения заряженных частиц и концепции быстрого поджига в лазерном термоядерном синтезе. Полученные результаты использованы для интерпретации и планирования экспериментов, проводимых на установке Sokol P (ВНИИ технической физики имени академика Е.И. Забабахина). С целью поиска наиболее эффективного метода ускорения ионов до мульти-МэВных энергий исследованы способы получения моноэнергетичных ионных сгустков в результате взаимодействия лазерного импульса круговой поляризации с твердотельной плазмой. Доказана высокая эффективность передачи энергии излучения в энергию ионного сгустка фемтосекундной длительности, который характеризуется большой плотностью и низкой расходимостью.

Проведено численное моделирование теплообмена между металлической мишенью и фоновым газом при облучении мишени фемтосекундным лазерным импульсом. Динамика газа описывается уравнениями Навье-Стокса, а мишень – уравнением теплопроводности с учетом фазовых переходов. Показано, что пробой в фокусе луча с последующей теплопередачей от более горячего газа к холодной мишени объясняет экспериментальные данные, причем важную роль в этом процессе играет движение газа.

Для одномерных уравнений вращающейся мелкой воды получены все возможные законы сохранения, которые не содержат производных. Получены также бесконечные наборы функционалов Казимира, которые содержат производные любых порядков, для скобки Пуассона одномерной бароклинной жидкости. Полученные результаты могут быть использованы для контроля принятия решений при математическом моделировании и вычислительных экспериментах.

Разработана новая версия формально-алгебраического подхода внешнему оцениванию интервальных линейных систем уравнений, основанная на использовании теоремы Миранды. Для интервальных линейных систем со связанными параметрами построены методы вычисления и оценивания допускового множества решений. Кроме того, установлено геометрическое строение допускового множества решений интервальных линейных систем с полиэдральной связью на коэффициенты.

5. Участие ВНИИ в конкурсах на проведение научно-исследовательских работ

5.1. Участие в рамках мероприятия 1.1 "Проведение научных исследований коллективами научно-образовательных центров" ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры

инновационной России" на 2009-2013 годы

- количество заявок, поданных ВНШ на конкурс по мероприятию 1.1: 2

- количество заключенных контрактов по мероприятию 1.1: 1

5.2. Участие членов коллектива ВНШ в других мероприятиях ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 годы:

5.2.1. Мероприятие 1.2.1. Проведение научных исследований научными группами под руководством докторов наук: 0

5.2.2. Мероприятие 1.2.2. Проведение научных исследований научными группами под руководством кандидатов наук: 0

5.2.3. Мероприятие 1.3.1. Проведение научных исследований молодыми учеными-кандидатами наук: 0

5.2.4. Мероприятие 1.3.2. Проведение научных исследований целевыми аспирантами: 0

5.3. Выполнение исследований по ФЦП "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса на 2007-2012 годы", и/или по другим ФЦП, академическим, отраслевым программам; по приоритетным направлениям; по грантам РФФИ и РГНФ, а также по международным грантам за отчетный период: 39

6. Признание заслуг коллектива:

Общее количество премий, медалей, дипломов и т.п.: 3

7. Адреса ресурсов в Internet, подготовленных членами коллектива за отчетный период:

1. ГИС-портал СО РАН: <http://gis.sbras.ru>

2. Геоинформационный сервер ИВТ СО РАН: <http://gis.ict.nsc.ru>

3. Каталог спутниковых данных ННЦ СО РАН: <http://gis-app.ict.nsc.ru/catalogue/>

4. Информационная система «Мхи России»: <http://gis-app.ict.nsc.ru/bio/>

5. Рейтинг сайтов научных учреждений СО РАН: <http://www.ict.nsc.ru/ranking/>

8. Публикации членов коллектива за отчетный период по заявленной тематике:

- Общее количество публикации: 279

- монографий: 5

- учебников, учебных пособий: 9

- статей: 71

- тезисов докладов: 153

- количество публикаций в зарубежных научных изданиях: 38

- количество публикаций в научных изданиях стран СНГ: 6

9. Список кандидатов наук, подготовленных из членов заявленного коллектива:

Количество кандидатов наук: 3

10. Список докторов наук, подготовленных из членов заявленного коллектива:

Количество докторов наук: 0

11. Список аспирантов - членов заявленного коллектива, участвовавших в проводимых исследованиях:

Количество аспирантов: 6

12. Наличие постоянно действующего научного семинара по тематике проводимых исследований, организаторами которого являются члены коллектива:

Объединенный семинар Института вычислительных технологий СО РАН, кафедры математического моделирования Новосибирского государственного университета и кафедры вычислительных технологий Новосибирского государственного технического университета

"Информационно-вычислительные технологии", руководители: академик Шокин Ю.И. и д.ф.-м.н., профессор Ковеня В.М.

Число постоянных участников семинара: 60.

Семинар действует на базе Института вычислительных технологий СО РАН. За отчетный период состоялось 33 занятия семинара.

13. Преподавательская деятельность членов заявленного коллектива:

Руководство аспирантами и дипломными работами: 21

Общее количество преподавателей: 25

14. Организация научных мероприятий, в том числе научных конференций, совещаний и т.п. на территории России

Количество научных мероприятий: 10

15. Участие в научных конференциях и совещаниях по тематике проводимых исследований:

- отечественные мероприятия: 41

- зарубежные мероприятия: 11

16. Участие в экспедициях:

17. Изменение тематики научного исследования: не изменялась

18. Изменения в коллективе научной школы за отчетный период:

18.1. Первоначальное общее количество членов коллектива: 59

18.2. Первоначальное количество молодых (до 35 лет) членов коллектива: 23

18.3. Общее количество членов коллектива на момент написания отчета: 58

18.4. Общее количество молодых (до 35 лет) членов коллектива на момент написания отчета: 21

18.5. Выбывшие члены научного коллектива:

1. Андриюшкевич Сергей Константинович, 1983, без уч. ст.

2. Годицкий Алексей Владимирович, 1983, без уч. ст.

3. Елецкий Станислав Викторович, 1981, к.ф.-м.н.

18.6. Новые члены научного коллектива:

1. Дубровская Ольга Анатольевна, 1967, к.ф.-м.н.

2. Слюняев Андрей Юрьевич, 1983, к.ф.-м.н. (с 17.09.2009 г.)

Руководитель научной школы
д.ф.-м.н., акад. РАН

_____/ Шокин Ю. И. /