

НЕ ДЯ УТВЕРЖДЕНИЯ

Утвержден _____
 Федерального государственного бюджетного учреждения науки
 Института вычислительной математики и математической
 геофизики Сибирского отделения Российской академии наук
 Протокол заседания _____
 от « » _____ г. № _____

ПРОЕКТ

План научно-исследовательской работы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук на 2017-2019 годы

1. Наименование государственной работы – Выполнение фундаментальных научных исследований
2. Характеристика работы

Пункт программы ФНИ государственных академий наук на 2013-2020 годы и наименование направления исследований	Содержание работы	Объём финансирования, тыс. руб.			Планируемый результат выполнения работы, подразделение научного учреждения РАН и руководитель работы
		2017	2018	2019	
38. Проблемы создания глобальных и интегрированных информационно-телекоммуникационных систем и сетей, развитие технологий и стандартов GRID. "Фундаментальные основы функционирования беспроводных сенсорных сетей, оснащенных средствами получения энергии из окружающей среды" (№	1) Разработка средств имитационного моделирования EH-WSNs, включая: создание специальных генераторов топологий, интегрированных с генераторами распределения энергии; анализ ситуаций, не требующих реализации в имитационных моделях системного времени; учёт рельефа местности для определения зоны радиовидимости. 2) Сравнительный анализ моделей поведения узлов с появляющимися аналогами, совершенствование моделей с учётом новых данных по системам	660.00	-	-	Лаборатория моделирования динамических процессов в информационных сетях 1) Будут разработаны средств имитационного моделирования EH-WSNs, включая: создание специальных генераторов топологий, интегрированных с генераторами распределения энергии; анализ ситуаций, не требующих реализации в имитационных моделях системного времени; учёт рельефа местности для определения

0315-2015-0011)	<p>управления сетями и аппаратным средствам EH-WSNs.</p> <p>3) Исследование проблемы поиска компромисса между минимизацией затрат на функционирование заряжающих устройств и показателями эффективности системы, положительно коррелирующими с энергопотреблением.</p> <p>4) Разработка математических моделей и методов для оценки влияния данных мониторинга на качество принимаемого решения, оптимизации количества передаваемых пакетов, выбора методов сжатия передаваемых данных с целью снижения объема передаваемой информации, и тем самым повышения энергоэффективности системы.</p> <p>5) Разработка методов динамического изменения топологии сети в зависимости от поведения нагрузки и источников энергии.</p>				<p>зоны радиовидимости.</p> <p>2) Будет осуществлен сравнительный анализ моделей поведения узлов с появляющимися аналогами, совершенствование моделей с учётом новых данных по системам управления сетями и аппаратным средствам EH-WSNs.</p> <p>3) Будут исследованы проблемы поиска компромисса между минимизацией затрат на функционирование заряжающих устройств и показателями эффективности системы, положительно коррелирующими с энергопотреблением.</p> <p>4) Будут разработаны математические модели и методы для оценки влияния данных мониторинга на качество принимаемого решения, оптимизации количества передаваемых пакетов, выбора методов сжатия передаваемых данных с целью снижения объема передаваемой информации, и тем самым повышения энергоэффективности системы.</p> <p>5) Будут разработаны методы динамического изменения топологии сети в зависимости от поведения нагрузки и источников энергии.</p> <p>Родионов Алексей Сергеевич</p>
3. Математическое моделирование. "Разработка методов математического моделирования и вычислительных технологий для решения взаимосвязанных задач экологии и климата с использованием данных наземного и спутникового мониторинга" (№ 0315-2015-0012)	<p>1) Разработка вариационных методов последовательного усвоения данных мониторинга для прямых и обратных задач охраны окружающей среды.</p> <p>2) Разработка новых методов, алгоритмов и программных технологий обработки данных дистанционного зондирования Земли для поддержки решения задач комплексного изучения состояния и изменения природной среды Сибирских регионов и Арктики.</p>	1 316.30	-	-	<p>Лаборатория математического моделирования гидродинамических процессов в природной среде Лаборатория обработки изображений</p> <p>1) Новые методы оперативных оценок ситуаций с использованием ортогональных базисных пространств и последовательного усвоения данных мониторинга в моделях динамики и химии атмосферы.</p>

					2) Новые высокопроизводительные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли, использующие гетерогенные вычислительные ресурсы Сибирского Суперкомпьютерного Центра. Пененко Владимир Викторович Пяткин Валерий Павлович
2. Вычислительная математика. "Суперкомпьютерное статистическое моделирование переноса излучения с учетом различных трехмерных и, в том числе, стохастических функциональных характеристик радиационной модели среды" (№ 0315-2015-0013)	1) Разработать и апробировать суперкомпьютерный алгоритм метода Монте-Карло для оценки вероятностных моментов характеристического числа уравнения переноса частиц с размножением в случайно возмущенной среде. На этой основе построить оценку соответствующей вероятности надкритичности процесса. С помощью суперкомпьютерных вычислений для тестовой сферически симметричной случайной среды исследовать возможность использования здесь метода гомогенизации на основе теории малых возмущений. 2) Для решения задачи о переносе заряженных частиц под действием внешнего силового поля разработать новые алгоритмы метода Монте-Карло с использованием метода максимального сечения для моделирования свободного пробега. Провести сравнение такого способа моделирования с уже имеющимся (шагами по времени) с помощью метода зависимых испытаний на основе разбиения последовательности псевдослучайных чисел соответственно типам элементов траектории. 3) На основе построенной модификации весового метода подобных траекторий с ветвлением соответственно параметрическому максимуму	1 757.00	-	-	Лаборатория методов Монте – Карло Лаборатория стохастических задач 1) Будет разработан и апробирован суперкомпьютерный алгоритм метода Монте-Карло для оценки вероятностных моментов характеристического числа уравнения переноса частиц с размножением в случайно возмущенной среде. На этой основе будет строиться оценка соответствующей вероятности надкритичности процесса. С помощью суперкомпьютерных вычислений для тестовой сферически симметричной случайной среды будет исследована возможность использования здесь метода гомогенизации на основе теории малых возмущений. 2) Будут разработаны новые алгоритмы метода Монте-Карло для моделирования свободного пробега частицы с помощью метода максимального сечения в задаче переноса заряженных частиц под действием внешнего силового поля. В частности, будет проведено сравнение такого способа моделирования с уже имеющимся (шагами по времени) с помощью метода зависимых испытаний на основе разбиения

вспомогательного веса осуществить минимаксную по параметрам оптимизацию модифицированного «транспортного приближения» с дополнительным выделением в индикатрисе рассеяния «дельта-функции», соответствующей рассеянию назад. С этой целью вычислить параметрические производные методом Монте-Карло для упрощенной модели с изотропным рассеянием.

4) Разработать параллельные алгоритмы численного статистического моделирования движения заряженных частиц в газах с учетом собственного поля электронов. С этой целью предложить оптимальный способ обмена информацией между процессорами с использованием супер-эвм с гибридной архитектурой (с процессорами Intel Xeon Phi и графическими процессорами Nvidia).

5) Разработать новый суперкомпьютерный алгоритм для глобальной оценки решения нелинейного кинетического уравнения Больцмана и применить его к решению задачи о релаксации простого газа (модель межмолекулярного взаимодействия - твёрдые сферы). Для контроля будут применяться статистические «ядерные» оценки (с подходящим микрогруппированием выборки).

6) Исследовать особенности угловых и поляризационных характеристик излучения в облачной атмосфере в зависимости от типа облачности (включая случайные модели облачности, кристаллические облака).

7) На основе суперкомпьютерных численных экспериментов провести сравнительное исследование эффективности разработанных и новых статистических алгоритмов оценки

последовательности псевдослучайных чисел соответственно типам элементов траектории.

3) На основе построенной модификации весового метода подобных траекторий с ветвлением траектории цепи соответственно параметрическому максимуму вспомогательного веса будет осуществлена минимаксная по параметрам оптимизация «транспортного приближения», в котором дополнительно в индикатрисе выделяется «дельта-функция», соответствующая рассеянию назад. С этой целью будут вычислены параметрические производные методом Монте-Карло для упрощенной модели с изотропным рассеянием.

4) Будут разработаны параллельные алгоритмы численного статистического моделирования движения заряженных частиц в газах с учетом собственного поля электронов. С этой целью будет предложен оптимальный способ обмена информацией между процессорами с использованием супер-эвм с гибридной архитектурой (с процессорами Intel Xeon Phi и графическими процессорами Nvidia).

5) Будет разработан новый суперкомпьютерный алгоритм для глобальной оценки решения нелинейного кинетического уравнения Больцмана и применен к решению задачи о релаксации простого газа (модель межмолекулярного взаимодействия - твёрдые сферы). Для контроля будут применяться статистические «ядерные» оценки (с подходящим микрогруппированием выборки).

6) Будут исследованы особенности угловых и поляризационных характеристик излучения в облачной атмосфере в зависимости от типа

	<p>функциональных пространственно-угловых характеристик излучений, проходящих через оптически толстые слои рассеивающего и поглощающего вещества. Изучить влияние поляризации на рассматриваемые функциональные характеристики и необходимость её учета в рассматриваемых задачах переноса излучения.</p> <p>8) Разработать эффективные алгоритмы моделирования периодически коррелированных процессов, однородных и неоднородных пространственных и пространственно-временных метеорологических случайных полей с использованием реальных данных.</p> <p>9) Разработать численное статистическое моделирование импульсных эхо-сигналов, отраженных верхними слоями океана, в проблеме оптического дистанционного зондирования системы океан-атмосфера лидарами аэрокосмического базирования.</p>				<p>облачности (включая случайные модели облачности, кристаллические облака).</p> <p>7) На основе суперкомпьютерных численных экспериментов будет проведено сравнительное исследование эффективности разработанных и новых статистических алгоритмов оценки функциональных пространственно-угловых характеристик излучений, проходящих через оптически толстые слои рассеивающего и поглощающего вещества. Будет изучено влияние поляризации на рассматриваемые функциональные характеристики и определена необходимость её учета в рассматриваемых задачах переноса излучения.</p> <p>8) Будут разработаны эффективные алгоритмы моделирования периодически коррелированных процессов, однородных и неоднородных пространственных и пространственно-временных метеорологических случайных полей с использованием реальных данных.</p> <p>9) Будут разработаны новые алгоритмы численного статистического моделирования импульсных эхо-сигналов, отраженных верхними слоями океана, в проблеме оптического дистанционного зондирования системы океан-атмосфера лидарами аэрокосмического базирования.</p> <p>Михайлов Геннадий Алексеевич</p>
<p>4. Высоко-производительные вычисления.</p> <p>"Создание высокопроизводительной информационно-вычислительной</p>	<p>1) Проведение комплексных испытаний HPC Community Cloud, разработка и тестирование приложений крупномасштабного численного моделирования на объединении суперкомпьютеров (построение суперкомпьютерного grid).</p>	<p>216.00</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>Лаборатория синтеза параллельных программ Лаборатория Сибирский суперкомпьютерный центр</p>

<p>системы на базе ЦКП ССКЦ СО РАН" (№ 0315-2015-0014)</p>	<p>2) Ввод в эксплуатацию и организация удаленного доступа пользователям ЦКП ССКЦ к новому кластеру НКС-1П. 3) Установка последних версий свободно распространяемых пакетов (Quantum Espresso, Gromacs, OpenFOAM, DVM и др). 4) Модернизация и предоставление ресурсов для продолжения эксплуатации виртуальной системы обработки данных экспериментов на установках физики высоких энергий ИЯФ СО РАН. 5) Подключение кластера НКС-1П к суперкомпьютерной сети GridННЦ.</p>				<p>1) Будет проведен анализ эффективности выполнения приложений на объединении суперкомпьютеров посредством системы HPC Community Cloud. Сформулированы задачи по оптимизации системных алгоритмов LuNA и NumGrid. 2) Будет повышено качество научных исследований за счет увеличения вычислительных мощностей ЦКП ССКЦ ИВМиМГ СО РАН. 3) Будут привлечены новые пользователи из академических организаций, входящих в структуру ФАНО. Малышкин Виктор Эммануилович Глинский Борис Михайлович</p>
<p>3. Математическое моделирование. "Новые информационные и вычислительные технологии для решения актуальных проблем естествознания, в частности, задач геофизики и атмосферной оптики" (№ 0315-2015-0015)</p>	<p>1) Разработка вычислительной модели процесса фильтрационного горения газа на высокопроизводительных вычислительных системах, и, в частности, разработка неявных и явно-неявных параллельных алгоритмов решения двумерных задач фильтрационного горения газа с реализацией на современных многопроцессорных кластерах. 2) Разработка блоков прямого управления в фрагментированной программе на базе сетей Петри. 3) Разработка ряда распределенных системных алгоритмов с локальными взаимодействиями для реализации системных функций автоматического конструирования программ, в первую очередь, функции распределения ресурсов. . 4) Разработка начального варианта системы распределенных интеллектуальных алгоритмов в задаче суперкомпьютерного статистического</p>	<p>570.00</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>Лаборатория математических задач геофизики Лаборатория стохастических задач Лаборатория методов Монте – Карло Лаборатория синтеза параллельных программ Лаборатория вычислительной физики Лаборатория математических задач химии</p> <p>1) Будут разработаны и реализованы в виде программных кодов для супер-ЭВМ явно-неявные и неявные параллельные методы решения задач фильтрационного горения газа в режиме низких скоростей. Будет численно исследованы вопросы точности и устойчивости построенных алгоритмов. 2) Будут разработаны и реализованы блоки прямого управления в фрагментированной программе на базе сетей Петри. 3) Будут разработаны фундаментальные и</p>

моделирования ионизационного размножения электронов.

5) Разработка системы распределенных алгоритмов для моделирования процессов переноса импульсных лазерных сигналов в аэрозольной атмосфере в приложении к проблеме активного аэрокосмического зондирования облачности.

6) Разработка и исследование методов параллельной реализации синхронных и асинхронных клеточно-автоматных моделей естественных процессов на современных многопроцессорных вычислительных комплексах.

7) Разработка и исследование “сверхпараллельных” неявных итерационных методов в полиномиальных и рациональных подпространствах Крылова для решения больших разреженных СЛАУ на основе разложения рациональных функций в простые дроби, а также применения методов наименьших квадратов для построения предобуславливающих проекторов.

8) Разработка алгоритмов и программ моделирования распространения упругих волн в сложно построенных упругих средах для современных гибридных вычислительных комплексов.

9) Численное исследование поляризационных характеристик эхо-сигнала терагерцового лазера наземного базирования, отраженного нижней кромкой слоистообразной облачности.

10) Численные эксперименты по определению пространственно-временных характеристик поля лазерного излучения в кристаллических облаках от лидера аэрокосмического базирования.

11) Разработка алгоритмов статистического моделирования переноса импульса лазерного

технологические системные алгоритмы для асинхронного распределенного решения задач распределения ресурсов мульткомпьютеров с большим числом процессоров.

4) Будет разработан начальный вариант системы распределенных интеллектуальных алгоритмов реализовать в задаче суперкомпьютерного статистического моделирования ионизационного размножения электронов.

5) Будет разработана система распределенных алгоритмов адаптировать к моделированию процессов переноса импульсных лазерных сигналов в аэрозольной атмосфере в приложении к проблеме активного аэрокосмического зондирования облачности.

6) Будет исследовано влияние отношения скоростей протекания диффузии и реакции в DLA-процессах (Diffusion Limited Aggregation) на эффективность параллельных реализаций клеточно-автоматных моделей синхронного и асинхронного типа. Будет реализована система клеточно-автоматного моделирования газопорошковых потоков с использованием веб-интерфейса проекта HPC Community Cloud.

7) Будут разработаны и экспериментально исследованы новые итерационные алгоритмы решения СЛАУ с дополнительными средствами распараллеливания, значительно повышающими производительность вычислений на многопроцессорных кластерных системах.

8) Будут разработаны алгоритмы и программы моделирования распространения упругих волн в сложно построенных упругих средах для современных гибридных вычислительных комплексов.

	<p>излучения через взволнованную морскую поверхность для решения задач лазерного зондирования океана из космоса.</p> <p>12) Разработка эффективных алгоритмов моделирования периодически коррелированных процессов, однородных и неоднородных пространственных и пространственно-временных метеорологических случайных полей с использованием реальных данных.</p>				<p>9) Будут численно исследованы поляризационные характеристики эхо-сигнала терагерцового лазера наземного базирования, отраженного нижней кромкой слоистообразной облачности.</p> <p>10) Будут выполнены численные эксперименты по определению пространственно-временных характеристик поля лазерного излучения в кристаллических облаках от лидара аэрокосмического базирования.</p> <p>11) Будут разработаны алгоритмы статистического моделирования переноса импульса лазерного излучения через взволнованную морскую поверхность для решения задач лазерного зондирования океана из космоса.</p> <p>12) Будут разработаны алгоритмы численного моделирования кусочно-постоянных случайных процессов с периодическими свойствами. Алгоритмы будут построены с использованием матрицы переходных вероятностей, периодически зависящей от времени.</p> <p>Кабанихин Сергей Игоревич Михайлов Геннадий Алексеевич</p>
<p>3. Математическое моделирование.</p> <p>"Прогнозирование катастроф для природной среды России: математическое моделирование сейсмоопасных зон, цунамириска, загрязнений окружающей среды и изменений климата" (№ 0315-2015-0016)</p>	<p>1) Исследование условий единственности и устойчивости решения задач определения источника волновых процессов;</p> <p>2) Разработка методов определения источников акустических и сейсмических волн;</p> <p>3) Разработка методов численной регуляризации задач продолжения физических полей с части границы;</p> <p>4) Решение прямой задачи о распространении сейсмических волн в задаче томографии.</p> <p>5) Создание математической модели и разработка</p>	649.00	-	-	<p>Лаборатория математических задач геофизики Лаборатория геофизической информатики Лаборатория математического моделирования волн цунами Лаборатория Сибирский суперкомпьютерный центр Лаборатория математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере Лаборатория математического моделирования гидродинамических процессов в природной среде</p>

численного алгоритма решения динамической задачи моделирования распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн для совмещённой модели "Земля–Атмосфера " при наличии ветра в атмосфере;

6) Численное моделирование распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн от источников разного типа располагающихся в твердой среде вблизи границы и на границе Земля–Атмосфера;

7) Исследование особенностей распространения волнового поля при наличии неоднородностей в упругой среде вблизи поверхности и исследовать случаи генерации акустических волн сейсмическими волнами, рассеянными на приповерхностных неоднородностях.

8) Изучение методами математического моделирования и активной сейсмологии закономерностей затухания вибросейсмических волн на профилях регистрации в южной части Байкальской рифтовой зоны.

9) Разработка алгоритмов и программного обеспечения для повышения соотношения сигнал/шум при выделении сейсмических сигналов на основе пространственно-временной фильтрации и подавления импульсных помех.

10) Создание математической модели насыщенных пористых сред с вязкоупругой реологией; численное исследование распространения сейсмических волн в совмещённой модели вязкоупругой и пористой сред с учётом диссипации энергии и заданным механизмом последствия; численное моделирование областей дилатации для композитной среды, содержащей вязкоупругие и пористые компоненты.

1) Будет проведено исследование условий единственности и устойчивости решения задач определения источника волновых процессов;

2) Будут разработаны методы определения источников акустических и сейсмических волн;

3) Будут разработаны методы численной регуляризации задач продолжения физических полей с части границы;

4) Будет решена прямая задача о распространении сейсмических волн в задаче томографии.

5) Будет создана математическая модель и разработан численный алгоритм решения динамической задачи моделирования распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн для совмещённой модели "Земля–Атмосфера " при наличии ветра в атмосфере;

6) Будет проведено численное моделирование распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн от источников разного типа располагающихся в твердой среде вблизи границы и на границе Земля–Атмосфера;

7) Будут исследованы особенности распространения волнового поля при наличии неоднородностей в упругой среде вблизи поверхности и исследовать случаи генерации акустических волн сейсмическими волнами, рассеянными на приповерхностных неоднородностях.

8) Будет проведено изучение методами математического моделирования и активной сейсмологии закономерностей затухания вибросейсмических волн на профилях регистрации в южной части Байкальской рифтовой зоны.

11) Численное моделирование сильнейших исторических цунами Дальневосточного региона.

12) Создание синтетического каталога расчетных и наблюдаемых высот волн цунами в береговых точках.

13) Получение оценок повторяемости высот волн в различных точках побережья.

14) Разработка алгоритма для распространения поперечных волн с использованием преобразований Лежандра по угловой и Лагерра по временной переменной с высокоточной разностной схемой по пространству; проведение серии вычислительных экспериментов для современных моделей вертикально-неоднородной Земли.

15) Развитие методики оценок экологических рисков для регионов-рецепторов

16) Проведение серии расчетов по моделированию речного стока на расширенном классе моделей программы SMIP-5 и оценка влияния результатов ансамбля моделей на пресноводный баланс Северного Ледовитого океана (СЛО).

17) Изучение тенденций климатических характеристик в Арктическом регионе, возникающих вследствие глобального потепления, освобождения акваторий от ледяного покрова в конце XX века и согласно сценарным расчетам на XXI век.

18) Разработка методов мониторинга территорий Арктики на основе подхода прямого и обратного моделирования.

19) Построение модели реконструкции загрязнения местности мгновенными источниками на основе постановок обратных задач переноса полидисперсных примесей в атмосфере. Численное моделирование оптимальных планов отбора проб.

9) Будут разработаны алгоритмы и программное обеспечение для повышения соотношения сигнал/шум при выделении сейсмических сигналов на основе пространственно-временной фильтрации и подавления импульсных помех.

10) Будет создана математическая модель насыщенных пористых сред с вязкоупругой реологией. Будет проведено численное исследование распространения сейсмических волн в совмещенной модели вязкоупругой и пористой сред с учётом диссипации энергии и заданным механизмом последствия. Будет проведено численное моделирование областей дилатации для композитной среды, содержащей вязкоупругие и пористые компоненты.

11) Будет проведено численное моделирование сильнейших исторических цунами Дальневосточного региона.

12) Будет осуществлено создание синтетического каталога расчетных и наблюдаемых высот волн цунами в береговых точках.

13) Будут получены оценки повторяемости высот волн в различных точках побережья.

14) Будет разработан алгоритм для распространения поперечных волн с использованием преобразований Лежандра по угловой и Лагерра по временной переменной с высокоточной разностной схемой по пространству. Провести серию вычислительных экспериментов для современных моделей вертикально-неоднородной Земли.

15) Оценка областей загрязнения атмосферы Байкальского региона от лесных пожаров с использованием 4D мезо-региональной модели гидротермодинамики и модели переноса примесей

Апробация моделей оценивания полей на данных измерений уровней радиоактивного загрязнения в результате аварийных выбросов радионуклидов на Сибирском химическом комбинате и на АЭС «Фукусима – 1».

20) Оценивание параметров дисперсного состава примеси в источнике на данных маршрутных наблюдений и априорных сведениях о функциях распределения.

21) Разработка модели оценивания загрязнения территорий от поверхностных источников с использованием данных о выносе пыли от хвостохранилищ.

22) Оценка и картографирование полей длительного загрязнения на данных мониторинговых исследований выпадения пыли на снежный покров в окрестностях цементного и электродного заводов. Проведение совместного анализа спутниковых и наземных наблюдений пыли в снежном покрове и выявление функциональных связей.

23) Адаптация вычислительной технологии 3D моделирования сейсмических полей для неоднородных упругих сред на архитектуру нового кластера ССКЦ (НКС-1П, содержащего 16-ядерные процессоры Intel и 68-ядерные процессоры KNL).

24) Проведение численных расчетов для неоднородных структур, характерных для магматических вулканов на кластере НКС-1П.

25) На основе завершенных в 2016 г. теоретических исследований и поддерживаемых в лаборатории ММВЦ баз данных по наблюдениям цунами в Дальневосточном и других регионах Тихого океана провести исследование

в областях со сложным рельефом.

16) Будет проведена серия расчетов по моделированию речного стока на расширенном классе моделей программы SMIP-5 и оценка влияния результатов ансамбля моделей на пресноводный баланс Северного Ледовитого океана (СЛО).

17) Будут изучены тенденции климатических характеристик в Арктическом регионе, возникающие вследствие глобального потепления, освобождения акваторий от ледяного покрова в конце XX века и согласно сценарным расчетам на XXI век.

18) Будут разработаны методы мониторинга территорий Арктики на основе подхода прямого и обратного моделирования.

19) На основе постановок обратных задач переноса полидисперсных примесей в атмосфере будут построены модели реконструкции загрязнения местности мгновенными источниками, будут численно промоделированы оптимальные планы отбора проб. Апробацию моделей оценивания полей предполагается провести на данных измерений уровней радиоактивного загрязнения в результате аварийных выбросов радионуклидов на Сибирском химическом комбинате и на АЭС «Фукусима – 1».

20) На данных маршрутных наблюдений и априорных сведениях о функциях распределения дисперсного состава примеси в источнике будет исследована задача оценивания их параметров.

21) Будет разработана модель оценивания загрязнения территорий от поверхностных источников. Для валидации модели будут использованы данные о выносе пыли от

эффективности возбуждения цунами от глубины очага подводного землетрясения и морфологических особенностей дна океана в очаговой области.

26) Разработка вариационной версии модели параметризации турбулентности подсеточных масштабов, применимой для различных типов стратификации атмосферы в условиях естественных и антропогенных воздействий.

хвостохранилищ.

22) Будут оценены и картографированы поля длительного загрязнения на данных мониторинговых исследований выпадения пыли на снежный покров в окрестностях цементного и электродного заводов. Совместный анализ спутниковых и наземных наблюдений пыли в снежном покрове и выявление функциональных связей.

23) Будут модифицированы 3D алгоритмы и разработаны высокопроизводительные параллельные программы для моделирования сейсмических полей с высокой степенью масштабирования.

24) На примере стратовулкана Эльбрус будет исследована возможность вибросейсмического мониторинга структуры магматических каналов с целью прогнозирования возможных извержений.

25) Будет получена зависимость эффективности возбуждения цунами от глубины очага подводного землетрясения и морфологических особенностей дна океана в очаговой области. Результаты найдут приложение в службе оперативного прогноза цунами на Дальневосточном побережье РФ.

26) Вариационная версия модели параметризации турбулентности подсеточных масштабов, применимой для различных типов стратификации атмосферы в условиях естественных и антропогенных воздействий, и численные алгоритмы для её реализации в составе объединенной модели гидротермодинамики и химии атмосферы. Результаты расчетов.

Кабанихин Сергей Игоревич

Ковалевский Валерий Викторович

Гусяков Вячеслав Константинович

<p>3. Математическое моделирование.</p> <p>"Современные вычислительные технологии решения больших задач естествознания, геофизики, физики атмосферы и океана и охраны окружающей среды, в том числе, в интересах освоения Арктики и Сибири" (№ 0315-2015-0017)</p>	<p>1) Построение и численное обоснование сходимости дискретного аналога сопряженно-операторной модели стационарной задачи теплопроводности в криволинейных координатах с применением аппроксимации повышенного порядка точности для опорного оператора.</p> <p>2) Разработка численных моделей случайных полей электромагнитного излучения, проходящего через стохастические рассеивающие и поглощающие среды.</p> <p>3) Численное исследование процессов переноса частиц с размножением в сферических средах со случайной плотностью.</p> <p>4) Разработка новой весовой оценки линейного функционала от решения системы линейных интегральных уравнений 2-го рода, построенной на основе ветвления траекторий цепи Маркова.</p> <p>5) Построение параллельных алгоритмов численного статистического моделирования на суперЭВМ с гибридной архитектурой.</p> <p>6) Разработка и реализация на суперЭВМ параллельных алгоритмов статистического моделирования для нахождения констант временных асимптотик потоков поляризованного излучения.</p> <p>7) Разработка алгоритмов статистического моделирования в проблеме лазерного наземного и аэрокосмического зондирования атмосферы, облаков и океана.</p> <p>8) Построение численных радиационных моделей аэрозольной атмосферы и стохастической облачности разных типов.</p>	<p>577.00</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>Лаборатория математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере Лаборатория математического моделирования гидродинамических процессов в природной среде Лаборатория методов Монте – Карло Лаборатория вычислительной физики Лаборатория математических задач химии Лаборатория численного анализа и машинной графики</p> <p>1) Будет построен и численно обоснован дискретный аналог сопряженно-операторной модели стационарной задачи теплопроводности в криволинейных координатах с применением аппроксимации повышенного порядка точности для опорного оператора.</p> <p>2) Теории переноса электромагнитного излучения в стохастических рассеивающих и поглощающих средах с приложениями к актуальным задачам атмосферной оптики и задачам дистанционного зондирования аэрозольной атмосферы, облачности и океана.</p> <p>3) Вычисления различных функционалов от решения линейных и нелинейных уравнений Больцмана с целью численного исследования процессов релаксации смесей химически нейтральных и химически реагирующих газов с различными концентрациями компонентов.</p> <p>4) Моделирования случайных полей метеозлементов атмосферы применительно к проблемам статистической метеорологии и, в частности, создания так называемых «генераторов</p>
--	---	---------------	----------	----------	--

9) Разработка новых алгоритмов решения кинетического уравнения Смолуховского с нелинейными коэффициентами коагуляции.

10) Суперкомпьютерная реализация приближённого решения нелинейного кинетического уравнения Больцмана в условиях однородной релаксации смеси двух химически нейтральных газов.

11) Построение алгоритмов численного стохастического моделирования многомерных негауссовских нестационарных атмосферных процессов и неоднородных полей.

12) Для численно реализуемых модельных "пуассоновских" изотропных случайных сред будут построены специальные экономичные алгоритмы метода «мажорантного сечения», который позволяет строить реализации свободного пробега частицы в геометрически сложных средах.

13) Разработка метода двойной рандомизации для изучения влияния стохастичности среды на интенсивность проходящего излучения с вычислением вероятностных моментов функционалов.

14) Изучение вопроса об определяющей роли корреляционного масштаба случайной среды для оценки среднего значения вероятности прохождения частицы, а также дисперсии флуктуаций этой вероятности.

15) Развитие вариационного подхода для построения численных моделей гидротермодинамики атмосферы и вычислительно эффективных алгоритмов для их реализации

16) Создание и апробация новой версии модели океана, основанной на параллельных вычислениях

погоды».

5) Новые алгоритмы для решения прямых и обратных задач по изучению свойств и моделированию процессов развития в окружающей среде и в живых системах.

6) Для численно реализуемых модельных "пуассоновских" изотропных случайных сред будут построены специальные экономичные алгоритмы метода «мажорантного сечения», который позволяет строить реализации свободного пробега частицы в геометрически сложных средах. Это позволит использовать "метод двойной рандомизации" для оценки влияния стохастичности на интенсивность проходящего излучения. Этим методом будут получены оценки дисперсии вероятности прохождения для локализованного и распределенного источников.

7) Будет дополнительно разработан метод двойной рандомизации для изучения влияния стохастичности среды на интенсивность проходящего излучения с вычислением вероятностных моментов функционалов.

8) Будет изучен вопрос об определяющей роли корреляционного масштаба случайной среды для оценки среднего значения вероятности прохождения частицы, а также дисперсии флуктуаций этой вероятности.

9) Алгоритм расчета термодинамических характеристик атмосферы

10) Будет создана новая версия модели океана, основанная на параллельных вычислениях с помощью метода декомпозиции области.

11) Будет усовершенствован модуль, обеспечивающий взаимодействие моделей океана, льда и атмосферы.

	<p>с помощью метода декомпозиции области.</p> <p>17) Будет усовершенствован модуль, обеспечивающий взаимодействие моделей океана, льда и атмосферы.</p> <p>18) Разработка методов численного анализа данных мониторинга и идентификации площадных источников примесей на территории Сибирского региона на основе подхода прямого и обратного моделирования.</p> <p>19) Исследование поведения потоковых схем расщепления на неравномерных сетках и даны рекомендации по уменьшению погрешности.</p> <p>20) Разработка многомерных вычислительных моделей течения двухфазной жидкости в сильно гетерогенных трещиновато-пористых средах. При этом гомогенизация будет осуществляться, как на основе модели двойной пористости, так и использованием сильно осциллирующего коэффициента проницаемости. Основной упор делается на кластерной реализации данных подходов.</p> <p>21) Разработка и исследование разрывных методов Галеркина различных порядков точности для решения трехмерного уравнения теплопроводности с фазовым переходом в температурной и энтальпийной постановках на адаптивных неструктурированных сетках.</p> <p>22) Развитие вариационного подхода с сопряженными интегрирующими множителями в математических моделях атмосферных процессов и живых систем.</p>				<p>12) Будут разработаны методы численного анализа данных мониторинга и идентификации площадных источников примесей на территории Сибирского региона на основе подхода прямого и обратного моделирования.</p> <p>13) Будет исследовано поведение потоковых схем расщепления на неравномерных сетках и даны рекомендации по уменьшению погрешности.</p> <p>14) Будет разработан параллельный код, реализующий 3D вычислительные модели фильтрации многофазной жидкости в трещиновато-пористых средах.</p> <p>15) Будут разработаны и экспериментально исследованы разрывные методы Галеркина различных порядков точности для решения трехмерных смешанных краевых задач со сложными геометрическими и материальными характеристиками для уравнения теплопроводности с фазовыми переходами в температурной и энтальпийной постановках.</p> <p>Коновалов Анатолий Николаевич Михайлов Геннадий Алексеевич Пененко Владимир Викторович</p>
<p>2. Вычислительная математика.</p> <p>"Сеточные методы для</p>	<p>Этап 2017 г.</p> <p>1) Разработка алгоритмов построения</p>	<p>10 398.98</p>	<p>10 303.25</p>	<p>10 281.48</p>	<p>Лаборатория численного анализа и машинной графики</p>

высокопроизводительных ЭВМ и их применение в задачах естествознания, в том числе при построении многомерных вычислительных моделей для задач динамической теории упругости и тепломассопереноса в сильно неоднородных средах" (№ 0315-2016-0001)

теоретических сейсмограмм для трехмерных задач динамики в сложно-построенных средах (упругость, вязкоупругость);
2) Построение дискретных аналогов сопряжено-операторных моделей в криволинейных координатах;
3) Разработка подходов к построению и обоснованию экономичных явно-разрешимых алгоритмов решения задач механики сжимаемых сред;
4) Разработка алгоритма фотореалистического рендеринга сцен, состоящих из прозрачных оптически анизотропных (изотропных, одноосных и двуосных) кристаллов с учетом поляризации и интерференции света.

Этап 2018 г.

1) Разработка подходов к построению и обоснованию экономичных явно-разрешимых алгоритмов с контролируемым дисбалансом полной энергии для полностью консервативных нестационарных дискретных моделей для задач, основанных на уравнениях параболического и гиперболического типов;
2) Построение дискретных аналогов сопряжено-операторных моделей на нестыкующихся сетках;
3) Разработка алгоритма фотореалистического рендеринга сцен, состоящих из кристаллических агрегатов прозрачных оптически анизотропных (изотропных, одноосных и двуосных) кристаллов с учетом поляризации и интерференции света.

Этап 2019 г.

Этап 2017 г.

1) Будут разработаны алгоритмы построения теоретических сейсмограмм для трехмерных задач динамики в сложно-построенных средах (упругость, вязкоупругость), которые послужат основой создания математического обеспечения для многопроцессорных ЭВМ;
2) Будет построен дискретный аналог сопряжено-операторной модели задачи теплопроводности в криволинейных координатах;
3) Будут разработаны подходы к построению и обоснованию экономичных явно-разрешимых алгоритмов решения задач механики сжимаемых сред;
4) Будет разработан алгоритм фотореалистического рендеринга сцен, состоящих из кристаллов прозрачных оптически анизотропных (изотропных, одноосных и двуосных) кристаллов с учетом поляризации и интерференции света.

Этап 2018 г.

1) Будут разработаны подходы к построению и обоснованию экономичных явно-разрешимых алгоритмов с контролируемым дисбалансом полной энергии для полностью консервативных нестационарных дискретных моделей для задач, основанных на уравнениях параболического и гиперболического типов;
2) Будет построен дискретный аналог сопряжено-операторной модели задачи теории упругости на нестыкующихся сетках;

	<p>1) Исследование свойств разработанных дискретных моделей для уравнений параболического и гиперболического типов;</p> <p>2) Построение дискретных аналогов сопряжено-операторных моделей на нестыкующихся сетках;</p> <p>3) Разработка параллельного алгоритма ускорения трассировки лучей при расчете фотореалистических изображений сцен, состоящих из кристаллических агрегатов прозрачных оптически анизотропных сред.</p>				<p>3) Будет разработан алгоритм фотореалистического рендеринга сцен, состоящих из кристаллических агрегатов прозрачных оптически анизотропных (изотропных, одноосных и двуосных) кристаллов с учетом поляризации и интерференции света.</p> <p>Этап 2019 г.</p> <p>1) Будут исследованы свойства разработанных дискретных моделей для уравнений параболического и гиперболического типов;</p> <p>2) Будет построен дискретный аналог сопряжено-операторной модели задачи теплопроводности в криволинейных координатах на нестыкующихся сетках;</p> <p>3) Будет разработан параллельный алгоритм ускорения трассировки лучей при расчете фотореалистических изображений сцен, состоящих из кристаллических агрегатов прозрачных оптически анизотропных сред.</p> <p>Дебелов Виктор Алексеевич</p>
<p>2. Вычислительная математика.</p> <p>"Разработка весовых параметрических алгоритмов статистического моделирования для суперкомпьютерного решения многомерных задач в естественных и технических науках" (№ 0315-2016-0002)</p>	<p>Этап 2017 г.</p> <p>1) Разработка алгоритмов рандомизированного проекционного метода и статистических «ядерных» оценок для глобальной оценки решений кинетических уравнений методом Монте-Карло;</p> <p>2) Разработка новых практически эффективных весовых алгоритмов моделирования для оценки статистически плохо определенных (в рамках исходной вероятностной модели) функционалов при решении широкого круга задач теории</p>	<p>26 432.25</p>	<p>26 276.45</p>	<p>26 375.46</p>	<p>Лаборатория методов Монте-Карло Лаборатория стохастических задач Лаборатория численного анализа стохастических дифференциальных уравнений</p> <p>Этап 2017 г.</p> <p>1) Будут разработаны алгоритмы рандомизированного проекционного метода и статистических «ядерных» оценок для глобальной</p>

переноса, диффузии и эволюции многочастичных ансамблей с учетом стохастической неоднородности среды;

3) Разработка новых численных методов решения стохастических дифференциальных уравнений в частных производных. Будет исследован новый подход к решению задачи прогнозирования для стохастических систем диффузионно-скачкообразного типа.

4) Исследование поведения квантовых систем методом Монте-Карло.

5) Построение кластерных алгоритмов решения автотранспортных задач.

Этап 2018 г.

1) Построение «реалистических» вычислительных моделей стохастических сред, размножающих частицы; разработка методов оценки параметров соответствующей эффективно осредненной модели, которая позволяет оценить вероятность надкритической ситуации;

2) На основе суперкомпьютерного моделирования исследование возможности построения осредненных радиационных моделей, воспроизводящих вероятность надкритических состояний стохастической среды, размножающей частицы

3) Разработка системы распределенных алгоритмов суперкомпьютерного статистического моделирования для численного исследования процессов переноса импульсных лазерных сигналов в аэрозольной атмосфере в приложении к проблеме активного аэрокосмического

оценки решений кинетических уравнений методом Монте-Карло;

2) Будут развиты подходы к построению новых стохастических моделей для численного анализа процессов, включающих в себя многомасштабные и флуктуирующие параметры, для таких задач, как перенос частиц в случайных средах с учетом рассеяния и влияния внешнего силового поля, транспорт в пористых средах, дислокации в кристаллах и аморфных полупроводниках;

3) Будут разработаны новые численные методы решения стохастических дифференциальных уравнений в частных производных. Будет исследован новый подход к решению задачи прогнозирования для стохастических систем диффузионно-скачкообразного типа;

4) Будет создан алгоритм решения стохастических систем диффузионно-скачкообразного типа.

5) Будет разработан алгоритм для численного анализа взаимодействия солитонов в световых волноводах.

6) Будут созданы кластерные алгоритмы решения автотранспортных задач.

Этап 2018 г.

1) Будут построены «реалистические» вычислительные модели стохастических сред, размножающих частицы; разработаны методы оценки параметров соответствующей эффективно осредненной модели, которая позволяет оценить вероятность надкритической ситуации;

2) На основе суперкомпьютерного моделирования будет исследована возможность построения

зондирования облачности;

- 4) Будут разработаны параллельные алгоритмы и программы для параметрического анализа решений стохастических уравнений математической физики. Будут проведены численные эксперименты со статистическим моделированием стохастических процессов в гидродинамике и квантовой механике. Будут построены новые подходы и алгоритмы статистического моделирования решения кинетической модели автотранспортного потока;
- 5) Разработка параллельных алгоритмов и программ для параметрического анализа решений стохастических уравнений математической физики.
- 6) Разработка метода оптимизации параметров теплозащитной обшивки самолета.

Этап 2019 г.

- 1) Разработка алгоритмов суперкомпьютерного моделирования случайных процессов и полей для решения различных задач естествознания и техники с учетом разномасштабных случайных флуктуаций параметров, и, в частности, для оценки вероятностей возникновения экстремальных ситуаций в изучаемых системах;
- 2) Разработка параллельных алгоритмов статистического моделирования решений систем нелинейных СДУ в частных производных. Проведение моделирования процесса нуклеации с помощью стохастических дифференциальных уравнений. Разработка алгоритмов численного анализа стохастических задач теории упругости

осредненных радиационных моделей, воспроизводящих вероятность надкритических состояний стохастической среды, размножающей частицы;

- 3) Будет разработана система распределенных алгоритмов суперкомпьютерного статистического моделирования для численного исследования процессов переноса импульсных лазерных сигналов в аэрозольной атмосфере в приложении к проблеме активного аэрокосмического зондирования облачности;
- 4) Будут разработаны параллельные алгоритмы и программы для параметрического анализа решений стохастических уравнений математической физики. Будут проведены численные эксперименты со статистическим моделированием стохастических процессов в гидродинамике и квантовой механике;
- 5) Будет разработан комбинированный алгоритм на основе численного решения СДУ и блуждания по цилиндрам для расчета теплового состояния сотовых теплозащитных панелей;
- 6) Будут проведены численные исследования новых статистических алгоритмов решения кинетической модели автотранспортного потока. Будут разработаны алгоритмы решения обратных задач теории автотранспортных потоков. Будет проведено исследование масштабируемости разработанных параллельных алгоритмов.

Этап 2019 г.

- 1) Будут построены новые алгоритмы суперкомпьютерного статистического моделирования случайных процессов и полей. На

	газовой динамики. 3) Построение кинетической модели формирования цены на рынке и проведение ее параметрического анализа.				этой основе, в частности, будут разработаны: численные методы исследования вероятностей экстремальных уровней температуры и осадков в стохастической метеорологии; алгоритмы многомасштабного статистического моделирования переноса частиц в рассеивающей и поглощающей случайно возмущенной среде с целью оценки вероятности надкритичности процесса; алгоритмы моделирования диффузии примеси с коагуляцией и химическими реакциями в случайном поле скоростей для оценки вероятностей экстремальных концентраций; алгоритмы оценки вероятности отказов при исследовании функционирования технических стохастических динамических систем с пуассоновскими флуктуациями параметров; 2) Будет создан комплекс программ для проведения параметрического анализа численного решения систем нелинейных СДУ в частных производных на суперкомпьютере; 3) Будет проведен параметрический анализ модели формирования цены, описываемой системой кинетических уравнений типа Больцмана, с помощью весового статистического моделирования. Михайлов Геннадий Алексеевич
3. Математическое моделирование. "Математическое моделирование, численные методы и высокопроизводительные информационно-вычислительные технологии для решения задач	Этап 2017 г. Математическое моделирование и обработка данных экспериментов по активному вибросейсмическому мониторингу, анализ результатов, создание базы данных и их интеграция в НИС вибросейсмических	14 788.86	14 691.40	14 598.62	Лаборатория геофизической информатики Лаборатория обработки изображений Этап 2017 г. Будет выполнено математическое моделирование и

активной сейсмологии и дистанционного зондирования Земли" (№ 0315-2016-0003)

исследований Байкальско-рифтовой зоны и прилегающих районов Монголии, Алтае-Саянского региона, Таманской грязевулканической провинции и Приэльбрусья. Анализ результатов исследования процессов формирования вибросейсмических волновых полей с учетом резонансных, нелинейных и интерференционных эффектов при вибрационном излучении и распространении сейсмических волн. На основе результатов численного моделирования и экспериментальных исследований развитие вибросейсмических исследований земной коры, вулканических структур и сейсмоопасных зон. Создание прототипа портала знаний (ПО) «Активная сейсмология», осуществляющего интеграцию знаний и данных на основе базовых онтологий ПО. Разработка библиотеки обработки и анализа данных ДЗЗ на ЭВМ с несколькими графическими ускорителями. Адаптация разработанной системы жёсткой кластеризации данных ДЗЗ к данным гиперспектральных сканеров. Визуализация макетного четырехмерного рельефа, созданного на основе простейшего четырехмерного многогранника – симплекса. Применение разработанных алгоритмов иерархической кластеризации к решению задач мониторинга загрязнений. Разработка и реализация оптимизационных методов решения прикладных задач ДЗЗ (улучшение качества изображений, снятие шумов, обнаружение аномальных структур и др.). Разработка двух новых последовательных непараметрических статистических критериев для задач скорейшего обнаружения на 3-х и 5-и зашумленных изображениях, зарегистрированных

обработка данных экспериментов по активному вибросейсмическому мониторингу, выполнен анализ результатов, создана база данных вибросейсмических исследований Байкальско-рифтовой зоны и прилегающих районов Монголии, Алтае-Саянского региона, Таманской грязевулканической провинции и Приэльбрусья. Будет проведен анализ результатов исследования процессов формирования вибросейсмических волновых полей с учетом резонансных, нелинейных и интерференционных эффектов при вибрационном излучении и распространении сейсмических волн. На основе результатов численного моделирования и экспериментальных исследований будет выполнено развитие вибросейсмических исследований земной коры, вулканических структур и сейсмоопасных зон. Будет создан прототип портала знаний (ПО) «Активная сейсмология», осуществляющего интеграцию знаний и данных на основе базовых онтологий ПО.

Будет разработана библиотека обработки и анализа данных ДЗЗ на ЭВМ с несколькими графическими ускорителями. Будет проведена адаптация разработанной системы жесткой кластеризации данных ДЗЗ к данным гиперспектральных сканеров. Будут разработаны алгоритмы визуализации четырехмерного рельефа, созданного на основе простейшего четырехмерного многогранника – симплекса. Разработанные алгоритмы иерархической кластеризации будут применены к решению задач мониторинга загрязнений. Будут разработаны и реализованы

в результате экспозиции треков (следов) объекта-цели, движущегося прямолинейно к центру важного объекта.

Этап 2018 г.

Математическое моделирование и проведение экспериментальных работ по мониторингу Южнобайкальского региона с целью верификации моделей строения земной коры в южной зоне Байкальского рифта. Обработка данных мониторинга с целью выявления малых вариаций скоростей сейсмических волн. Поиск и изучение информативных природных факторов, определяющих распространение и взаимодействие сопряженных геофизических полей в проблеме предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Разработка многофакторной модели взаимодействия полей. Полное формальное описание результатов концептуального моделирования предметной области. Организация функционирования и наполнение портала знаний ПО «Активная сейсмология», обеспечивающего интеграцию знаний и удобную навигацию как внутри НИС, так и во всей сети Интернет. Разработка технологий решения задач обработки и анализа данных ДЗЗ на гибридных высокопроизводительных кластерах, оснащенных GPU. Адаптация разработанной системы нечеткой кластеризации данных ДЗЗ к данным гиперспектральных сканеров. Разработка и реализация итерационных алгоритмов восстановления внутренней структуры грязевого вулкана. Разработка двух программ для задач скорейшего обнаружения на 3-х и 5-и

оптимизационные методы решения прикладных задач ДЗЗ (улучшение качества изображений, снятие шумов, обнаружение аномальных структур и др.). Будут разработаны два новых последовательных непараметрических статистических критерия для задач скорейшего обнаружения на 3-х и 5-и зашумленных изображениях, зарегистрированных в результате экспозиции треков (следов) объекта-цели, движущегося прямолинейно к центру важного объекта.

Этап 2018 г.

Будет выполнено математическое моделирование и проведены экспериментальные работы по мониторингу Южнобайкальского региона с целью верификации моделей строения земной коры в южной зоне Байкальского рифта. Будет выполнена обработка данных мониторинга с целью выявления малых вариаций скоростей сейсмических волн. Будет осуществлен поиск и изучение информативных природных факторов, определяющих распространение и взаимодействие сопряженных геофизических полей в проблеме предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Будет разработана многофакторная модель взаимодействия полей. Будет сделано полное формальное описание результатов концептуального моделирования предметной области. Будет организовано функционирование и наполнение портала знаний ПО «Активная сейсмология», обеспечивающего интеграцию знаний и удобную навигацию как внутри НИС, так

зашумленных изображениях зарегистрированных в результате экспозиции треков (следов) объекта-цели, движущегося прямолинейно к центру важного объекта. Разработка и реализация облачного Web-сервиса для решения прикладных задач ДЗЗ. Визуализация макетного четырехмерного рельефа, созданного на основе четырехмерного многогранника – 4D-кубов. Исследование и разработка алгоритмов оценки соответствия карт кластеризации и реальных данных

Этап 2019 г.

Математическое моделирование полных вибросейсмических полей для реалистичных моделей Байкальской рифтовой зоны (БРЗ). Сбор и обработка данных вибросейсмического мониторинга БРЗ, выделение временных вариаций вибросейсмических полей. Исследование физических эффектов взаимодействия сопряженных полей при вибросейсмическом воздействии. Расширение интернет-портала и базовых онтологий «Активная сейсмология», включение в мировую систему геоинформационных ресурсов.

Разработка и реализация методов улучшения границ в итерационных томографических алгоритмах обработки гиперспектральных данных ДЗЗ на основе методов стереологии. Разработка облачных технологий решения задач обработки и анализа данных ДЗЗ на гибридных высокопроизводительных кластерах, оснащенных GPU. Разработка двух новых последовательных

и во всей сети Интернет.

Будут разработаны технологии решения задач обработки и анализа данных ДЗЗ на гибридных высокопроизводительных кластерах, оснащенных GPU. Будет проведена адаптация разработанной системы нечеткой кластеризации данных ДЗЗ к данным гиперспектральных сканеров. Будут разработаны и реализованы итерационные алгоритмы восстановления внутренней структуры грязевого вулкана. Будут разработаны две программы для задач скорейшего обнаружения на 3-х и 5-и зашумленных изображениях зарегистрированных в результате экспозиции треков (следов) объекта-цели, движущегося прямолинейно к центру важного объекта. Будет разработан и реализован облачный Web-сервис для решения задач классификации данных ДЗЗ. Будут разработаны алгоритмы визуализации четырехмерного рельефа, созданного на основе четырехмерного многогранника – 4D-кубов. Будут исследованы и разработаны алгоритмы оценки соответствия карт кластеризации и реальных данных.

Этап 2019 г.

Будет выполнено математическое моделирование полных вибросейсмических полей для реалистичных моделей Байкальской рифтовой зоны (БРЗ). Будут осуществлены сбор и обработка данных вибросейсмического мониторинга БРЗ, выделение временных вариаций вибросейсмических полей. Будет выполнено исследование физических эффектов

непараметрических статистических критериев для задач скорейшего обнаружения в последовательности блоков (векторов) из 3-х и 5-и зашумленных изображений момента появления, зарегистрированных в результате экспозиции треков (следов) объекта-цели, движущегося прямолинейно к центру важного (охраняемого) объекта. Модификация иерархического гистограммного кластерного алгоритма к текстурным данным. Разработка и реализация облачного Web-сервиса для построения векторных полей перемещений природных объектов по серии спутниковых снимков на основе корреляционно-экстремального анализа. Исследование и разработка облачного сервиса динамических ссылок автоматического зеркалирования серверов облака. Визуализация макетного четырехмерного рельефа, созданного на основе композиции простейших четырехмерных многогранников – симплексов.

взаимодействия сопряженных полей при вибросейсмическом воздействии. Будет проведено расширение интернет-портала и базовых онтологий «Активная сейсмология», включение в мировую систему геоинформационных ресурсов. Будут разработаны и реализованы методы улучшения границ в итерационных томографических алгоритмах обработки гиперспектральных данных ДЗЗ на основе методов стереологии. Будут разработаны облачные технологии решения задач обработки и анализа данных ДЗЗ на гибридных высокопроизводительных кластерах, оснащенных GPU. Будут разработаны два новых последовательных непараметрических статистических критерия для задач скорейшего обнаружения в последовательности блоков (векторов) из 3-х и 5-и зашумленных изображений момента появления, зарегистрированных в результате экспозиции треков (следов) объекта-цели, движущегося прямолинейно к центру важного (охраняемого) объекта. Алгоритм иерархической гистограммной кластеризации будет адаптирован для текстурных данных. Будет произведен анализ результатов и сравнение с наземными измерениями для лесных объектов.

Будет разработан и реализован облачный Web-сервис для построения векторных полей перемещений природных объектов по серии спутниковых снимков на основе корреляционно-экстремального анализа. Будет разработан облачный сервис динамических ссылок автоматического зеркалирования серверов облака. Будут разработаны алгоритмы визуализации

					<p>четырёхмерного рельефа, созданного на основе композиции простейших четырёхмерных многогранников – симплексов.</p> <p>Ковалевский Валерий Викторович Пяткин Валерий Павлович</p>
<p>3. Математическое моделирование.</p> <p>"Развитие методов математического моделирования для задач физики атмосферы, гидросферы и охраны окружающей среды" (№ 0315-2016-0004)</p>	<p>Этап 2017 г.</p> <p>Методы разделения масштабов климатоэкологических процессов в рамках вариационного подхода и данных, полученных с помощью комплекса моделей гидротермодинамики и химии геофизических жидкостей (атмосфера, водные объекты)</p> <p>Совершенствование комплекса моделей климатической системы.</p> <p>Исследование термохалинной структуры СЛО.</p> <p>Построение палеоклиматического сценария для модели динамики подводной мерзлоты шельфов.</p> <p>Разработка моделей совместного анализа данных наземного и спутникового мониторинга загрязнения территорий.</p> <p>Этап 2018 г.</p> <p>Вариационные методы обеспечения направленного мониторинга качества атмосферы по заданным целевым критериям</p> <p>Развитие комплекса региональных моделей морей Арктики. Оптимизация проведения целевых численных экспериментов.</p> <p>Разработка новой версии модели мерзлоты с</p>	16 031.15	15 928.52	15 988.51	<p>Лаборатория математического моделирования гидродинамических процессов в природной среде</p> <p>Лаборатория математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере</p> <p>Этап 2017 г.</p> <p>Разработка методов ортогональной декомпозиции фазовых пространств мультивариантных и разномасштабных функций состояния моделей и функций чувствительности целевых функционалов для выявления масштабов процессов и центров действия климатоэкологической системы. Расчеты характеристик нейтрально стратифицированного пограничного слоя на основе трехпараметрического RANS–приближения моделирования турбулентности с явными алгебраическими моделями для напряжений Рейнольдса и вектора потока скаляра (температуры, концентрации). Разработка новых модификаций алгоритмов усвоения данных для моделей переноса и трансформации примесей в атмосфере.</p> <p>Исследование устойчивости алгоритмов усвоения данных к погрешностям в данных измерений и к погрешностям в моделях трансформации.</p>

учетом изменения теплофизических параметров грунта.

Разработка новых моделей и методов решения задач реконструкции полей загрязнения.

Этап 2019 г.

Новая версия комплекса моделей гидротермодинамики и химии атмосферы для оценок последствий интенсивных воздействий природного и техногенного характера/

Исследование влияния циркуляции атмосферы на распространение пресных вод от Гренландского щита. Исследование шельфовой циркуляции. Развитие модели океана за счет добавления альтернативных физических постановок и параметризаций процессов. Получение оценок мощности современной субквальной криолитозоны на территории арктического шельфа. Разработка методов последовательного анализа и планирования систем мониторинга для решения обратных задач переноса примесей.

Исследование негидростатических эффектов мезомасштабного струйного течения в атмосфере. Проработка методики оценок экологических перспектив и рисков для районов интенсивного освоения природно-ресурсной базы Сибири с использованием комплекса мезо-масштабных моделей в негидростатическом приближении.

Будет запущена модель WRF на данных, полученных по климатической модели Земли. Будет увеличено горизонтальное разрешение модели Северного Ледовитого океана и Северной Атлантики до 0.25x0.250 в районе экватора и до 7-8 км в Арктике. Будут изучены особенности арктической циркуляции и механизмы формирования термохалинной структуры СЛО. Будут изучены причины и тенденции изменчивости гидрологических полей и морского льда СЛО в XX-XXI веках. Будут проведены расчеты мощности подводной мерзлоты для четырех ледниковых циклов с различными реконструкциями палеотемператур по данным ледовых кернов и моделей. На основе постановок обратных задач переноса полидисперсных примесей в атмосфере будут построены модели реконструкции локального и регионального загрязнения местности стационарными источниками. Будет выполнен совместный анализ зимних спутниковых снимков промышленных районов Сибири и результатов численного восстановления полей загрязнения на основе моделей реконструкции.

Этап 2018 г.

Развитие вариационных методов обеспечения направленного мониторинга качества атмосферы по заданным целевым критериям, в том числе разработка прямых безытерационных методов усвоения данных, поступающих в систему моделирования от различных средств мониторинга и методов количественных оценок неопределенностей в моделях процессов; Разработка новых модификаций алгоритмов усвоения спутниковых данных; Исследование эффективности алгоритмов усвоения спутниковых данных в моделях транспорта и трансформации. Численное исследование трансформации вертикальных вихревых потоков в устойчиво стратифицированном пограничном слое при постоянной скорости охлаждения поверхности.

Будут проведены запуски ансамблей по двум сценариям IPCC: RCP4.5, RCP8.5. Будет проведено исследование влияния извержений тропических вулканов на циркуляционные структуры в атмосфере с помощью модели общей циркуляции. Будут созданы «модели данных» для проведения упрощенных экспериментов. Будет сформирована серия региональных вложенных моделей окраинных морей Арктики. Будет выполнено обновление версии модели льда в комплексе моделей климатической системы Арктики. Будет усовершенствован модуль теплопереноса в модели мерзлоты за счет учета изменения теплофизических параметров грунта. Будет проведена верификация модели переноса загрязнения речным стоком на данных XX века. Будут построены асимптотические представления полей локального и регионального загрязнения для

больших временных осреднений. На основе моделей реконструкции и спутниковой информации будут изучены закономерности формирования и распространения дымовых шлейфов от промышленных источников.

Этап 2019 г.

Комплекс моделей для моделирования ситуаций с интенсивными воздействиями природного и техногенного характера; Проведение расчетов с разработанным алгоритмом усвоения данных для условий Западной Сибири; Подготовка сценариев обратного моделирования для оценок экологических рисков, соответствующих условиям Западной Сибири. Проведение сценарных расчетов для оценки эффективности алгоритмов в условиях, приближенных к реальным.

Будет исследована чувствительность циркуляции средних широт к изменениям климата Арктики. Будет проведено исследование влияния циркуляции атмосферы на распространение пресных вод от Гренландского щита в Северной Атлантике. Будет проведено исследование особенностей шельфовой циркуляции окраинных морей Арктики и их связи с глубоким океаном. Модель океана будут совершенствоваться за счет добавления альтернативных физических постановок и параметризации процессов. Будут получены оценки мощности и распространения мерзлоты в морях Арктики на основе расчета с учетом взаимодействия моделей льда, океана и донных отложений. Проведение на основе модели речного стока расчетов по распространению

					загрязняющих примесей и осадочного материала. Будет выполнена оценка информативности используемых систем мониторинга, оптимизация маршрутов и схем отбора проб, численное моделирование размещения статических и локально оптимальных планов эксперимента в зонах действия промышленных источников примеси различной пространственной структуры и текущих гидрометеорологических условий. Пененко Владимир Викторович Кузин Виктор Иванович
3. Математическое моделирование. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей с помощью суперкомпьютеров" (№ 0315-2016-0005)	Этап 2017 г. Создание комплекса программ численного решения обратных задач геоэлектрики. Повышение слабой и сильной масштабируемости параллельных алгоритмов и программ для проведения полномасштабного численного моделирования реалистичных моделей карбонатных резервуаров с коридорами трещиноватости. Совершенствование алгоритмов 3D математического моделирования в методе сопротивлений для задач вертикального электрического зондирования с целью восстановления геоэлектрической структуры с учётом разломных зон, условий криолитозоны. (Алтай, Ямал). Разработка параллельных алгоритмов и программ для задач скважинной геоэлектрики. Их реализация на GPU. Создание спектрального метода решения прямых и обратных задач для двумерных уравнений Максвелла в анизотропных средах, с релаксацией параметров среды, основанного на разложении решения	31 728.71	31 384.78	31 448.29	Лаборатория численного моделирования сейсмических полей Лаборатория математического моделирования волн цунами Лаборатория математических задач геофизики Лаборатория математических задач химии Этап 2017 г. Будет разработан комплекс программ численного решения обратных задач геоэлектрики. Будет выполнено полномасштабное численное моделирование для изучения процессов взаимодействия сейсмических волн с тонкой структурой коллекторов. На основе рассеянной компоненты волнового поля будут выработаны качественно новые методы локации зон повышенной трещиноватости. Будет выполнено применение полномасштабного моделирования процессов взаимодействия сейсмических волн с тонкой структурой коллекторов и в частности

уравнений по функциям Лагерра во временной области. Создание комплекса программ численного решения совмещенных обратных задач в системе Атмосфера-Гидросфера-Литосфера.

Создание численных моделей и атласа очагов сильнейших цунами Мирового океана.

Верификация расчетных методик моделирования кинематики и динамики волны цунами в океане и затопления сухого берега с использованием материалов лабораторных экспериментов и реальных наблюдений. Определение размеров и конфигурации системы наблюдений для оптимального восстановления параметров очага цунами в районе Нанкайского желоба.

Определение параметров очага катастрофического цунами Тохоку 2011 года.

Разработка методов оценки качества решения задач сейсмо- и цунамирайонирования.

Определение режима поступления космического вещества в течение плейстоцена и голоцена по данным созданного каталога.

Разработка кластерной реализации трехмерных потоковых схем расщепления. Разработка новых многомерных вычислительных моделей фильтрационного горения газов. Разработка алгоритмов для вычислительных моделей фильтрации жидкости в трещиновато-пористых средах.

Разработка новых кубатурных формул для сферы, инвариантных относительно циклических групп симметрий;

Этап 2018 г.

возникновение при этом рассеянных волн. На этой основе могут быть выработаны качественно новые методы локации зон повышенной трещиноватости и прогнозирования их флюидонасыщенности. Будет выполнено численное решение системы уравнений Максвелла методом векторных конечных элементов в трехмерных областях для случая новых импедансных краевых условий с памятью. Будет разработан аналитический метод моделирования в случае наличия в среде нарушений в виде трещин. Будет создан параллельный алгоритм пошагового метода Лагерра для решения задач распространения SH волн. Будет создан аналитический алгоритм моделирования сейсмических волн в 2D среде в случае наличия в среде кластера вертикально-ориентированных трещин. Будет проведена параллельная реализация спектрально-разностных методов для многопроцессорных вычислительных систем с распределенной памятью. С помощью метода подсеточного моделирования планируется получить уравнения для эффективных коэффициентов для двумерного волнового уравнения, если коэффициенты уравнения моделируются мультипликативными каскадами. Будет проведена разработка алгоритмов прямого 3D математического моделирования в методе сопротивлений для задач вертикального электрического зондирования, учитывающая рельеф местности. Будет создан комплекс программ численного решения совмещенных обратных задач в системе Атмосфера-Гидросфера-Литосфера.

Вывод системы уравнений типа Бюргерса из системы уравнений двухскоростной гидродинамики. Исследование вопросов корректности задачи Коши в случае одномерной системы. Получение формулы решения задачи Коши для одномерной системы уравнений, возникающей в двухскоростной гидродинамике. Доказательство предельного перехода к известному решению задачи Коши для одномерного уравнения Бюргерса. Исследование новых классов систем дифференциальных уравнений, описывающих процессы, происходящие в иммунологии, фармакокинетике, эпидемиологии. Постановка, исследование и численное решение прямых и обратных задач, возникающих в иммунологии, фармакокинетике, эпидемиологии. Совершенствование параллельных алгоритмов и программ для проведения полномасштабного численного моделирования реалистичных моделей карбонатных резервуаров с коридорами трещиноватости. Разработка аналитических и конечно разностных методов расчета волновых полей в неоднородном шаре. Создание программ, позволяющих проводить моделирование SH волн для пространственно-временных масштабов реальной Земли. Разработка спектрального метода решения прямых задач для двумерных уравнений Максвелла в средах с релаксацией параметров среды, основанного на разложении решения уравнений по функциям Лагерра во временной области с использованием оптимальных разностных схем. Разработка и совершенствование программ прямого 3D математического

Будут созданы численные модели и атлас очагов сильнейших цунами Мирового океана. Будет верифицирована методика моделирования кинематики и динамики волны цунами в океане и затопления сухого берега. Будут определены размеры и конфигурации системы наблюдений для оптимального восстановления параметров очага цунами в районе Нанкайского желоба. Будут определены параметров очага катастрофического цунами Тохоку 2011 года. Будут разработаны методы оценки качества решения задач сейсмо- и цунамирайонирования. Будет определен режим поступления космического вещества в течение плейстоцена и голоцена по данным созданного каталога.

Будет осуществлена кластерная реализация трехмерных потоковых схем. Будут разработаны новые многомерные вычислительные модели фильтрационного горения газов. Будут разработаны алгоритмы для вычислительных моделей фильтрации жидкости в трещиновато-пористых средах. Будут разработаны новые кубатурные формулы для сферы, инвариантные относительно циклических групп симметрий;

Этап 2018 г.

Будет получена система уравнений типа Бюргерса из системы уравнений двухскоростной гидродинамики. Будут исследованы вопросы корректности задачи Коши в случае одномерной системы. Будет получена формула решения задачи

моделирования в методе сопротивлений для задач вертикального электрического зондирования (работа с автоматически построенными моделями по результатам одномерной инверсии)

Модернизирование программы прямого 3D моделирования для расчёта показаний зондов ВИКИЗ и БКЗ при наличии тонких трещин, возникающих при гидроразрывах пластовых пород. Разработка алгоритмов повышенной точности для решения прямой задачи в присутствии переменного рельефа местности.

Создание методики долгосрочной оценки побережья цунамиопасности Российской Федерации. Разработка быстрых и эффективных алгоритмов оценки высоты цунами у берега с использованием кинематических методов и «конвейерных» вычислений. Получение параметров возможных очагов цунами в районах наиболее вероятных крупных цунамигенных землетрясений Дальневосточного региона. Создание базы данных крупных болидных взрывов за историческое время и период инструментальных наблюдений.

Кластерная реализация многомерных вычислительных моделей фильтрационного горения газа. Кластерная реализация вычислительных моделей фильтрации жидкости в трещиновато-пористых средах. Разработка новых кубатурных формул для сферы, инвариантных относительно циклических групп симметрий;

Этап 2019г.

Коши для одномерной системы уравнений типа Бюргерса. Будет показано, что при исчезновении кинетического коэффициента трения, отвечающего за диссипацию энергии, полученные формулы переходят к известному решению задачи Коши для одномерного уравнения Бюргерса. Будут изучены новые системы дифференциальных уравнений, описывающих процессы, происходящие в иммунологии, фармакокинетики, эпидемиологии. Будут созданы комплексы программ по численному решению прямых и обратных задач, возникающих в иммунологии, фармакокинетики, эпидемиологии. На основе полномасштабного численного моделирования будет проведено исследование проявления флюидонасыщенности трещин и каверн и выработаны методы локации флюидонасыщенных и минерализованных зон карбонатных резервуаров. Будет разработан аналитический метод расчета волновых полей в неоднородном шаре. Создан программный модуль, позволяющий проводить моделирование SH волн для пространственно-временных масштабов реальной Земли. Будет разработан алгоритм и созданы программы расчета волновых полей в неоднородном шаре на основе комплексирования интегральных преобразований по времени и пространственным переменным с конечноразностным методом. Планируется создание высокоэффективного оптимального алгоритма метода Лагерра для решения уравнений Максвелла для случая двумерно неоднородных сред. Будет усовершенствована программа прямого 3D математического моделирования в методе сопротивлений для задач вертикального электрического зондирования (работа с

Разработка 2D конечно-разностного алгоритма обращенного продолжения волнового поля для глубинной миграции и построения изображения земных недр. Исследование точности, сходимости, устойчивости предлагаемых конечно-разностных схем, алгоритмов. Разработка параллельных численных процедур для решения систем линейных алгебраических уравнений, возникающих при аппроксимации параболического волнового уравнения. Разработка параллельного алгоритма с его последующей реализацией на суперкомпьютере в виде программного комплекса, проведение модельных расчетов с оценкой точности получаемых решений. Разработка параллельных алгоритмов для моделирования распространения упругих волн в сложно построенных, 3D моделях сред. Получение оценок цунамиопасности для Курило-Камчатского побережья РФ. Разработка нового метода оценки изменения высоты цунами вдоль волнового луча. Создание методики конструирования эффективных систем наблюдения за цунами вблизи берегов Российской Федерации. Получение зависимости площади зон воздействия ударных волн вызванных падениями болидов в зависимости от физических характеристик, определяющих характер разрушений (скоростной напор, динамический перепад давления на фронте ударной волны).

Проведение исследований по разработке новых вычислительных алгоритмов решения дифференциальных уравнений, описывающих процессы в сильно неоднородных средах. Проведение исследований по построению

автоматически построенными моделями по результатам одномерной инверсии). Будут модернизированы программы прямого 3D моделирования для расчёта показаний зондов ВИКИЗ и БКЗ при наличии тонких трещин, возникающих при гидроразрывах пластовых пород. С помощью метода подсеточного моделирования планируется получить уравнения для эффективных коэффициентов в случае трехмерного волнового уравнения, если коэффициенты моделируются мультипликативными каскадами. Будут разработаны алгоритмы и программный комплекс на основе сеточных методов четвертого порядка точности для решения прямой задачи распространения 2D сейсмических волн в присутствии переменного рельефа местности и осуществлена параллельная реализация программного обеспечения для суперкомпьютеров.

Будет создана методика долгосрочной оценки цунамиопасности побережья Российской Федерации. Будут разработаны быстрые алгоритмы оценки высоты цунами у берега с использованием кинематических методов и «конвейерных» вычислений. Будут получены параметры возможных очагов цунами в районах наиболее вероятных крупных цунамигенных землетрясений Дальневосточного региона. Будет создана база данных крупных болидных взрывов за историческое время и период инструментальных наблюдений.

Будет осуществлена кластерная реализация

математических моделей многолетнемерзлых грунтов в окрестности трубопроводов.

многомерных вычислительных моделей фильтрационного горения газа. Будет осуществлена кластерная реализация вычислительных моделей фильтрации жидкости в трещиновато-пористых средах. Будут разработаны новые кубатурные формулы для сферы, инвариантные относительно циклических групп симметрий.

Этап 2019 г.

Будет разработан новый единый метод расчета цилиндрических функций, позволяющего получать их значения в произвольной вещественной области определения. Будет проведено тестирования предложенного метода на основе известных библиотек специальных функций. Будет предложен новый конечно-разностный алгоритм миграции на основе решения параболического волнового уравнения, позволяющий выполнять мигрирование 2D сейсмических временных разрезов для построения глубинного изображения недр. Будет показано, что предлагаемый метод существенно превосходит по точности существующие методы миграции для неоднородных сред и позволяет строить изображения со значительно меньшим числом численных артефактов. Будут созданы быстрые 3D алгоритмы и программы магниторазведки. Будет проведено исследование распространение волн во фрактальной трехмерной упругой среде. Создана программа и проведены расчеты для различных асимптотических режимов распространения волн в такой среде. Разработаны параллельные алгоритмы и созданы программы для исследования

					<p>распространения упругих волн в сложно построенных 3D пористых средах, а также для моделирования распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн для совмещенной модели "Земля-Атмосфера".</p> <p>Будут получены оценки цунамиопасности для Курило-Камчатского побережья РФ. Будет разработан новый метод оценки изменения высоты цунами вдоль волнового луча. Будет создана методика конструирования эффективных систем наблюдения за цунами вблизи берегов Российской Федерации. Будет получена зависимость площади зон воздействия ударных волн вызванных падениями болидов в зависимости от физических характеристик, определяющих характер разрушений (скоростной напор, динамический перепад давления на фронте ударной волны).</p> <p>Будут предложены новые вычислительные алгоритмы и разработаны соответствующие программные коды для решения уравнений с сильно меняющимися коэффициентами. Будет разработана двухтемпературная модель в энтальпийной постановке для описания фазовых переходов в многолетнемерзлых грунтах. Кабанихин Сергей Игоревич</p>
3. Математическое моделирование.	Этап 2017 года:	16 863.52	16 719.28	16 697.28	Лаборатория моделирования динамических процессов в информационных сетях Лаборатория прикладных систем Лаборатория системного моделирования
"Развитие теории и разработка математических моделей и методов мониторинга, системного анализа и оптимизации сложных систем" (№	Измерение и анализ параметров пар узлов РИВС. Моделирование функционирования сетевых роботов для оптимизации сбора данных в беспроводных сетях.				

0315-2016-0006)

Разработка эволюционных алгоритмов оптимизации по различным показателям качества обслуживания структур сетей с ненадёжными элементами. Разработка универсальных методов кодирования и оценка их применительно к задачам повышения качества обслуживания инфокоммуникационных сетей. Разработка методов решения дискретных оптимизационных задач в условиях нечетко заданных ограничений. Исследование показателей качества обслуживания в системах сетевой структуры различного назначения.

Этап 2018 года:

Кластерный анализ узлов РИВС. Исследование механизмов действия сетевых атак в сенсорных сетях. Разработка гибридной модели городского транспортного потока.

Развитие методов имитационной оптимизации, ориентированных на использование высокопроизводительных параллельных вычислительных систем. Разработка математических моделей и методов обеспечения эффективного функционирования сложных систем с использованием частично наблюдаемых Марковских процессов принятия решений. Разработка математических моделей и методов обеспечения эффективного функционирования сложных систем с использованием Марковских процессов принятия решений.

Решение задач теории кодирования применительно к хранению и передаче больших массивов данных с известной внутренней структурой. Исследование свойств и структурных характеристик семейств

Этап 2017 года:

С применением методов мат. моделирования будут получены численные характеристики параметров пар узлов распределенной библиографической базы данных и предложены методы их нормирования. Будет проведено мат. моделирование поведения сетевых роботов.

Будут разработаны эволюционные алгоритмы для: оптимизации по различным показателям качества обслуживания структур сетей с ненадёжными элементами; синтеза новых семейств оптимальных регулярных структур инфокоммуникационных сетей связи суперкомпьютерных систем.

Разработка универсальных методов кодирования и оценка их эффективности применительно к задачам повышения качества обслуживания инфокоммуникационных сетей. Разработка методов решения дискретных оптимизационных задач в условиях нечетко заданных ограничений.

Будут разработаны математические модели оценки показателей качества обслуживания в системах сетевой структуры различного назначения.

Этап 2018 года:

Будет выполнен кластерный анализ узлов распределенной библиографической базы данных. Будут исследованы механизмы сетевых атак в сенсорных сетях. Будет осуществлена разработка гибридной модели городского транспортного потока.

Пилотная версия агентной системы имитационной оптимизации. Будут разработаны алгоритмы и программы по определению свойств и

оптимальных регулярных структур инфокоммуникационных сетей связи. Разработка алгоритмов календарных задач управления дискретным производством. Развитие алгоритмов безусловной оптимизации.

Этап 2019 года:

Разработка методов измерения динамических характеристик узлов РИВС. Подготовка исходных данных для разработки логит-модели городского транспортного потока.

Разработка и исследование гибридных алгоритмов расчёта показателей надёжности ненадёжных сетей, сочетающих использование точных и приближённых методов при рассмотрении подсетей в исходных и промежуточных (при использовании метода факторизации) структурах.

Разработка математических моделей и методов обеспечения эффективного функционирования сложных систем с использованием Марковских процессов принятия решений в условиях частично наблюдаемой среды.

Разработка и исследование интеллектуальных методов моделирования и оптимизации на основе биоинспирированных алгоритмов для инфокоммуникационных систем.

Разработка алгоритмов нелинейного квадратичного программирования на основе аппарата векторной оптимизации.

структурных характеристик семейств оптимальных регулярных структур инфокоммуникационных сетей связи. В программах метода доверительной области будут реализованы эффективные процедуры выбора направления, для решения задач безусловной оптимизации будут разработаны параллельные программы на основе квазиньютоновского метода с ограниченной памятью.

Этап 2019 года:

Будут разработаны метод измерения динамических характеристик узлов распределенной библиографической базы данных. Будет разработана методика сбора и верификации исходной информации для построения логит-модели прогнозирования городского авто транспортного потока.

Будут разработаны математические модели и методы обеспечения качества функционирования сложных систем, основанные на точных и приближённых (в случае большого количества возможных состояний) методах анализа Марковских процессов принятия решений.

Будут разработаны алгоритмы и программы расчёта показателей надёжности сетей с ненадёжными элементами, сочетающие элементы алгоритмов точного расчёта на макроуровне с приближённым расчётом характеристик подсетей, получаемых в результате декомпозиций и факторизации в ходе вычислений.

Будут разработаны методы, алгоритмы и программы моделирования и оптимизации на основе биоинспирированных алгоритмов для

					<p>инфокоммуникационных систем.</p> <p>Будут разработаны модели и алгоритмы решения задач календарного планирования.</p> <p>Будут разработаны алгоритмы решения задач нелинейного квадратичного программирования на основе аппарата векторной минимизации.</p> <p>Родионов Алексей Сергеевич</p>
<p>4. Высоко-производительные вычисления.</p> <p>"Технологии, алгоритмы и система автоматического конструирования параллельных программ численного моделирования на пета- и экза-флопсных супер-ЭВМ" (№ 0315-2016-0007)</p>	<p>Этап 2017 г.</p> <p>Разработка алгоритмов реализации системы LuNA для программирования неоднородных вычислительных систем, включая GRID системы. Исследование вычислительных свойств локальных и глобальных композиций клеточно-автоматных моделей. Проведение вычислительных экспериментов для сравнения производительности параллельных реализаций систем клеточных автоматов.</p> <p>Этап 2018 г.</p> <p>Разработка алгоритмов и реализация подсистемы управления библиотекой фрагментированных подпрограмм. Разработка методологии синтеза стохастических клеточно-автоматных моделей и исследование влияния стохастичности клеточного автомата на производительность моделирования для последовательных и параллельных версий.</p> <p>Этап 2019 г.</p> <p>Разработка программного комплекса для автоматизации управления вычислениями и</p>	10 017.50	9 958.98	9 996.50	<p>Лаборатория синтеза параллельных программ</p> <p>Этап 2017 г.</p> <p>Будет разработана базовая версия исполнительной системы для выполнения фрагментированных программ на неоднородных вычислительных системах. Будут разработаны численные программы и исполнены на неоднородных вычислителях. Будут разработаны методы композиции клеточных автоматов, проведена классификация методов и выделены классы эквивалентности. Будут проведены вычислительные эксперименты по реализации систем клеточных автоматов, моделирующих порошковые и газовые потоки и процессы роста биологических тканей.</p> <p>Этап 2018 г.</p> <p>Будет разработана подсистема управления библиотекой фрагментированных подпрограмм, реализована подсистема для включения библиотечных фрагментированных подпрограмм в прикладные программы. Будет разработан</p>

	<p>хранением данных на множестве объединенных неоднородных высокопроизводительных вычислительных систем, систем хранения данных. Разработка общей методологии клеточно-автоматного моделирования природных процессов: классификация клеточно-автоматных моделей, формальные представления, методология синтеза синхронных и стохастических клеточных автоматов.</p>				<p>скелетон одной из больших численных задач. Будет разработана методология синтеза стохастических клеточно-автоматных моделей, основанная на эквивалентных синхронно-асинхронных преобразованиях правил переходов. Будут проведены серии вычислительных экспериментов по реализации систем стохастических клеточных автоматов на суперкомпьютерах.</p> <p>Этап 2019 г.</p> <p>Будет разработан программный комплекс для высокоуровневого управления организацией вычислений на объединении неоднородных высокопроизводительных вычислительных систем, унифицирующий работу пользователей с различными высокопроизводительными вычислительными системами и системами хранения данных. Будет обобщен опыт клеточно-автоматного моделирования природных явлений, полученных за два последних десятилетия, и сделана попытка создать систематическую методологию клеточно-автоматного моделирования. Малышкин Виктор Эммануилович</p>
<p>4. Высоко-производительные вычисления.</p> <p>"Математическое моделирование комплексных многомерных процессов естествознания на супер-ЭВМ" (№ 0315-2016-0008)</p>	<p>Этап 2017 г.</p> <p>На основе совместной разработки физико-математической модели, вычислительных методов и параллельных алгоритмов предполагается создание технологического комплекса для решения больших задач в области</p>	<p>13 273.44</p>	<p>13 182.37</p>	<p>13 169.77</p>	<p>Лаборатория параллельных алгоритмов решения больших задач Лаборатория вычислительной физики</p> <p>Этап 2017 г.</p>

астрофизики и физики плазмы. Наличие в практических задачах сильно различающихся по временным и пространственным масштабам физических явлений требует использования больших мощностей для качественного решения задачи. Актуальность таких разработок вызвано отсутствием в настоящее время алгоритмов решения задач для суперЭВМ пета- и экзафлопсной производительности. На решении конкретных задач из области астрофизики и физики плазмы будут проверены возможности созданного технологического комплекса. Разработка параллельных алгоритмов, технологий и программ для расчёта электрических полей на квазиструктурированных сетках в задачах сильноточной электроники

Этап 2018 г.

Разработка физико-математических моделей, вычислительных методов и масштабируемых параллельных алгоритмов для суперкомпьютеров экзафлопсной производительности. Предполагается создание технологического комплекса для решения больших задач в области астрофизики и физики плазмы. Актуальность таких разработок вызвана отсутствием в настоящее время алгоритмов решения задач для суперЭВМ экзафлопсной производительности. Создание алгоритмов, технологий и программ для повышения эффективности распараллеливания расчётов трёхмерных электрических полей за счёт применения графических ускорителей.

Этап 2019 г.

Разработка и расширение специализированных численных моделей, параллельных алгоритмов и комплексов программ для моделирования столкновения галактик в газодинамическом приближении с учетом процессов потери массы и охлаждения в трехмерной постановке в декартовых координатах, Расчет задачи тепломассопереноса в континентальной коре в условиях гравитационной неустойчивости. Для получения значимых результатов моделирования потребуется создать параллельные версии программы, в том числе и для гибридных суперЭВМ. Будут разработаны параллельные алгоритмы, технологии и программы для расчёта электрических полей на квазиструктурированных сетках в задачах сильноточной электроники.

Этап 2018 г.

Создание масштабируемых алгоритмов для решения сложных задач физики плазмы и астрофизики на суперЭВМ. Решение практических задач. Разработка и расширение специализированных численных моделей, параллельных алгоритмов и комплексов программ для моделирования эволюции галактик в газодинамическом приближении с учетом процессов потери массы и охлаждения в трехмерной постановке в декартовых координатах. Для получения значимых результатов моделирования потребуется создать параллельные версии программы, в том числе и для гибридных суперЭВМ. На решении конкретных задач из области астрофизики и физики плазмы будут

	<p>Создание параллельных алгоритмов и решение практических задач из области физики плазмы на современных суперкомпьютерах. Основой алгоритмов для решения задач является метод частиц в ячейках, который используется и совершенствуется в соответствии с решаемыми задачами.</p> <p>Разработка технологий, структур данных и алгоритмов построения трехмерных адаптивных сеток для численного моделирования нелинейных задач о прохождении интенсивных пучков заряженных частиц в современных электронно-оптических приборах в трехмерной постановке.</p>				<p>проверены возможности созданных технологических комплексов. Будут созданы средства для повышения эффективности распараллеливания расчётов трёхмерных электрических полей за счёт применения графических ускорителей.</p> <p>Этап 2019 г.</p> <p>Будут разрабатываться новые модификации алгоритмов и реализующие их программы для моделирования трехмерной динамики встречных ультрарелятивистских пучков заряженных частиц в самосогласованных электромагнитных полях, моделирования динамики мощных атомарных пучков для термоядерных установок.</p> <p>Будут разработаны технологии, структуры данных и алгоритмов построения трехмерных адаптивных сеток для численного моделирования нелинейных задач о прохождении интенсивных пучков заряженных частиц в современных электронно-оптических приборах в трехмерной постановке.</p> <p>Вшивков Виталий Андреевич Свешников Виктор Митрофанович</p>
<p>4. Высоко-производительные вычисления.</p> <p>"Разработка суперкомпьютерных технологий и методов моделирования масштабируемости алгоритмов для высокопроизводительных вычислительных систем" (№</p>	<p>Этап 2017 г.</p> <p>Имитационное моделирование задач сейсмологии. Разработка кинетических решателей для GPU и Intel Xeon Phi в рамках проекта CosmoPhi (численное решение астрофизических задач на сгущающихся сетках) для заданных архитектур. Имитационное моделирование задач сейсмологии и</p>	7 424.31	7 557.87	6 811.38	<p>Лаборатория Сибирский суперкомпьютерный центр</p> <p>Этап 2017 г.</p> <p>Будут разработаны рекомендации к построению вычислительных схем для решения задач сейсмологии</p>

0315-2016-0009)

химической кинетики для заданных архитектур. Модификация разработанных алгоритмов и программ по результатам экспериментальных исследований. Подготовка программной документации и сдача разработанного программного обеспечения в фонд алгоритмов и программ.

Этап 2018 г.

Тестирование решателя кинетических схем для задачи моделирования динамики астрофизических объектов CosmoPhi на перспективных архитектурах суперЭВМ. Имитационное моделирование кинетического решателя. Оптимизация параллельных алгоритмов моделирования сейсмических полей с использованием криволинейных сеток на основе результатов имитационного моделирования (для разных архитектур), расширение класса сред, для которых применим данный метод моделирования.

Этап 2019 года

Разработка рекомендаций по применению технологии создания алгоритмического и программного обеспечения для экзафлопсных компьютеров на основе численных экспериментов и имитационных моделей. Численное моделирование живущих вулканических структур магматического типа.

Численное моделирование химических процессов (на примере системы из 178 реакций) с использованием разработанных и протестированных решателей проекта CosmoPhi

и химической кинетики (для задач моделирования динамики астрофизических объектов) на суперЭВМ пета и экзафлопсного классов. Экспериментальное исследование эффективности разработанных алгоритмических и программных средств имитационного моделирования исполнения больших параллельных программ в мультикластерной среде. Проведение работ по отчуждению разработанных программных средств интеллектуального моделирования параллельных вычислений (разработка программной документации, регистрация в Роспатенте).

Этап 2018 г.

Будут проведены исследования масштабируемости решателя кинетических задач (на примере 3-х схем эволюции химического вещества) для проекта CosmoPhi. На основе полученных результатов будет проведена оптимизация параллельных версий алгоритмов с последующей их адаптацией для более эффективного исполнения на суперЭВМ пета- и экзафлопсного уровня. Будет расширен класс областей, в которых возможно моделирование сейсмических полей данным методом.

Этап 2019 года

Будут разработаны рекомендации для некоторых классов задач по применению новой технологии создания алгоритмического и программного обеспечения для экзафлопсных компьютеров. На основе численного моделирования вулканических структур будут созданы основы

	(численное решение астрофизических задач на сгущающихся сетках).				<p>вибросейсмического мониторинга живущих вулканов магматического типа. Будет проведено численное моделирование химических процессов (на примере системы из 178 реакций) с использованием разработанных и протестированных решателей проекта CosmoPhi (численное решение астрофизических задач на сгущающихся сетках). Будут даны оценки характерных времен происходящих процессов, а также их влияние на газодинамические течения. Будут разработаны рекомендации по настройке параметров параллельных алгоритмов при исполнении программ на инструментальных ЭВМ различной архитектуры.</p> <p>В части развития средств имитационного моделирования будут предложены и реализованы программные средства интеллектуального управления имитационными моделями в ходе их исполнения в целях достижения заданных параметров, таких как балансировка нагрузки, энергопотребление и др.</p> <p>Глинский Борис Михайлович</p>
<p>2. Вычислительная математика.</p> <p>"Математическое моделирование многомерных задач механики сплошной среды, динамические задачи линейной теории упругости, задачи многофазовой газовой динамики, задачи физики плазмы на многопроцессорных супер ЭВМ" (№ 0315-2016-0010)</p>	<p>Исследование свойств оптимальных, явно разрешимых дискретных (сеточных) моделей, построенных и обоснованных для линейных гиперболических систем. Расширение разработанных подходов на случай систем линейных уравнений параболического типа. Построение и обоснование для систем уравнений параболического типа оптимальных, явно разрешимых дискретных (сеточных) моделей. Развитие построенных дискретных моделей в приложениях к задачам линейной теории</p>	182.00	-	-	<p>Лаборатория численного анализа и машинной графики Лаборатория параллельных алгоритмов решения больших задач</p> <p>Будут продолжены работы по построению, обоснованию и исследованию свойств оптимальных, явно разрешимых дискретных (сеточных) моделей для систем уравнений гиперболического и параболического типов. На</p>

	упругости, многофазовой газовой динамики и физики плазмы.				основе построенных дискретных моделей будет создано научно-исследовательское программное обеспечение для проведения вычислительного эксперимента в динамических задачах механики сплошной среды. Коновалов Анатолий Николаевич
	Итого	152 886.00	146 002.90	145 367.30	

Директор
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института вычислительной математики и математической
геофизики Сибирского отделения Российской академии наук

_____ / _____ /

МП