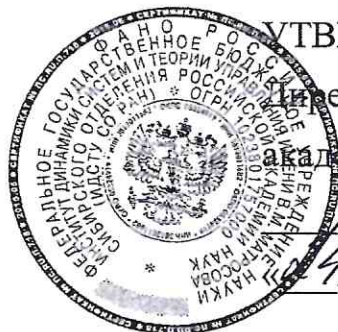


Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова  
Сибирского отделения Российской академии наук



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИДСТУ СО РАН

академик

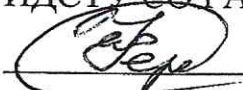
И.В. Бычков

4 05 2018 г.

## ИТОГОВЫЙ ОТЧЕТ

*о научной и научно-организационной работе  
Института динамики систем и теории управления  
СО РАН за 2017 год*

Одобен Ученым советом  
ИДСТУ СО РАН  
Протокол № 5 от 24.05.2018

Ученый секретарь  
ИДСТУ СО РАН к.т.н.  
 Е.С. Фереферов





***Отчет Института динамики систем и теории управления  
имени В.М. Матросова СО РАН за 2017 г.***

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук**

**Matrosov Institute for System Dynamics and Control Theory of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences**

Создан 1 ноября 1980 г.

Адрес: 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 134, а/я 292.

Тел.: (3952) 42-71-00. Факс: (3952) 51-16-16.

E-mail: [idstu@icc.ru](mailto:idstu@icc.ru) <http://www.idstu.irk.ru>

Директор – ак. Бычков Игорь Вячеславович.

Советник – чл.-к. РАН Толстоногов Александр Александрович.

Первый заместитель директора по информатизации – к.т.н. Хмельнов Алексей Евгеньевич.

Заместители директора по научной работе – к.т.н. Максимкин Николай Николаевич,  
д.т.н. Опарин Геннадий Анатольевич, д.ф.-м.н. Щеглова Алла Аркадьевна.

Заместитель директора по вычислительной инфраструктуре – к.т.н. Новопашин Алексей Петрович.

Заместитель директора по инженерной и инфокоммуникационной инфраструктуре –  
к.т.н. Маджара Тарас Игоревич.

Ученый секретарь – к.т.н. Ферефоров Евгений Сергеевич.

Общая численность института – 161 чел.; в т.ч. н.р. – 85 (из них ак. – 1, чл.-к. РАН – 1, д.н. – 23, к.н. – 52).

**Основные научные направления:**

- теория и методы исследования эволюционных уравнений и динамических систем с приложениями;
- качественная теория и методы управления с приложениями;
- методы математической физики в задачах теории поля, газовой и плазменной динамики;
- теория, алгоритмы и вычислительные технологии решения задач оптимизации и исследования операций;
- теоретические основы и технологии организации распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем;
- теоретические основы и технологии организации информационно-телекоммуникационных инфраструктур;
- методы, технологии и сервисы формирования информационно-аналитических, геоинформационных, вычислительных и программно-аппаратных систем в различных предметных областях (в том числе для поддержки комплексных междисциплинарных научных исследований).



**Научные подразделения:**

**Отделение 1. Эволюционных уравнений и управляемых динамических систем  
(чл.-к РАН, д.ф.-м.н. А.А. Толстоногов)**

Лаборатория 1.1. Дифференциальных уравнений и управляемых систем  
(к.ф.-м.н. Н.И. Погодаев)

Лаборатория 1.2. Оптимального управления (д.ф.-м.н. В.А. Дыхта)

**Отделение 2. Прикладных проблем математической физики и теории поля  
(д.ф.-м.н. Ю.А. Марков)**

**Отделение 3. Динамических свойств и управления сложными объектами в  
пространстве (д.т.н. Э.И. Дружинин)**

**Отделение 4. Информационных технологий и систем (д.т.н. Г.М. Ружников)**

Лаборатория 4.1. Комплексных информационных систем (к.т.н. А.Е. Хмельнов)

Лаборатория 4.2. Информационно-телекоммуникационных технологий исследования  
техногенной безопасности (к.т.н. А.Ю. Юрин)

**Отделение 5. Вычислительных и управляющих систем (д.т.н. Г.А. Опарин)**

Лаборатория 5.1. Параллельных и распределенных вычислительных систем  
(к.т.н. А.П. Новопашин)

Лаборатория 5.2. Информационно-управляющих систем (к.т.н. С.А. Ульянов)

**Отделение 6. Методов невыпуклой и комбинаторной оптимизации  
(д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский)**

Лаборатория 6.1. Невыпуклой оптимизации (к.ф.-м.н. А.В. Орлов)

Лаборатория 6.2. Логических и оптимизационных методов анализа сложных систем  
(к.т.н. А.А. Семёнов)



## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Введение .....                                                                                                                                            | 6   |
| Важнейшие научные результаты .....                                                                                                                        | 9   |
| Результаты фундаментальных исследований по программе РАН .....                                                                                            | 18  |
| Исследования по Программам РАН и интеграционным проектам СО РАН .....                                                                                     | 59  |
| Исследования, проведенные при поддержке Российского научного фонда .....                                                                                  | 59  |
| Исследования, проведенные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований .....                                                              | 60  |
| Исследования по молодежным проектам .....                                                                                                                 | 62  |
| Работы по развитию инфраструктуры интегрированной<br>информационно-вычислительной сети Иркутского<br>научно-образовательного комплекса (ИИВС ИрНОК) ..... | 63  |
| Иркутский суперкомпьютерный центр СО РАН .....                                                                                                            | 65  |
| Инновационная деятельность .....                                                                                                                          | 67  |
| Научно-организационная деятельность .....                                                                                                                 | 69  |
| Ученый совет .....                                                                                                                                        | 69  |
| Диссертационный совет .....                                                                                                                               | 69  |
| Научные кадры .....                                                                                                                                       | 69  |
| Конференции и семинары .....                                                                                                                              | 70  |
| Связи с вузами .....                                                                                                                                      | 70  |
| Членство в советах РАН и СО РАН .....                                                                                                                     | 70  |
| Членство в национальных и международных научных организациях .....                                                                                        | 71  |
| Членство в редколлегиях научных изданий .....                                                                                                             | 71  |
| Членство в научно-технических советах и комиссиях органов<br>государственной власти .....                                                                 | 72  |
| Экспертная деятельность .....                                                                                                                             | 73  |
| Международные научные связи и совместная деятельность<br>с зарубежными научными учреждениями .....                                                        | 73  |
| Перечень публикаций и полученных патентов .....                                                                                                           | 76  |
| Справочные материалы .....                                                                                                                                | 106 |



## **ВВЕДЕНИЕ**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук (далее Институт) функционирует как самостоятельный институт с 1 ноября 1980 года.

В соответствии с Уставом Института, утвержденным приказом ФАНО от 09.12.2014 г. № 1202, основными направлениями фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований ИДСТУ СО РАН являются:

- теория и методы исследования эволюционных уравнений и динамических систем с приложениями;
- качественная теория и методы управления с приложениями;
- методы математической физики в задачах теории поля, газовой и плазменной динамики;
- теория, алгоритмы и вычислительные технологии решения задач оптимизации и исследования операций;
- теоретические основы и технологии организации распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем;
- теоретические основы и технологии организации информационно-телекоммуникационных инфраструктур;
- методы, технологии и сервисы формирования информационно-аналитических, геоинформационных, вычислительных и программно-аппаратных систем в различных предметных областях (в том числе для поддержки комплексных междисциплинарных научных исследований).

В 2017 году в Институте работало 161 человек, из них 85 – научные работники, в том числе 1 действительный член РАН, 1 член-корреспондент РАН, 23 доктора наук и 52 кандидат наук, молодых научных работников (до 39 лет) – 52, проходили обучение 12 аспирантов.

В 2017 году Институт проводил фундаментальные исследования в соответствии с Планом научно-исследовательской работы и Государственным заданием по 6 научным (базовым) темам в рамках двух приоритетных направлений и программ фундаментальных исследований СО РАН на 2017–2020 гг.

- I.1.4.1. Эволюционные уравнения и управляемые системы: теория, численный анализ и приложения (руководитель чл.-к. РАН А.А. Толстоногов).
- I.1.4.2. Развитие математических методов описания процессов в физике высоких энергий, высокотемпературной плазме и механике сплошных сред (руководитель д.ф.-м.н. Ю.А. Марков).
- I.1.4.3. Качественный анализ динамических свойств и синтез управлений гибридными механическими системами с развитием средств компьютерной алгебры и средств численной реализации (руководитель д.т.н. Э.И. Дружинин)
- IV.38.1.1. Технологии разработки проблемно-ориентированных самоорганизующихся мультиагентных систем группового управления: методы, инструментальные средства, приложения (руководитель ак. И.В. Бычков).



**Отчет Института динамики систем и теории управления  
имени В.М. Матросова СО РАН за 2017 г.**

- IV.38.1.2. Методы и технологии создания распределенной сервисно-ориентированной среды сбора, хранения, обработки больших объемов разноформатных междисциплинарных научных данных и знаний, основанные на конструктивных средствах спецификации, порождающем программировании и интеллектуализации (руководитель д.т.н. Г.М. Ружников).
- IV.38.1.3. Разработка методов непрерывной и дискретной оптимизации и их реализация на высокопроизводительных вычислительных системах для поддержки междисциплинарных научных исследований (руководитель д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский).

В соответствии с Планом научно-исследовательской работы и Государственным заданием проводились также фундаментальные исследования по 1 теме Программы I.33П фундаментальных исследований Президиума РАН по стратегическим направлениям развития науки «Фундаментальные проблемы математического моделирования. Фундаментальные проблемы факторизационных методов в различных областях. Алгоритмы и математическое обеспечение». (Часть «Фундаментальные проблемы математического моделирования») и 3 темам Комплексной программы фундаментальных исследований Сибирского отделения РАН II.2П «Интеграция и развитие»:

- Программа I.33П, тема «Разработка новых подходов к созданию и исследованию моделей сложных информационно-вычислительных и динамических систем с приложениями» (руководитель ак. И.В. Бычков).
- Программа II.2П, тема «Эволюционные управляемые системы и связанные с ними оптимизационные задачи» (руководитель чл.-к. РАН А.А. Толстоногов);
- Программа II.2П, тема «Неклассические задачи позиционного управления» (руководитель д.ф.-м.н. В.А. Дыхта).
- Программа II.2П, тема «Качественная теория и численный анализ дифференциально-алгебраических уравнений» (руководитель ак. И.В. Бычков).

В 2017 году проводились фундаментальные исследования за счет внебюджетных источников по 26 научно-исследовательским проектам РФФИ, в том числе по 7 проектам молодых ученых и 2 международным проектам. Также проводились исследования по 4 проектам РНФ.

Все задания 2017 года выполнены.

Для участия в международных конференциях и проведения совместных исследований в 2017 году работниками Института выполнено 34 командировки за рубеж в 13 стран мира.

В 2017 году Институтом проведены научные мероприятия:

- XIII Всероссийская конференция молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии–2017», 13-18 марта 2017 года, г. Иркутск – Старая Ангасолка (оз. Байкал), Россия;
- II Монгольско-Российско-Вьетнамский семинар «Численное решение интегральных и дифференциальных уравнений», 1-7 июля 2017 года, о. Ольхон (оз. Байкал), Россия;
- XVIII Всероссийская конференция молодых учёных по математическому моделированию и информационным технологиям, 21-25 августа 2017 г., г. Иркутск, Россия;
- Конференция «Ляпуновские чтения–2017», 5-8 декабря 2017 года, г. Иркутск, Россия.



**Отчет Института динамики систем и теории управления  
имени В.М. Матросова СО РАН за 2017 г.**

Ведущая научная школа НШ-8081.2016.9 «Многофункциональные интеллектуальные информационные и управляемые системы: теория и приложения» (лидер школы – ак. И.В. Бычков) была поддержана грантом Президента РФ.

В 2017 году Стипендии Президента РФ для молодых ученых получали к.т.н. С.А. Горский, к.т.н. О.С. Заикин, к.т.н. И.В. Отпущенников, С.Е. Кочемазов.

Стипендию Президента РФ аспирантам (адъюнктам), осваивающим образовательные программы высшего образования в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, находящихся в ведении федеральных государственных органов, на 2017/2018 учебный год получил аспирант А.С. Шумилов.

Именные стипендии Губернатора Иркутской области получили аспиранты Р.О. Костромин, А.С. Шумилов.

Стипендия Мэра города Иркутска в области науки и техники для нужд городского хозяйства получил аспирант Р.О. Костромин.

Благодарность Федерального агентства научных организаций РФ вынесена д.т.н. О.А. Николайчук, д.т.н. Г.А. Опарину. Почетной грамотой Российской академии наук награждены д.т.н. А.Ф. Берман, ак. И.В. Бычков, чл.-к. РАН А.А. Толстоногов, д.т.н. А.И. Тятюшкин, Почетной грамотой Сибирского отделения РАН – к.т.н. В.Г. Богданова, О.И. Гречка, д.т.н. Г.М. Ружников, к.т.н. А.А. Семенов, д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский, Почетной грамотой губернатора Иркутской области – д.т.н. Г.М. Ружников, д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский. Памятными знаками «Заслуженный ветеран Сибирского отделения РАН» награждены к.ф.-м.н. Т.В. Груздева, Н.В. Починская, к.ф.-м.н. Э.И. Семенов, Г.Н. Столбова, Н.П. Хартанова, к.т.н. А.Е. Хмельнов. Памятной серебряной медалью в честь 60-летия СО РАН награжден чл.-к. РАН А.А. Толстоногов, Памятными знаками общественного поощрения «80 лет Иркутской области» награждены д.т.н. Г.М. Ружников, д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский, чл.-к. РАН А.А. Толстоногов. Благодарность губернатора Иркутской области вынесена д.т.н. А.Ю. Горнову, д.ф.-м.н. А.В. Лакееву, Благодарность мэра г. Иркутска – к.ф.-м.н. М.В. Старицыну, к.т.н. Е.С. Фереферову. Благодарственные письма губернатора Иркутской области получены к.т.н. А.П. Новопашиным, к.т.н. Е.С. Фереферовым. Ак. И.В. Бычкову присвоено звание «Почётный гражданин г. Иркутска», им же получено Благодарственное письмо Депутата Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации М.В. Щапова за весомый вклад в развитие научного потенциала региона и многолетний, плодотворный труд на благо Иркутской области.



## **ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **Приоритетное направление 1. Теоретическая математика**

#### **1. Теоремы существования для полиэдральных процессов выметания с невыпуклыми возмущениями.**

В сепарабельном гильбертовом пространстве рассмотрены полиэдральные процессы выметания с многозначными возмущениями, значениями которых являются невыпуклые неограниченные множества. Для таких процессов доказано существование решений. Отметим, что полиэдральные процессы выметания не удовлетворяют традиционным условиям, гарантирующим существование решений для выпуклых процессов выметания. В частности, широко используемое требование липшицевости многозначного возмущения потребовалось заменить на более слабое условие –  $(\rho - H)$ -липшицевости.

*Автор: чл.-к. РАН А.А. Толстоногов.*

#### **2. Необходимое условие глобальной оптимальности для задач управления с терминальными ограничениями типа равенства и неравенства в предположении выпуклости годографа системы.**

Полученное условие базируется на позиционных управлениях спуска относительно негладкого параметрического лагранжиана задачи, отражающего как меру нарушения минимума на каждом процессе, так и меру нарушения терминальных ограничений (попадания на целевое множество). Примечательно, что обсуждаемое позиционное условие оптимальности использует возмущенное решение сопряженной системы оптимального процесса и вспомогательный функционал присоединенной задачи, которые строятся по стандартной терминальной функции Лагранжа (а не модифицированной), со стабилизирующим слагаемым (квадратом отклонения от оптимальной траектории с малым параметром). Аналогичные конструкции возникают в другом методе доказательства позиционного принципа минимума, основанном на методе штрафных оценок (в задачах с ограничениями типа равенства). Это свидетельствует о независимости конечного результата от метода снятия терминальных ограничений. Вместе с тем отмечается, что результат имеет тестовый (проверочный) характер, он может указывать на неоптимальность данного процесса, но не содержит регулярного метода его улучшения в силу негладкости параметрического лагранжиана (верхней огибающей терминального лагранжиана задачи по нормированным наборам неопределенных множителей Лагранжа).

*Автор: д.ф.-м.н. В.А. Дыхта.*

#### **3. Технология численного решения функционально-дифференциальных уравнений точечного типа.**

Функционально-дифференциальные уравнения точечного типа (ФДУТТ) являются регулярным расширением класса обыкновенных дифференциальных уравнений и включают как частные случаи, дифференциальные уравнения с «запаздыванием» и «опережением», так и другие, более сложные варианты динамических систем с отклоняющимся аргументом. Интерес к таким моделям существенно возрос в последние годы, с применением ФДУТТ моделируются многие процессы в экономике, биологии, технике, социологии, медицине и других научно-технических областях, но численные методы исследования моделей подобного класса развиты не так хорошо как глубоко проработанная теоретическая база. Для



решения вспомогательных невыпуклых задач оптимального управления в рамках представленного подхода разработана специальная модификация метода Лууса-Яколы. Проведены серии вычислительных экспериментов, продемонстрировавшие эффективность разработанной вычислительной технологии. В качестве примера приведем следующую систему функционально-дифференциальных уравнений точечного типа:

$\dot{x}_1(t) = x_2(t)$ ,  $\dot{x}_2(t) = \frac{1}{2}[x_1(t-1) - x_1(t \cdot t)]$ ,  $x_1(0) = 0$ ,  $x_2(0) = 1$ ,  $t \in [0, 2]$ ;  $\dot{x}_1(t) = \cos t$ ,  $\dot{x}_2(t) = \sin t$ ,  $t \in [-1, 0]$ ;  $\dot{x}_1(t) = \cos t$ ,  $\dot{x}_2(t) = \sin t$ ,  $t \in [2, 4]$ , результат численного решения которой представлен на рис. 1:

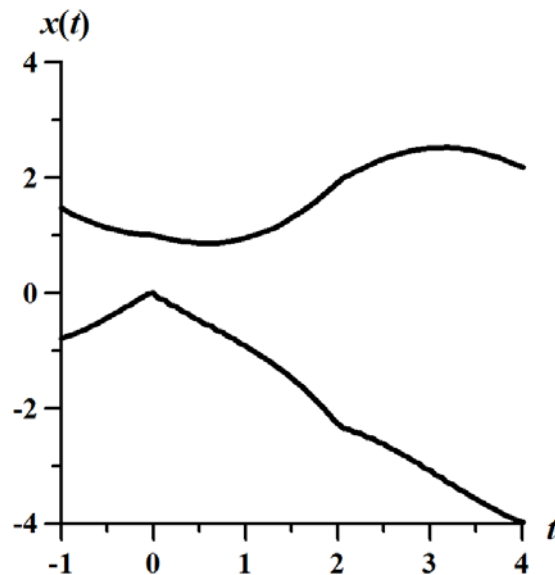


Рис. 1. Траектории системы в тестовой задаче 1 ( $x_1^*(t)$  – нижний график,  $x_2^*(t)$  – верхний график)

*Авторы: д.т.н. А.Ю. Горнов, к.т.н. Т.С. Зароднюк,  
А.С. Аникин, Е.А. Финкельштейн.*

#### **4. Новый метод расчета управлений переориентацией космических аппаратов.**

Впервые в практике управления ориентацией автоматических космических аппаратов (КА) получены законы программного управления не содержащие сингулярных состояний исполнительной гиросистемы и потому исполняемые гироскопами безостановочно. Таким образом, была решена более полувекового возраста известная проблема сингулярности, поставленная в работах американских специалистов по управлению КА в середине 1960-го года. Предложенный новый метод быстрого расчета управлений переориентацией КА, обеспечил эффективную высокоточную реализацию вычисленных управлений системой коллинеарных пар однокарданных безупорных силовых гироскопов (гиродинов). Новизну метода составляет виртуальное кинематическое конфигурирование гиросистемы – немеханическое связывание прецессий гироскопов коллинеарных пар гиродинов, и использование на этапе расчёта управления кинетического момента КА в качестве переменной состояния. Также впервые в качестве инструмента управления аппаратом используется суммарный кинетический момент гироскопов гиросистемы в их движении относительно несущего корпуса КА. Тогда как расчетчиками управлений, исповедующими идеологию прямой ньютоновской задачи динамики (определение действующих сил по известному движению), за инструмент управления по сей день используется локальная



производная этого момента. А это дифференцирование кинетического момента гиросистемы с целью вычисления законов управления порождает её сингулярные состояния.

*Автор: д.т.н. Э.И. Дружинин.*

**5. Волновое уравнение четвертого порядка в теории Баба-Мадхаварао для частиц со спином 3/2.**

В рамках формализма Баба-Мадхаварао предложен самосогласованный подход вывода системы волновых уравнений четвертого порядка для описания частицы со спином 3/2. Для этой цели были введены в рассмотрение дополнительный алгебраический объект, так называемый  $q$ -коммутатор ( $q$  – примитивный корень четвертой степени из единицы) и новый набор матриц  $\eta_\mu$  вместо исходных  $\beta_\mu$ -матриц. Были детально исследованы различные коммутационные соотношения  $\eta$ -матриц и на их основе рассмотрено построение корня четвертой степени волнового оператора четвертого порядка для частицы со спином 3/2. Для данного построения был предложен дифференциальный оператор первого порядка, сингулярный по параметру деформации. Было проведено соответствующее обобщение полученных результатов на случай присутствия в системе внешнего электромагнитного поля и рассмотрен вопрос о возможном приложении данного формализма к задаче построения в рамках теории Баба-Мадхаварао представления в виде континуального интеграла по траекториям в парасуперпространстве для пропагатора массивной заряженной частицы со спином 3/2 во внешнем электромагнитном поле.

*Авторы: д.ф.-м.н. Ю.А. Марков, д.ф.-м.н. М.А. Маркова.*

**6. Диссоциация пионов и каонов в горячей, плотной кварковой материи.**

В рамках подхода Бет-Уленбека на основе модели Намбу-Йона-Лазинио с петлями Полякова рассмотрена эволюция как связанных состояний, так и состояний рассеяния. Оценены зависимости от температуры и химического потенциала фазовых сдвигов для псевдоскалярных, скалярных изовекторных мезонных каналов для ароматов кварков  $N_f = 2+1$ . Показано, что изменение характера псевдоскалярных связанных состояний при температуре перехода Мотта сигнализируется скачком фазового сдвига на пороге от  $\pi$  до нуля в соответствии с теоремой Левинсона. Показана важность учета состояний рассеяния континуума, что гарантирует исчезновение полного фазового сдвига в каждом из мезонных каналов при высоких энергиях. Таким образом, данный подход обеспечивает унифицированное описание перехода от мезонного газа к кварк-глюонной плазме. Обсуждается возникновение аномальной моды для мезонов, состоящих из кварков с неравными массами, и возможное отношение данной моды к объяснению эффекта пика в отношении  $K^+/\pi^+$  в столкновениях тяжелых ионов.

*Автор: к.ф.-м.н. А.Е. Раджабов*

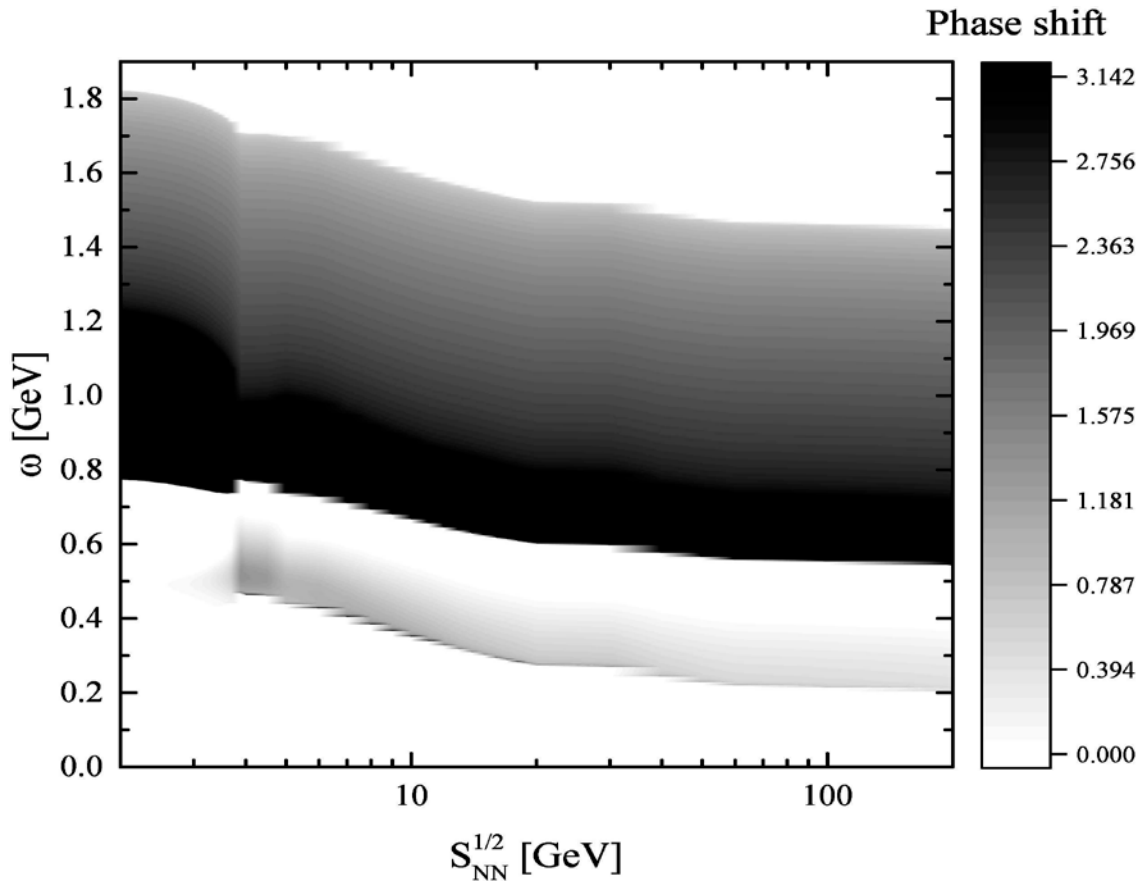


Рис. 2. График энергетической зависимости ( $\omega$ ) фазовых сдвигов для положительно заряженного каона вдоль линии химического замораживания (“freeze out”) фазовой диаграммы параметризованной с помощью энергии столкновения тяжелых ионов в системе центра масс. При этом возникает дополнительное квази-связанное состояние с малой массой, которое является заметным в области энергий эффекта пика в отношении  $K^+/\pi^+$



**Приоритетное направление 38. Проблемы создания глобальных и интегрированных информационно-телекоммуникационных систем и сетей. Развитие технологий и стандартов GRID**

**1. Событийный подход к многорежимному управлению группировкой подводных роботов в обследовательской миссии.**

Разработан подход к построению двухуровневой системы управления группировкой автономных подводных роботов (АПР) при обследовании придонной области, включающей регуляторы нижнего уровня для обеспечения требуемого поведения группы в различных режимах и основанный на дискретно-событийной системе регулятор верхнего уровня, ответственный за переключение режимов. Совокупность моделей, методов и алгоритмов, используемых в рамках данного подхода, позволяет в комплексе учитывать многие аспекты функционирования роботов в реальной подводной среде, формировать сложное поведение группы и автоматизировать многие этапы построения надежных систем управления группой АПР.

Авторы: ак. И.В. Бычков, А.В. Давыдов, к.ф.-м.н. Н.В. Нагул,  
к.т.н. С.А. Ульянов

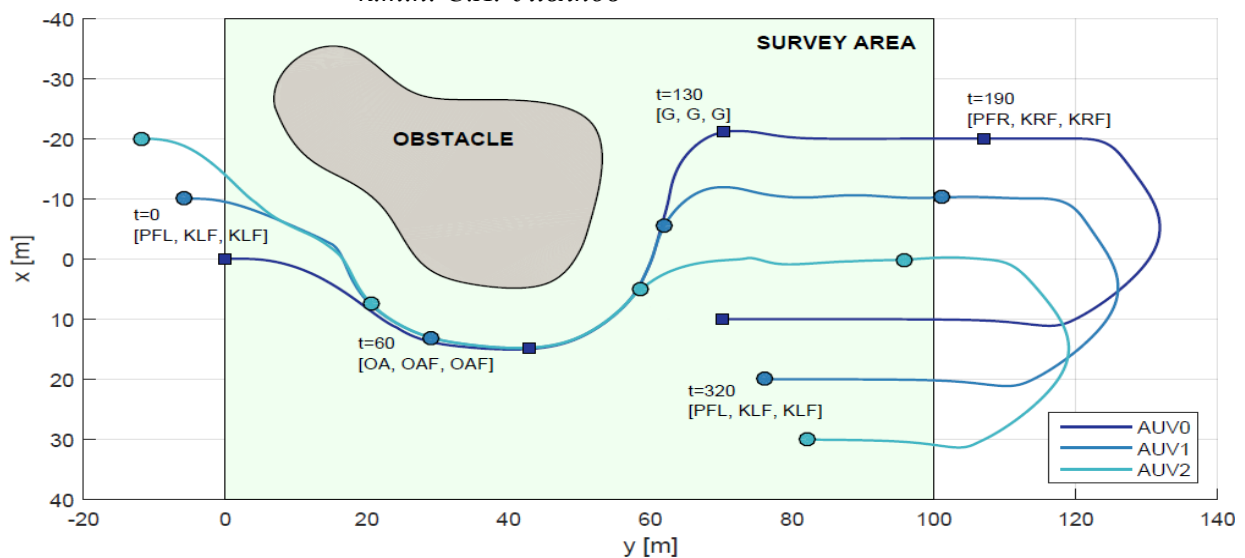


Рис. 3. Результаты численного моделирования построенной децентрализованной гибридной системы управления группой АПР

**2. Технология имитационного моделирования систем массового обслуживания в Grid.**

Разработаны новые инструментальные средства автоматизации имитационного моделирования систем массового обслуживания (СМО) в Grid. Технология базируется на интеграции методов концептуального, каркасного и сервис-ориентированного программирования, а также мультиагентного управления, организации многовариантных расчетов и многокритериальной оптимизации. В отличие от известных, технология обеспечивает комплексную автоматизацию всех этапов моделирования. Технология успешно апробирована (рис. 4) при решении следующих задач: реорганизации структуры клиентов (задача 1); увеличения и балансировки суточного товарооборота (задача 2); увеличения дохода от сдачи в аренду объектов коммерческой недвижимости (задача 3).



*Авторы: ак. И.В. Бычков, д.т.н. Г.А. Опарин, к.т.н. А.Г. Феоктистов,  
к.т.н. В.Г. Богданова, А.А. Пашинин, Ю.А. Дядькин.*

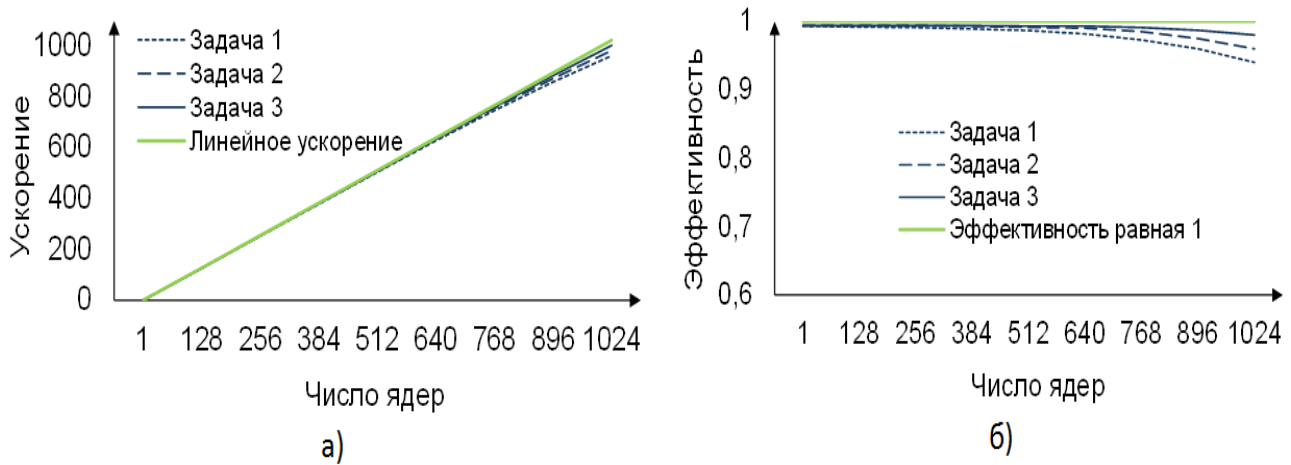
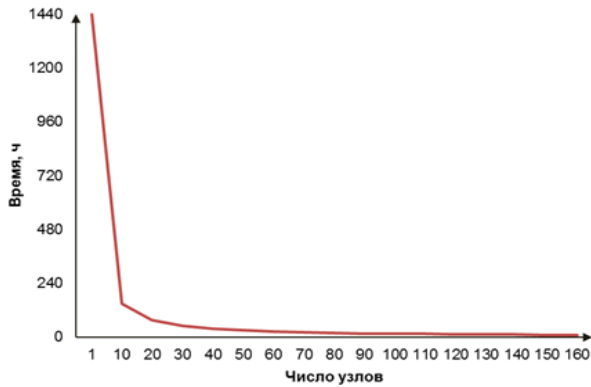


Рис 4. Ускорение вычислений (а) и эффективность использования ресурсов (б) при решении задач

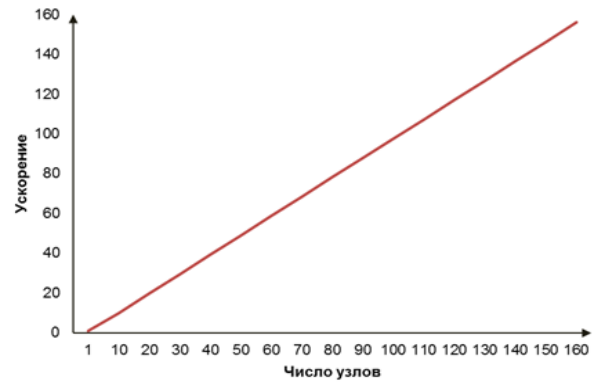
### **3. Инструментальные средства организации вычислений в Grid с виртуализированными ресурсами.**

Разработаны новые инструментальные средства организации вычислений в Grid с виртуализированными ресурсами, базирующиеся в отличие от известных, на интегрированном применении методов и средств инженерии знаний, концептуального моделирования, мультиагентных технологий, а также методов оценки надежности и распределения вычислительных ресурсов на основе рыночных механизмов регулирования спроса и предложения. Средства успешно применены при решении задачи исследования развития топливно-энергетического комплекса Вьетнама (рис. 5).

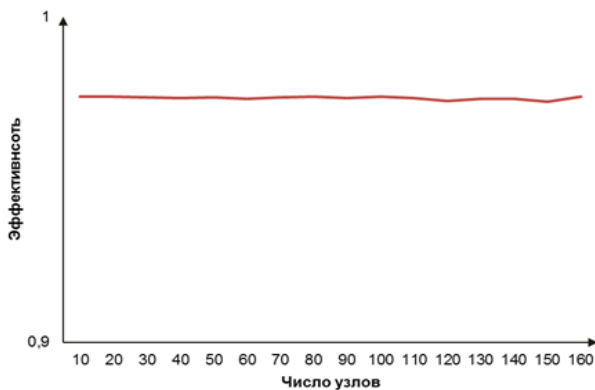
*Авторы: ак. И.В. Бычков, к.т.н. А.Г. Феоктистов, к.т.н. И.А. Сидоров,  
к.т.н. С.А. Горский, Р.О. Костромин.*



а)



б)



в)

Число исследуемых состояний ТЭК: 531442.  
Время решения задачи на 1 ядре: свыше 1440 часов.  
Среднее время оценки 1 состояния ТЭК: ~ 10 секунд.  
Накладные расходы на виртуализацию:  $\leq 5\%$ .  
Общее время решения задачи: ~ 9 ч.

г)

Рис 5. Время решения задачи (а), ускорение вычислений (б),  
эффективность использования ресурсов (в) и характеристики вычислительного процесса (г)

#### 4. Метод и программное средство визуализации результатов имитационного моделирования на основе онтологии.

Разработан метод и программное средство визуализации результатов имитационного моделирования, в основе которых лежит использование онтологий для описания как самой визуализируемой области, так и правил ее трехмерного отображения, включая этапы: онтологического моделирования, создания визуальных объектов, формирования правил описания сцены, генерации программного кода, визуализации, организации обмена данными между средством визуализации и источником данных. Использование метода и средства позволяет непрограммирующему пользователю формировать описание процесса/явления в виде трехмерной сцены в терминах предметной области, абстрагируясь от написания программного кода.

Авторы: д.т.н. О.А. Николайчук, к.т.н. А.И. Павлов, С.А. Коршунов.

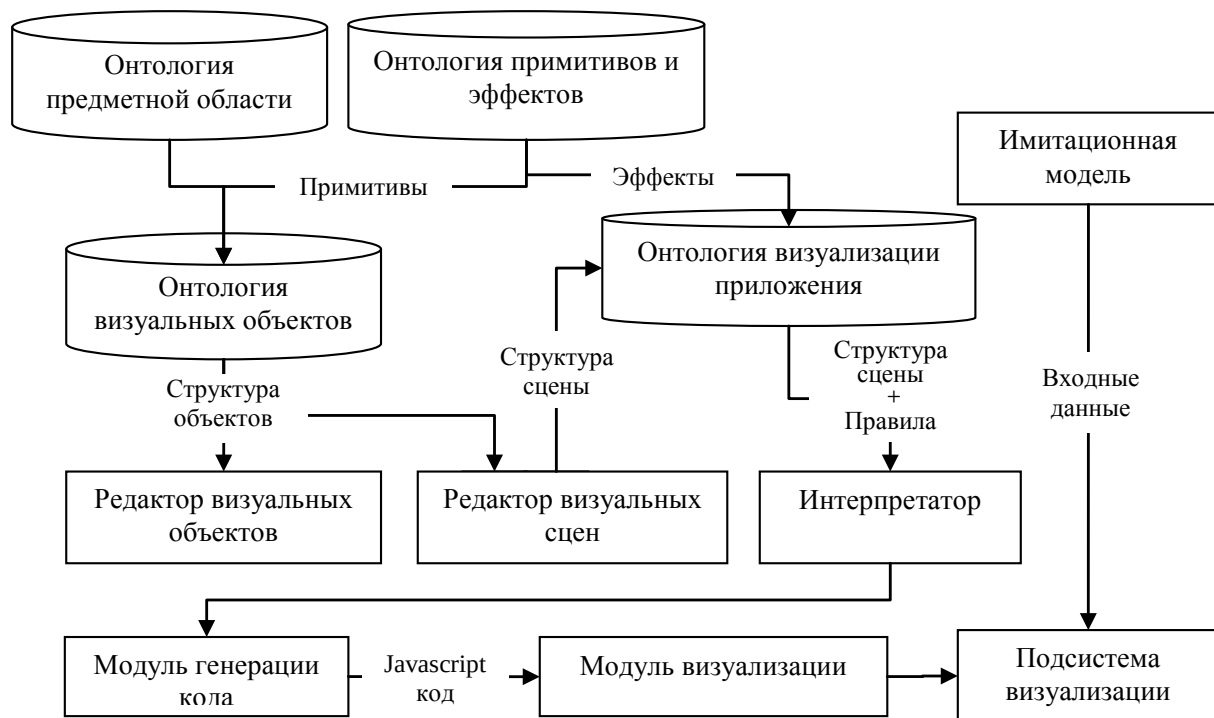


Рис. 6. Архитектура программного средства визуализации

## 5. Предметно-ориентированный язык правил анализа и интерпретации произвольных электронных таблиц.

В рамках развития технологий обработки неструктурированных данных для выражения правил анализа и интерпретации таблиц разработан язык CRL (Cells Rule Language). По сравнению с известными языками трансформации данных CRL позволяет выстраивать процесс трансформации как последовательность шагов автоматического понимания таблиц: их ролевого анализа, структурного анализа и интерпретации. В отличие от языков правил общего назначения CRL позволяет фокусироваться на предмете (понимании таблиц), скрывая несущественные детали.

Авторы: к.т.н. А.О. Шигаров, А.А. Михайлов,  
к.т.н. В.В. Парамонов, А.А. Алтаев.



```
rule      = 'rule' <a Java integer literal> 'when' condition 'then' action 'end' <EOL> {rule} <EOF>
condition = query identifier [':' constraint {' constraint' [',' assignment {' assignment'}]]
           <EOL> {condition}
constraint = <a Java boolean expression>
assignment = identifier ':' <a valid Java expression>
query       = 'cell' | 'entry' | 'label' | 'category' | 'no cells' | 'no entries' | 'no labels' |
             'no categories'
action      = merge | split | set text | set indent | set mark | new entry | new label | add label |
             set parent | set category | group <EOL> {action}
merge       = 'merge' identifier 'with' identifier
split       = 'split' identifier
set text    = 'set text' <a Java string expression> 'to' identifier
set indent  = 'set indent' <a Java integer expression> 'to' identifier
set mark    = 'set mark' <a Java string expression> 'to' identifier
new entry   = 'new entry' identifier ['as' <a Java string expression>]
new label   = 'new label' identifier ['as' <a Java string expression>]
add label   = 'add label' identifier | (<a Java string expression> 'of' identifier |
           <a Java string expression>) 'to' identifier
set parent  = 'set parent' identifier 'to' identifier
set category = 'set category' identifier | <a Java string expression> 'to' identifier
group       = 'group' identifier 'with' identifier
identifier  = <a Java identifier>
```

Рис. 7. Описание грамматики языка CRL в расширенной форме Бэкуса-Наура

## **6. Планирование расписаний воздушных транспортных средств.**

Исследована задача планирования порядка следования и расписаний взлетов и посадок воздушных транспортных средств в условиях аэропорта с одной взлетно-посадочной полосой. Предложены новые формулировки с дискретным временем в виде задач целочисленного линейного программирования, предложены новые семейства правильных неравенств, а также процедуры фиксирования переменных и лифтинга. С использованием полученных результатов разработан точный метод решения, эффективность которого продемонстрирована в ходе вычислительного эксперимента на реальных данных крупных загруженных европейских аэропортов.

*Автор: к.ф.-м.н. И.Л. Васильев.*

## **7. Новая система пропозиционального вывода.**

Построена новая система пропозиционального вывода (propositional proof system), основанная на использовании техники т.н. «двухрельсового кодирования» (Dual Rail Encoding, DRE). Доказано, что в рамках системы доказательств, основанной на DRE, невыполнимость известных формул Дирихле доказывается за полиномиальное время. Следствием этого является тот факт, что новая система доказательств оказывается более мощной, чем общая резолюция.

*Автор: к.ф.-м.н. А.С. Игнатьев.*



## **РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОГРАММАМ СО РАН**

В соответствии с Планом НИР и Государственным заданием на 2017 год выполнялись исследования по 6 научным (базовым) темам в рамках двух приоритетных направлений и программ фундаментальных исследований СО РАН на 2017–2020 гг.:

### **I. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

#### **Приоритетное направление 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МАТЕМАТИКА**

##### **Программа I.1.4. Исследование задач динамики и управления: качественный и численный анализ**

*Координатор программы: чл.-к. РАН А.А. Толстоногов*

##### **Тема I.1.4.1. Эволюционные уравнения и управляемые системы: теория, численный анализ и приложения**

*№ гос. регистрации: АААА-А17-117032210080-7*

*Научный руководитель – чл.-к. РАН А.А. Толстоногов*

В сепарабельном гильбертовом пространстве рассмотрено эволюционное включение, правая часть которого содержит субдифференциал неавтономной собственной выпуклой полунепрерывной функции и многозначное возмущение с невыпуклыми замкнутыми неограниченными значениями. Наряду с этим включением рассмотрено включение с овыпукленным возмущением. Доказаны существование решений и плотность множества решений исходного включения в замыкании множества решений включения с овыпукленным возмущением. В отличие от известных результатов такого типа мы не предполагаем, что выпуклая функция обладает свойством компактности и что значения многозначного возмущения являются ограниченными множествами  
(автор: чл.-к. РАН А.А. Толстоногов).

Рассмотрена управляемая система двух обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающая эффект гистерезиса. Многозначная функция, задающая ограничение на управление, может принимать невыпуклые значения. Исследована задача релаксации для данной системы, т.е. аппроксимация решений системы с овыпукленными ограничениями на управление решениями исходной системы. Отличительной особенностью данной задачи является неограниченность значений функции ограничения на управление и ослабление традиционного для данного типа задач условия Липшица по фазовой переменной для данной функции (автор: к.ф.-м.н. С.А. Тимошин).

Рассмотрена управляемая система, описываемая нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных, возникающая при описании фазовых переходов. Ограничение на управление задается зависящим от фазовых переменных многозначным отображением, принимающим невыпуклые значения. Исследована задача минимизации невыпуклого по управлению интегрального функционала на решениях рассматриваемой системы. Изучена сходимости минимизирующей последовательности исходной задачи к решению, которое существует, овыпукленной задачи оптимального управления  
(автор: к.ф.-м.н. С.А. Тимошин).



В конечномерном евклидовом пространстве рассмотрено дифференциальное включение с невыпуклым неограниченным возмущением. Вместо традиционного предположения липшицевости в метрике Хаусдорфа многозначного возмущения использовано понятие липшицевости, являющееся более естественным для многозначных отображений с неограниченными значениями. Наряду с заданным включением рассмотрено включение с овыпукленным возмущением. Доказано существование решений включений и получена теорема релаксации (плотность множества решений исходного включения в множестве решений овыпукленного включения) (автор: к.ф.-м.н. С.А. Тимошин).

Разработан метод предельных дифференциальных включений для функционально-дифференциальных уравнений с разрывной правой частью с использованием инвариантно-дифференцируемых функционалов Ляпунова. Предложены новые подходы к построению предельных дифференциальных включений и изучены свойства типа инвариантности правых предельных множеств неавтономных функционально-дифференциальных уравнений с разрывной правой частью. Изучены свойства предельных дифференциальных включений для систем с последствием и доказаны аналоги принципа инвариантности (автор: д.ф.-м.н. И.А. Финогенко).

Рассмотрена задача управления уравнением неразрывности в конечномерном евклидовом пространстве. Это уравнение описывает процесс переноса массы векторным полем и потому на него можно смотреть как на динамическую систему в пространстве мер. Предполагается, что векторное поле, вдоль которого переносится масса, является линейной функцией управления или другими словами линейной комбинацией конечного семейства векторных полей. При условии, что это семейство является скобочно образующим (bracket generating), доказана аппроксимативная управляемость системы в классе распределенных (зависящих от временной и пространственной координаты) управлений (автор: к.ф.-м.н. Н.И. Погодаев).

Для линейных стационарных ДАУ показано, что возмущения коэффициентов системы не могут быть произвольными, поскольку введение в систему произвольно высокого индекса неопределенностей может полностью изменить не только ее структуру, но и дифференциальный порядок. При возмущениях различной структуры, подчиняющихся условию малости матричных норм, получены условия, гарантирующие, что введение матричных неопределенностей в коэффициенты не нарушает дифференциальный порядок и внутреннюю структуру рассматриваемой системы. В предположениях, обеспечивающих сохранение структуры, получены достаточные условия робастной устойчивости для систем, у которых неопределенность присутствует не только в матрице при искомой функции, но и в матрице при производной (авторы: д.ф.-м.н. А.А. Щеглова, А.Д. Кононов).

Рассматривались линейные системы ДАУ, содержащие в своей динамике как непрерывные, так и дискретные переменные (вырожденные гибридные системы). Для таких систем построена структурная форма, эквивалентная исходной системе в смысле решений, получены необходимые и достаточные условия разрешимости начальной задачи, а также условия согласования начальных данных как для случая с непрерывным, так и с кусочно-непрерывным решением (автор: к.ф.-м.н. П.С. Петренко).

Для ДАУ высокого порядка изучены возмущения (необязательно малые) операторами Вольтерра. Получены условия разрешимости исходных и возмущенных систем и начальных задач для них. Обоснованы критерии, при выполнении которых у возмущенных систем



сохраняется структура решений. Обсуждается влияние малых возмущений свободного члена и начальных данных на решение (получены соответствующие оценки). Предложен способ вычисления особых точек решений, в которых решения имеют разрывы или ветвятся. В рамках теорем существования обоснован численный метод (авторы: д.ф.-м.н. В.Ф. Чистяков, к.ф.-м.н. Е.В. Чистякова).

Исследовались системы интегро-дифференциальных уравнений (ИДУ) Вольтерра и интегральные уравнения Вольтерра с тождественно вырожденной матрицей в области определения при главном члене. Такие системы интегральных уравнений принято сейчас называть интегро-алгебраическими уравнениями (ИАУ). Получены условия разрешимости и указана структура общих решений. В условиях теорем существования рассмотрено возмущение систем ИДУ операторами Фредгольма. Указана структура общих решений таких систем. Основным методом исследования является подход, основанный на анализе продолженных систем и свойств матричных многочленов, определенным образом поставленных в соответствие изучаемым ИДУ и ИАУ (авторы: д.ф.-м.н. В.Ф. Чистяков, к.ф.-м.н. Е.В. Чистякова).

Получены достаточные условия существования единственного решения ИАУ с переменными пределами интегрирования в классе непрерывных функций. Для численного решения интегро-алгебраических уравнений с переменными пределами интегрирования предложено семейство многошаговых методов, основанных на явных квадратурных формулах Адамса для интегрального слагаемого и на экстраполяционных формулах для главной части. Проведен анализ модели долгосрочного развития электроэнергетической системы. Данная модель имеет вид интегро-алгебраического уравнения с переменными пределами интегрирования (автор: д.ф.-м.н. М.В. Булатов).

Для ДАУ индекса не выше двух предложены и обоснованы частные случаи коллокационно-вариационных разностных схем, а именно, интерполяционный вариант разностных схем с одной точкой коллокации. Данная схема рассматривается как одношаговый метод с ограничением-равенством, к которому мы добавляем условие минимума целевой функции и таким образом переходим к специальной задаче математического программирования, которая сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений методом множителей Лагранжа. Доказана теорема сходимости, проведены численные расчеты на модельных примерах (авторы: д.ф.-м.н. М.В. Булатов, к.ф.-м.н. Л.С. Соловарова).

Рассмотрены квазилинейные дифференциально-алгебраические уравнения с регулярным матричным пучком, построенным по коэффициентам системы произвольного индекса. Предложен новый алгоритм численного решения, обладающий высокой точностью. Алгоритм основан на идее расщепления матричного пучка, анализе его структурной формы и аппроксимации производных степенными сплайнами различных порядков (автор: к.ф.-м.н. С.В. Свинина).

Доказан позиционный принцип минимума для минимаксной задачи оптимального управления с гладкой по состоянию динамикой. Целевая функция задачи есть максимум конечного числа гладких функций, т.е. является квазидифференцируемой. Доказательство основано на новой конструкции опорной мажоранты функционала задачи и соответствующих позиционных управлениях спуска. Помимо самостоятельного значения результат позволяет получать позиционный принцип максимума для задач оптимального



управления с терминальными ограничениями типа неравенства путем их редукции к негладким минимаксным задачам (автор: д.ф.-м.н. В.А. Дыхта).

Для нелинейных задач оптимального управления в дискретных системах установлено, что позиционный принцип минимума существенно усиливает дискретный принцип максимума (типа Понтрягина). Во-первых, позиционное условие справедливо без предположений выпуклости управляемой системы и целевой функции (классический результат здесь, вообще говоря, не применим). Во-вторых, на общей области применимости позиционный принцип минимума гарантированно отбраковывает неэкстремальные процессы, в то же время позволяет улучшать по функционалу неоптимальные стационарные управления (автор: к.ф.-м.н. С.П. Сорокин).

Для задачи оптимального управления дискретной нелинейной динамической системой с нелинейной целевой функцией при точечных фазовых и общем конечном ограничениях на траектории получены внешние оценки множеств достижимости при учете фазовых ограничений. На базе оценок доказано достаточное условие оптимальности в соответствующих задачах управления, не требующее выпуклости входных данных (автор: к.ф.-м.н. С.П. Сорокин).

Предложен алгоритм построения позиционных управлений спуска по функционалу в задаче оптимального управления с терминальным функционалом, основанный на формировании численных решений неравенства Гамильтона-Якоби в некоторой области расширенного фазового пространства. После дискретизации рассматривается задача с дискретным временем. В части численного нахождения решений неравенства Гамильтона-Якоби алгоритм представляет собой упрощенный вариант метода решений уравнения эйконала и стационарных уравнений Гамильтона-Якоби, требующий существенно меньших вычислительных затрат. В ходе работы различные модификации алгоритма тестировались на задачах построения множества достижимости импульсных систем и на задаче восстановления формы тела по изображению (обе эти задачи требуют численного решения некоторого стационарного уравнения Гамильтона-Якоби-Беллмана) (автор: к.т.н. В.А. Воронов).

Для линейных по состоянию задач дискретного оптимального управления реализован итерационный алгоритм позиционного улучшения целевого функционала, который основан на позиционном принципе минимума. Алгоритм протестирован на нескольких примерах с билинейными динамическими системами. Результаты расчетов алгоритмом позиционного улучшения совпали с результатами, полученными модифицированным методом парабол (авторы: к.ф.-м.н. С.П. Сорокин, д.т.н. А.Ю. Горнов).

Получено описание множества решений импульсной управляемой системы с гистерезисной нелинейностью в правой части. Для случая скалярного гистерезиса типа люфт доказаны теоремы об аппроксимации решений ограниченной вариации последовательностями абсолютно непрерывных решений (авторы: к.ф.-м.н. О.Н. Самсонюк, к.ф.-м.н. С.А. Тимошин).

Предложена формализация позиционного импульсного управления, основанная на пространственно-временном представлении импульсной системы с траекториями ограниченной вариации. Такое представление позволяет описать многозначное решение импульсной системы как параметрически заданную функцию вспомогательной переменной  $\tau$ , являющейся суммой «реального» времени  $t$  и так называемого «быстрого» времени  $V$



(характеризующего импульсную динамику системы). На основе предложенной формализации позиционного управления было получено необходимое условие оптимальности с позиционными управлениями для импульсных процессов. Это необходимое условие названо позиционным принципом минимума, оно является обобщением соответствующего одноименного критерия для классических задач оптимального управления (*автор: к.ф.-м.н. О.Н. Самсонок*).

Исследован вопрос существования решения в задаче оптимального импульсного управления с траекториями ограниченной  $p$ -вариации,  $1 < p < 2$ . Получено конструктивное представление импульсной управляемой системы через специальное дискретно-непрерывное интегральное уравнение, включающее интеграл Юнга (*авторы: к.ф.-м.н. Е.В. Гончарова, к.ф.-м.н. О.Н. Самсонок, к.ф.-м.н. М.В. Старицын*).

Исследован класс механических систем с быстрыми вибрациями и блокируемыми степенями свободы. Предложена формализация таких систем в форме гибридной динамической системы с нелинейными импульсами, где линейная (аффинная) компонента импульсного воздействия связана с соответствующим решением посредством общего ограничения, задающего множество допустимых состояний до и после любого из аффинных импульсов. Разработана схема аппроксимации импульсной динамической системы обычными управляемыми процессами, которая сводится к поиску близкого в слабой топологии и в некотором смысле квазиортогонального управляемого процесса. Дано конструктивное описание замыкания множества аппроксимирующих решений (релаксации системы) в слабой топологии. Получен результат о существовании решения задачи оптимального управления такими системами (*авторы: к.ф.-м.н. Е.В. Гончарова, к.ф.-м.н. М.В. Старицын*).

Предложена вычислительная технология аппроксимации множества достижимости (МД) на плоскости для нелинейных управляемых систем с линейным вхождением управления и полиэдральным множеством допустимых управлений. В основу алгоритмов положен “bang-bang”-принцип – перебор граничных точек допустимого множества и метод стохастической аппроксимации (СА), хорошо показавший себя при решении ряда более простых задач фазового оценивания. Работа алгоритмов управляется единственным алгоритмическим параметром, контролирующим число точек переключения пробных управлений. Эффективность реализованной технологии исследована на ряде тестовых моделей (*авторы: д.т.н. А.Ю. Горнов, к.т.н. Т.С. Зароднюк, Е.А. Финкельштейн*).

Предложена модификация метода «квазиравномерного заполнения» (КЗ), ориентированная на класс систем с полиэдральным множеством допустимых управлений. Реализованный алгоритм накапливает информацию об аппроксимирующих МД точках в специальной базе проб, при этом на каждой итерации контролируется близость новых точек к точкам, уже заложенным в базу. Близость двух пробных состояний оценивается евклидовой нормой разницы состояний системы в конечный момент времени. Работа алгоритма управляется алгоритмическим параметром – размером отсекающих евклидовых шаров, на основе которых производится селекция новых пробных точек в терминальном фазовом пространстве (*авторы: д.т.н. А.И. Тятюшкин, А.С. Аникин*).

Проведено многовариантное тестирование разработанных алгоритмов и вычислительных технологий. Достоверность полученных результатов расчетов проверена путем сравнения вычислительных экспериментов на популярных модельных примерах, для



которых полиэдральное множество совпадает с параллелепипедом и для которых уже разработано и хорошо исследовано значительное количество надежных методов и алгоритмов (авторы: д.т.н. А.Ю. Горнов, к.т.н. Т.С. Зароднюк, А.С. Аникин, Е.А. Финкельштейн).

**Тема I.1.4.2. Развитие математических методов описания процессов в физике высоких энергий, высокотемпературной плазме и механике сплошных сред**

№ гос. регистрации: АААА-А17-117032210076-0

Научный руководитель – д.ф.-м.н. Ю.А. Марков

Предложен метод обращения внешнего лучевого преобразования для скалярных и векторных полей в области  $R^3 \setminus B^3(0, r_0)$ , т.е. для случая наличия экспериментальных данных во внешности шара радиуса  $r_0$ . Метод основан на разложении полей по базисным, скалярным и векторным волновым функциям. Лучевые преобразования от базисных функций получены в аналитическом виде. Задача определения коэффициентов разложения сведена к задаче минимизации квадратичного функционала, которая эффективно решается с использованием метода сингулярного разложения. Доказаны соответствующие леммы. Примеры базисных векторов Хансена  $M_l^m(\mathbf{r})$ ,  $N_l^m(\mathbf{r})$  для  $l=3$ ,  $m=2$  приведены на рисунке 8 (автор: д.ф.-м.н. А.Л. Баландин).

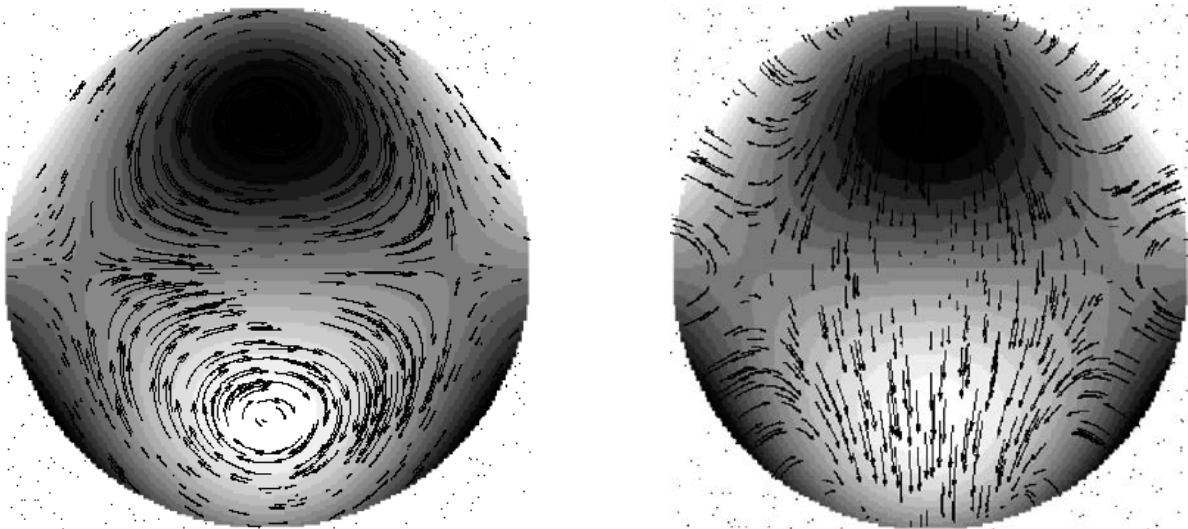


Рис.8. Примеры базисных векторов Хансена

Развит подход к определению поляризации частицы после взаимодействия. Было показано, что вместо стандартного подхода с вычислением поляризации конечных продуктов взаимодействия с помощью квадрата матрицы рассеяния можно найти эту поляризацию прямо из амплитуды (т.е. из самой матрицы рассеяния). Хотя новый подход не дал ничего нового для конечных частиц, однако позволил определить понятие поляризации для частиц в промежуточном состоянии, в котором частица описывается при помощи пропагатора (функции распространения). Данное новое понятие поляризации для частиц в промежуточном состоянии была интерпретирована как комбинация частицы–античастицы с некоторой вполне определенной поляризацией. Было показано, что этот подход имеет



приложение к распространению нейтрино, в котором рассматривается макроскопический пропагатор, что позволило нам говорить о поляризации нейтрино в момент взаимодействия. В качестве другого приложения было рассмотрено поляризация  $t$ -кварка (автор: к.ф.-м.н. В.П. Ломов).

Для нелинейного уравнения теплопроводности в случае степенной зависимости коэффициента теплопроводности от температуры доказаны новые теоремы существования и единственности аналитических решений (в виде кратных степенных рядов), получены новые классы специальных точных решений (построение сводится к интегрированию обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка) и предложены оригинальные численные алгоритмы построения приближенных решений (на основе гранично-элементного подхода). Все найденные решения описывают распространение с конечной скоростью тепловых волн различного вида на прямой, плоскости, а также в трехмерном пространстве симметрично относительно начала координат (авторы: д.ф.-м.н. А.Л. Казаков, к.ф.-м.н. П.А. Кузнецов, Св.С. Орлов).

В рамках подхода Бет-Уленбека на основе модели Намбу-Йона-Лазинио с петлями Полякова рассмотрена эволюция как связанных состояний, так и состояний рассеяния. Оценены зависимости от температуры и химического потенциала фазовых сдвигов для псевдоскалярных, скалярных изовекторных мезонных каналов для ароматов кварков  $N_f=2+1$ . Показано, что изменение характера псевдоскалярных связанных состояний при температуре перехода Мотта сигнализируется скачком фазового сдвига на пороге от  $\pi$  до нуля в соответствии с теоремой Левинсона. Показана важность учета состояний рассеяния континуума, что гарантирует исчезновение полного фазового сдвига в каждом из мезонных каналов при высоких энергиях. Таким образом, данный подход обеспечивает унифицированное описание перехода от мезонного газа к кварк-глюонной плазме. Обсуждается возникновение аномальной моды для мезонов, состоящих из кварков с неравными массами, и возможное отношение данной моды к объяснению эффекта пика в отношении  $K^+/\pi^+$  в столкновениях тяжелых ионов (автор: к.ф.-м.н. А.Е. Раджабов).

Исследованы взвешенные суммы степеней натуральных чисел, возникающие при построении непрерывного предела интегрируемой иерархии эволюционных дифференциально-разностных уравнений цепочки Богоявленского. На основе вычислений в среде Maple предложен ряд гипотез относительно представления этих сумм специальными многочленами, а также относительно связи этих сумм с суммами степеней высшего порядка (автор: к.ф.-м.н. А.К. Свинин).

Исследована нелинейная система реакции-диффузии, моделируемая системой уравнений параболического типа со степенными нелинейностями. Предложена конструкция точных решений, позволяющая декомпозировать процесс отыскания компонент, зависящих от времени и пространственных координат. Построены новые многопараметрические семейства точных решений, задаваемых элементарными функциями. Выделены случаи взрывающихся (blow-up solutions) или периодических по времени и анизотропных по пространственным переменным точных решений (автор: к.ф.-м.н. Э.И. Семенов).



**Тема I.1.4.3. Качественный анализ динамических свойств и синтез управлений гибридными механическими системами с развитием средств компьютерной алгебры и средств численной реализации**

*№ гос. регистрации: АААА-А17-117032210082-1*

*Научный руководитель – д.т.н. Э.И. Дружинин*

Предлагается новый метод расчета управлений переориентацией космических аппаратов (КА), обеспечивающий их эффективную реализацию системой коллинеарных пар однокарданных силовых управляющих гироскопов (гиродинов). Технология метода продемонстрирована в задаче управления посредством гиродинов перманентным гашением угловой скорости вращения аппарата вокруг его центра масс при ненулевом значении кинетического момента аппарата после его разгрузки (*автор: д.т.н. Э.И. Дружинин*).

Предложен метод построения динамических моделей больших космических конструкций (БКК) при неопределенности значений их параметров, неполноты и ошибок измерений состояния конструкций в условиях реальной эксплуатации. Метод позволяет при отсутствии возможности наземного тестирования БКК формировать для них грубые, структурно устойчивые динамические модели (*автор: д.т.н. Э.И. Дружинин*).

В терминах угловой метрики подпространств гильбертова пространства определены достаточные условия разрешимости задачи, когда для двух различных пучков динамических процессов, индуцированных одной гиперболической системой, но с разными нестационарными полилинейными регуляторами, существует такая полилинейная реализация регулятора, что при наличии данной реализации объединение этих пучков будет представлять семейство допустимых решений означенной гиперболической системы (*автор: д.ф.-м.н. В.А. Русанов*).

По линеаризованным уравнениям возмущенного движения получены условия устойчивости относительного равновесия спутника с управляемым гравитационным стабилизатором на круговой орбите. В пространстве введенных параметров найдены области с различными степенями неустойчивости по Пуанкаре. Предполагая неустойчивость потенциальной системы, рассмотрен вопрос о возможности ее стабилизации до асимптотической устойчивости. Проведен параметрический анализ полученных неравенств с помощью средств для символьно-численного моделирования СКА «Mathematica» (*автор: к.ф.-м.н. А.В. Банищikov*).

Получены необходимые и достаточные условия реализации нестационарного полилинейного регулятора дифференциальной системы второго порядка (в том числе гиперболической), содержащей в качестве допустимых решений заданное не ограниченное по мощности (конечное/счетное/континуальное) множество бесконечномерных управляемых динамических процессов в сепарабельном гильбертовом пространстве (*авторы: д.ф.-м.н. В.А. Русанов, д.ф.-м.н. А.В. Лакеев*).

На базе аппарата алгебраической топологии в сепарабельном гильбертовом пространстве исследовано свойство РЛД-совместимости конечной ступени в анализе разрешимости задачи дифференциальной реализации динамических процессов. Основной результат: если конечные множества динамических процессов  $N_i, i=1, \dots, n$  обладают свойством РЛД-совместимости первой ступени, то семейство динамических процессов



$\bigcup_{i=1, \dots, n} N_i$  имеет дифференциальную реализацию, коль скоро оператор Релея–Ритца полуаддитивен с некоторым весом  $p \geq 1$  на замкнутом линейном многообразии

$$\text{Span } N_1 + \text{Span } N_2 + \dots + \text{Span } N_n.$$

*(автор: д.ф.-м.н. В.А. Русанов).*

Предложен помехозащищенный (по технологии интегрального метода наименьших квадратов) прямой алгоритм структурно-параметрической идентификации дифференциальной модели демпфированных колебаний упругого элемента спутника-гиростата в форме уравнений Лагранжа II рода (*авторы: д.ф.-м.н. В.А. Русанов, к.ф.-м.н. А.В. Баницков, к.т.н. В.А. Воронов, А.А. Ветров*).

На основе метода Рауса-Ляпунова и его обобщений с использованием символьных вычислений на компьютере проведен качественный анализ уравнений движения ряда консервативных систем, в том числе волчка и гиростата Ковалевской в двух постоянных силовых полях, твердого тела в идеальной жидкости, твердого тела с полостями, заполненными жидкостью. Для уравнений движения волчка и гиростата Ковалевской в двух силовых полях найдены стационарные решения и их семейства (перманентные вращения, положения равновесия, маятниковые колебания), для тела в жидкости – семейства винтовых движений и положений равновесия. Выделены стационарные инвариантные многообразия, которым вышеуказанные решения принадлежат. Для найденных решений и инвариантных многообразий получены достаточные условия устойчивости или доказана неустойчивость (*авторы: д.ф.-м.н. В.Д. Иртегов, к.т.н. Т.Н. Титоренко*).

Применение знакоопределенных связок двух квадратичных форм и неоднородных многочленов многих переменных позволило доказать совпадение достаточных условий устойчивости перманентного вращения твердого тела вокруг главной вертикальной оси с необходимыми в случае существования интеграла Эйлера (*автор: д.ф.-м.н. М.А. Новиков*).

Исследована возможность одновременной положительной определенности двух связок, каждая состоящая из трех квадратичных форм от трех переменных. Коэффициенты линейных комбинаций обеих связок одинаковы. Показано сведение этой задачи к матричному равенству. Составлены достаточные условия существования решений этой задачи и приведены достаточные условия невозможности решений этой задачи (*автор: д.ф.-м.н. М.А. Новиков*).

Для орбитального гиростата с упругим стержнем, как системы с распределенными параметрами, исследован вопрос существования одноосных равновесных ориентаций на притягивающий центр при наличии симметрий в системе. Для важной модели реальных объектов – осесимметричного орбитального гиростата, в корпусе которого зашкреплен одним концом однородный прямолинейный в недеформированном состоянии упругий стержень с точечной массой на его свободном конце, в ограниченной постановке и при дискретизации задачи (и при некоторых других предположениях) найдены все одноосные равновесные ориентации корпуса гиростата на притягивающий центр, которые реализуются лишь при соответствующих значениях гиростатического момента системы, зависящего также и от найденных деформации стержня в таких равновесиях (*автор: к.ф.-м.н. С.В. Чайкин*).



#### **IV. ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Приоритетное направление IV.38. Проблемы создания глобальных и интегрированных информационно-телекоммуникационных систем и сетей. Развитие технологий и стандартов GRID**

**Программа IV.38.1. Методы и технологии создания и интеграции гетерогенных распределенных информационно-вычислительных ресурсов для поддержки междисциплинарных научных исследований на основе сервис-ориентированной парадигмы**

*Координатор программы: ак. И.В. Бычков*

**Тема IV.38.1.1. Технологии разработки проблемно-ориентированных самоорганизующихся мультиагентных систем группового управления: методы, инструментальные средства, приложения**

*№ гос. регистрации: АААА-А17-117032210078-4*

*Научный руководитель – ак. И.В. Бычков*

Разработаны булевы модели, алгоритмы и программные средства синтеза законов управления для линейных двоично-динамических систем (ДДС) и нелинейных ДДС с аддитивным вхождением управляющих воздействий. Предложены два способа управления выполнением разработанных программных средств на основе сервис-ориентированного подхода и мультиагентного управления: организация управления композитным приложением с помощью сервисов логики выполнения; организация взаимодействия вычислительных сервисов с помощью самоорганизующейся мультиагентной системы (МАС) на основе децентрализованного управления на распределенной модели предметной области (рис. 9) (авторы: ак. И.В. Бычков, д.т.н. Г.А. Опарин, к.т.н. В.Г. Богданова, к.т.н. С.А. Горский, А.А. Пашинин).

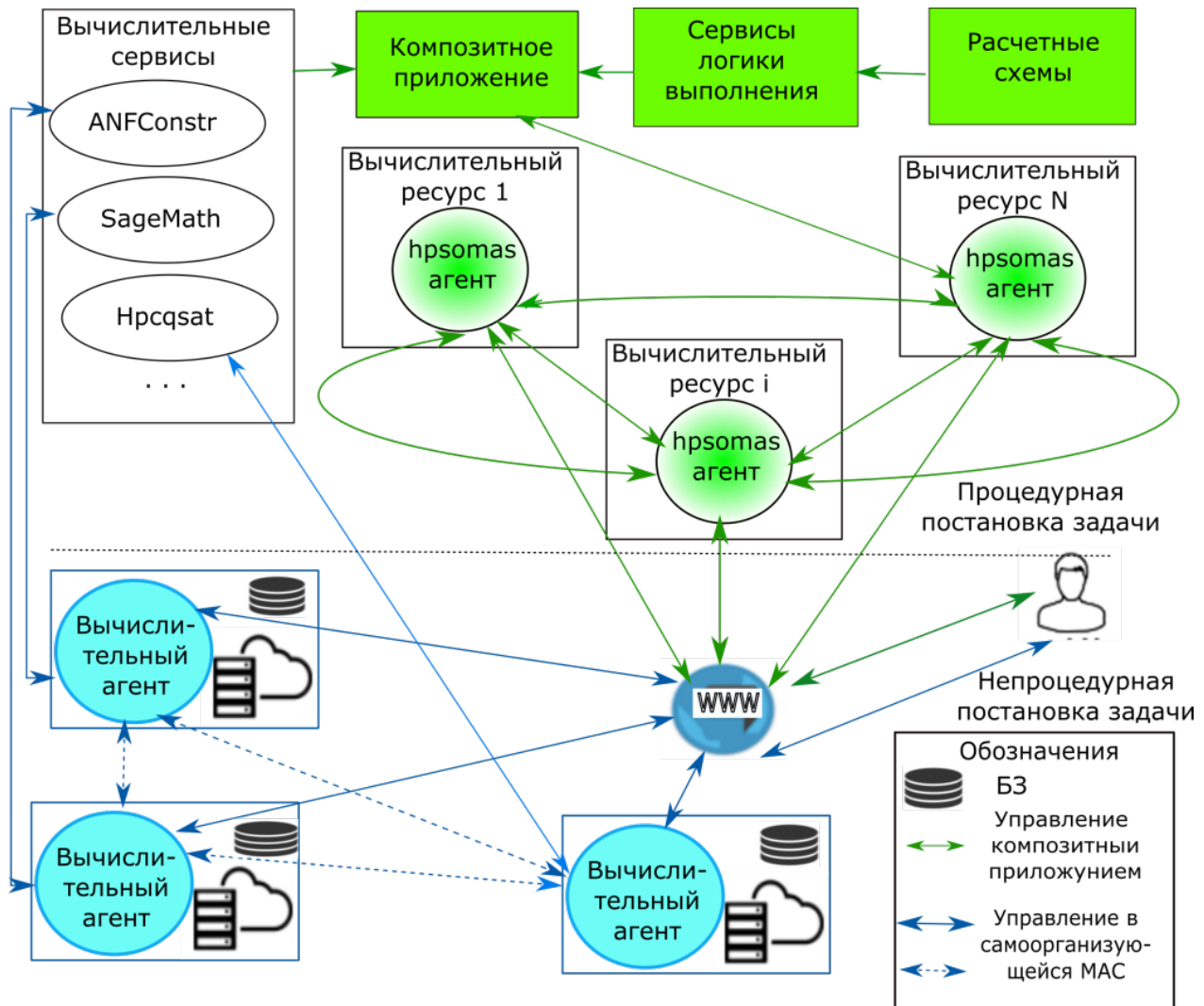


Рис. 9. Организация управления вычислительными сервисами

Разработан масштабируемый параллельный решатель hpcsat, предназначенный для параллельного решения SAT-задач в распределенной вычислительной среде (PBC) с использованием сервис-ориентированных технологий и мультиагентного управления. Реализованный в hpcsat подход, основанный на динамическом распределении по узлам PBC заданий, возникающих при расщеплении исходной булевой функции, позволяет существенно сократить время решения задачи. Решатель hpcsat значительно превосходит на тестовых примерах популярный параллельный SAT-решатель HordeSat (рис. 10) (авторы: ак. И.В. Бычков, д.т.н. Г.А. Опарин, к.т.н. В.Г. Богданова, к.т.н. А.Г. Феокистов, к.т.н. И.А. Сидоров, к.т.н. С.А. Горский, А.А. Пашинин).

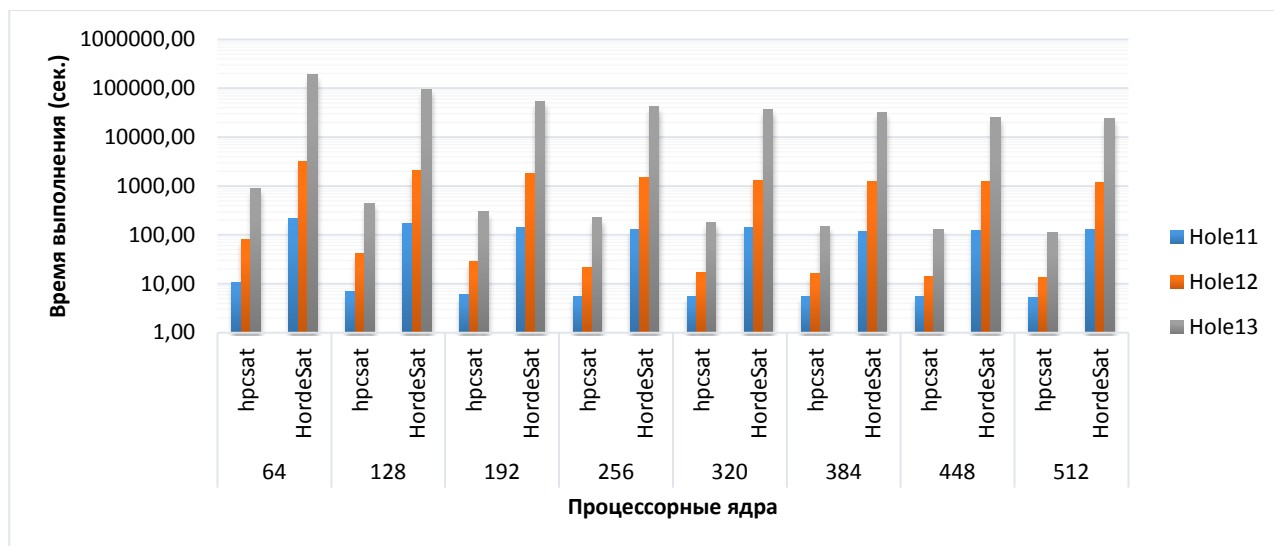


Рис. 10. Время решения задачи о голубях и клетках с использованием решателей hpcsat и HordeSat

Построены новые модели извлечения знаний агентами в процессе их самоорганизации для управления распределенными вычислениями в гетерогенной среде (авторы: к.т.н. А.Г. Феоктистов, Р.О. Костромин).

Разработаны булевы модели, алгоритмы и программные средства синтеза законов управления для линейных ДДС и нелинейных ДДС с аддитивным вхождением управляющих воздействий; предложены два способа управления выполнением разработанных программных средств на основе сервис-ориентированного подхода и мультиагентного управления (автор: д.т.н. Г.А. Опарин, к.т.н. В.Г. Богданова, к.т.н. С.А. Горский, А.А. Пашинин).

Рассмотрена модификация исчисления позитивно-образованных формул (ПОФ), обеспечивающая учет требований конструктивного планирования. Применение логического исчисления ПОФ (с дескриптивной семантикой) и его модификация в задачах с конструктивной семантикой (планирование действий, синтез программ, автоматическое управление и т.п.) были рассмотрены ранее для языка без функциональных символов. На текущем этапе НИР рассмотрен язык с функциональными символами, но с ограничением на класс формул: в древовидной структуре ПОФ запрещается ветвление после узлов с кванторами всеобщности, содержащих неограниченные переменные в конъюнктах. Данное ограничение существенно увеличивает эффективность процедуры поиска вывода, при этом класс формул является все еще более широким, чем класс в языке хорновских дизъюнктов. В описанном классе формул и исчислении, обозначенном JF, введены три новые правила вывода, используемые для обработки формул, представляющих задачи, т.е. формул вида  $G1 \rightarrow G2$ , где  $G1$  – произвольная ПОФ класса JF, описывающая условия и конструктивные средства решения задачи, а  $G2$  – некоторая формализация цели. Доказана теорема, обосновывающая корректность и полноту конструктивного исчисления ПОФ (автор: А.В. Давыдов).

Разработана программная система – транслятор языка первопорядковых логических формул в формате TRTP в язык позитивно-образованных формул TRTP2PCF. Программа позволяет осуществлять синтаксический анализ и трансляцию формул языка классической



первопорядковой логики, записанных в формате TRTP, в логический язык позитивно-образованных формул. Входными данными для программы является файл из библиотеки TRTP, который обрабатывается транслятором с помощью методов, разработанных авторами. Результатом работы является позитивно-образованная формула в оперативной памяти ЭВМ, являющаяся преобразованным соответствием исходной формулы, поступившей на вход, и пригодная для дальнейшей обработки. Получено свидетельство о государственной регистрации программы (авторы: А.В. Давыдов, А.А. Ларионов).

Для задачи планирования групповой траектории для разнородных мобильных роботов при выполнении многоцелевой миссии была разработана новая математическая модель, которая базируется на постановках класса задач маршрутизации транспорта (ЗМТ). Предложенная постановка задачи групповой маршрутизации была выделена в качестве нового актуального подкласса задач маршрутизации транспорта. В некотором роде она является естественным расширением и развитием активно исследуемой в последнее время задачи циклической маршрутизации за счет более точного моделирования реальных условий и ограничений. Так, в первую очередь было снято условие цикличности траекторий отдельных роботов, которое значительно упрощало задачу, исключая из множества допустимых решений наиболее сложные и эффективные групповые траектории. Во-вторых, в модель была добавлена гетерогенность действующей робототехнической группировки как по динамическим характеристикам движения, так и по функциональным возможностям. Кроме того, в модели учитывается необходимость регулярного коммуникационного обмена между роботами группы.

Эволюционный алгоритм, разработанный для решения задачи маршрутизации в предложенной постановке, обладает оригинальной структурой за счет добавления в него дополнительных оригинальных вычислительных этапов, направленных на генерацию уже допустимых решений и приведение недопустимых решений в допустимую область поиска. Внедренные вычислительные этапы преимущественно базируются на известных алгоритмических процедурах, применяющихся при решении различных вариаций задач маршрутизации, но в то же время модифицированы таким образом, что отвечать новым комплексным пространственно-временным, параметрическим и динамическим ограничениям. Разработанный эволюционный алгоритм позволяет уже на первых итерациях получать рациональные допустимые решения, а также обеспечивает их дальнейшую быструю сходимость (авторы: М.Ю. Кензин, ак. И.В. Бычков, к.т.н. Н.Н. Максимкин).

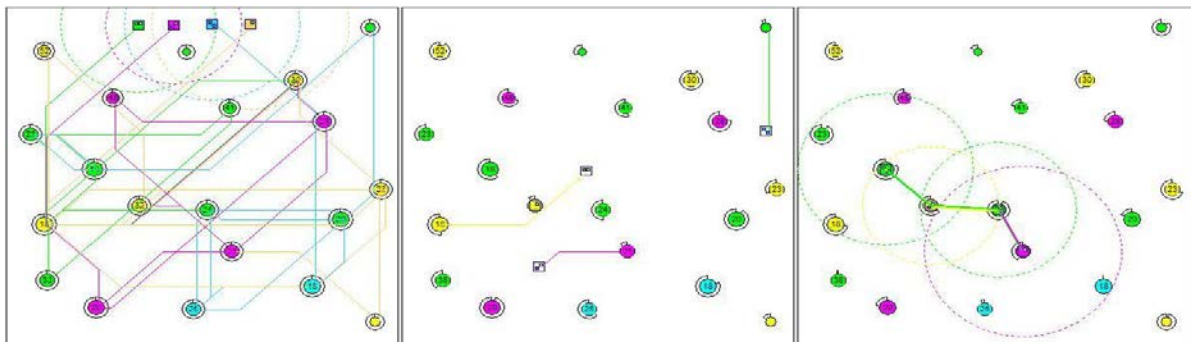


Рис. 11. Моделирование движения четырех роботов по сгенерированному групповому маршруту с финальным проведением коммуникационного обмена



Для реализации принципов самоорганизации в группировках автономных роботов исследованы известные подходы к супервизорному управлению многокомпонентными системами, представленными дискретно-событийными моделями. Проведен анализ алгоритмов построения монолитного, модульного, локально-модульного супервизора и применения модельных абстракций для уменьшения вычислительной сложности алгоритмов построения супервизоров. Для задачи управления группой мобильных роботов проведена оценка сложности построения дискретно-событийного регулятора верхнего уровня в составе гибридной системы управления. Изучены поведенческие эквивалентности, используемые для уменьшения размерности участвующих в построении супервизора компонент рассматриваемой системы: языковые проекции, сохраняющие свойство наблюдаемости, бисимуляция, маркирующая бисимуляция. Поскольку размерность получаемого решения в существенной степени зависит от применения эвристик, для выбора параметров некоторых из них предложено использовать подход, основанный на исчислении ПОФ. Получены первые результаты по формализации дискретно-событийных систем в виде ПОФ. Для редукции супервизоров при гарантированном сохранении их свойств использован метод логико-алгебраических уравнений.

Новизна проведенных исследований в рамках теории супервизорного управления заключается в использовании оригинальных логико-алгебраических методов к исследованию свойств ДСС. Предлагаемое подключение средств логического вывода для построения супервизоров ДСС существенным образом увеличит эффективность процедуры построения распределенных супервизоров, что особенно важно для многокомпонентных систем со многими ограничениями на функционирование, которые представляют собой, в частности, группировки АПР (*автор к.ф.-м.н. Н.В. Нагул*).

Разработан алгоритм управления автономным подводным роботом (АПР), обеспечивающий движение по заданной траектории, задаваемой в виде последовательности путевых точек либо ее аппроксимации кубическими сплайнами, при наличии навигационных ошибок, неопределенности инерционных параметров роботов и ограничений на ресурсы управления. Он основан на концепции виртуальной цели, которая предполагает, что цель как материальная точка движется вдоль заданной кривой, а задача управления АПР состоит в совмещении собственного положения с положением цели. При этом помимо управлений, реализующих поступательное и угловое движение АПР, для решения задачи отслеживания также вводится дополнительное управление, регулирующее скорость движения виртуальной цели, что обеспечивает быстрое уменьшение возможных больших отклонений аппарата от цели. Стабилизирующее управление роботом формируется на основе измерений положения робота в подвижной связанной с целью системе координат, одна ось которой совпадает с касательной к кривой в точке положения цели, а вторая ось перпендикулярна первой. Синтез регуляторов по критерию минимума ошибки слежения выполнен для модели движения АПР на плоскости с учетом возможных неуправляемых боковых смещений робота (скольжения), сил и моментов сопротивления движению, присоединенных масс аппарата. При синтезе учитывались: погрешности измерений относительного положения АПР, их дискретность во времени, ограничения на управляющие силу и момент, создаваемые движительной установкой, а также ограничения на кривизну кривой. Проведены численные расчеты, подтвердившие высокое качество синтезированного управления. Разработанный алгоритм



отслеживания траектории использован при разработке двухуровневой системы управления группой АПР в миссии по сканированию придонной области, а также при решении задачи отслеживания траектории для группы роботов (авторы: к.т.н. С.А. Ульянов, к.т.н. Н.Н. Максимкин).

Проведено развитие теории устойчивости движения сложных многокомпонентных (мультиагентных) систем с переключениями в процессе функционирования. Разработан новый способ агрегирования и построения вектор-функций Ляпунова и обобщенно однородных систем сравнения Матросова, приводящих к более конструктивным условиям асимптотической устойчивости, проверяемым по правым частям, и обобщающих и усиливающих известные способы (Бейли, Шильяк, Фурасов).

Исследована нелинейная система реакции-диффузии, моделируемая системой уравнений параболического типа со степенными нелинейностями. Предложена конструкция точных решений, позволяющая декомпозировать процесс отыскания компонент, зависящих от времени и пространственных координат. Построены новые многопараметрические семейства точных решений, задаваемых элементарными функциями. Выделены случаи взрывающихся (blow-up solution) или периодических по времени и анизотропных по пространственным переменным точных решений (автор: к.ф.-м.н. А.А. Косов).

Разработана подсистема генерации подводной среды, которая является частью «виртуального полигона» – программного комплекса для имитационного моделирования функциональных возможностей систем и алгоритмов поведения как одиночных, так и группировок автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА). В рамках данной подсистемы был разработан и реализован алгоритм генерации реалистичного рельефа морского дна с использованием шума Перлина, названный «методом масок». Его принципы позволяют формировать слои, заполненные шумом Перлина определенного масштаба, и в дальнейшем модифицировать их с помощью «масок», содержащих коэффициенты влияния на высоту. Наложение слоев друг на друга по некоторым правилам позволяет формировать на одной карте рельеф различного типа (горы, песок и т.д.). Также были разработаны и реализованы алгоритмы и способы построения водной «чаши» для размещения сгенерированного рельефа, текстурирования поверхности рельефа, создания визуального эффекта нахождения АНПА на глубине, размещения различных предметов на поверхности морского дна. Стоит отметить, что подсистема генерации подводной среды на данный момент готова не только к дальнейшему усовершенствованию, но и к внедрению и использованию в качестве функциональной части «виртуального полигона». Результаты ее генерации (рис. 12) можно использовать для моделирования некоторых других целевых подсистем АНПА, например, системы технического зрения на базе гидролокатора бокового обзора (автор: К.В. Беденко).



Рис. 12. Результат работы подсистемы генерации подводной среды

Разработка «виртуального полигона» состоит в решении ряда задач по генерации подводной среды, имитационному моделированию функциональных возможностей и систем автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), а также их групповому поведению и взаимодействию. За 2017 год было реализовано два программных модуля. Тестирование алгоритмов компьютерного зрения позволило разработать собственный подход к решению задачи поиска и идентификации объектов на дне водоемов с помощью гидролокатора бокового обзора (ГБО). Он заключается в определении текстуры подстилающей поверхности, оконтуривании областей с различными текстурами и обнаружении аномалий путем выделения на ГБО-изображении прямых линий и углов исследуемого объекта. Дальнейшее применение и улучшение подхода требует наличия базы модельных и реальных изображений ГБО (*автор: А.А. Толстихин*).

В рамках проекта по созданию «виртуального полигона», основным назначением которого является построение и тестирование имитационных моделей различных функциональных подсистем автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА) и алгоритмов их управления, была разработана модель гидролокатора бокового обзора (ГБО). Модель состоит из двух частей. Первая часть отвечает за сбор «сырых» данных об интенсивности отражения звуковых волн от объектов подводной среды и морского дна, основанный на измерении расстояния от точек поверхности до излучателя, которым оперирует аппарат. Вторая часть преобразует полученные результаты в вид, совместимый с алгоритмами обработки ГБО-изображений и удобный для изучения человеком: на модельном изображении отображаются акустические тени и проступают очертания объектов, что в дальнейшем будет являться основой для реализации алгоритмов поиска аномалий. Разработанная подсистема моделирования ГБО учитывает материал объекта и тип подстилающей поверхности морского дна, которые влияют на силу отклика звукового сигнала, а также воспроизводит «шумы» – аппаратные ошибки гидролокатора, возникающие



в водной среде. Эти особенности обеспечивают более высокое соответствие модельных изображений действительным (рис. 13) (автор: Д.А. Костылев).

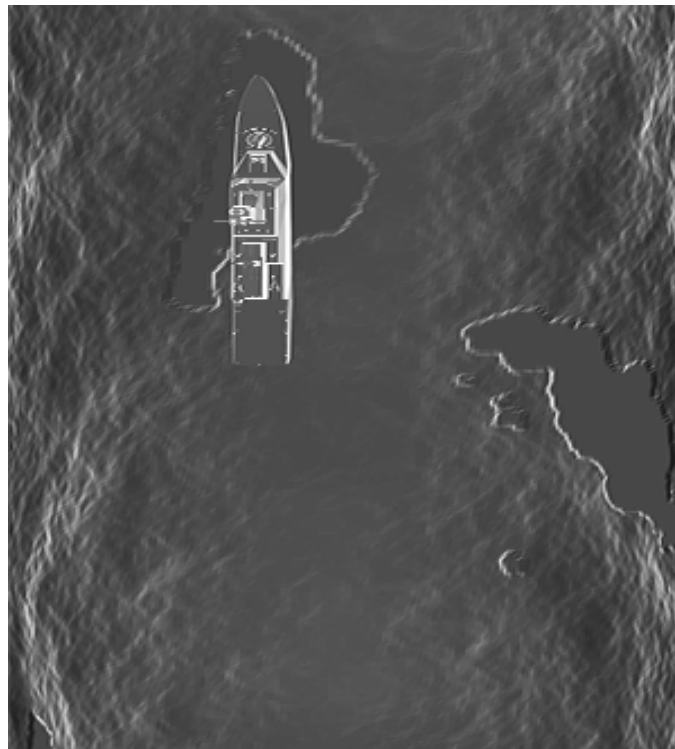


Рис. 13. Результат моделирования работы ГБО

Предложен подход к групповой маршрутизации автономных подводных роботов при траекторном обследовании некоторого физического поля. В основе разработанного алгоритма лежит модифицированный метод роевой оптимизации GWO (стаи серых волков), задающий траектории движения роботов таким образом, чтобы за наименьшее время выявить области физического поля с предельными значениями, позволяя при этом сохранять связь внутри группы на протяжении всей миссии. Для выхода из локальных минимумов используется набор мнимых областей-аттракторов, вес которых динамически уточняется в процессе проведения замеров в их окрестностях. Результаты моделирования миссии по траекторному обследованию представлены на рис. 14 (авторы: А.А. Толстихин, М.Ю. Кензин).

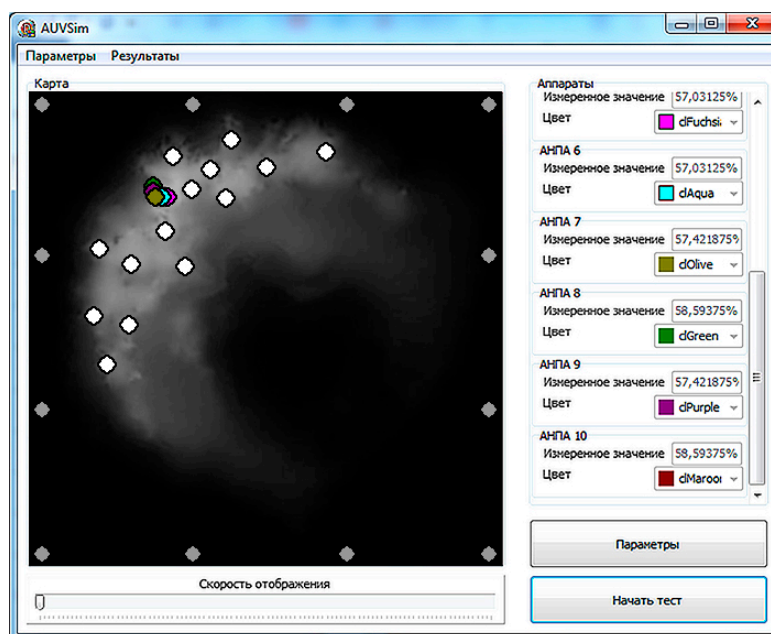


Рис. 14. Результат моделирования миссии по траекторному обследованию  
(белые области – предельные значения, серые – мнимые области-аттракторы)



**Тема IV.38.1.2. Методы и технологии создания распределенной сервисно-ориентированной среды сбора, хранения, обработки больших объемов разноформатных междисциплинарных научных данных и знаний, основанных на конструктивных средствах спецификации, порождающем программировании и интеллектуализации**

*№ гос. регистрации: АААА-А17-117032210079-1*

*Научный руководитель – д.т.н. Г.М. Ружников*

Разработаны иерархии классов для абстрагирования технологий доступа к данным (DAT, Data Access Technology, ТДД) в настраиваемых при помощи спецификаций приложений БД АРМов, что обеспечивает возможность создавать приложения, использующие сразу несколько ТДД. Основные фрагменты кода, различающиеся в зависимости от выбранной ТДД, были систематизированы и реализованы в виде виртуальных методов классов – потомков абстрактного базового класса TBaseDAT. Для того, чтобы не приходилось собирать весь код, зависящий от ТДД, в один модуль, предложен способ организации кода с использованием *реестров зависимых классов* и *вариаторов* – классов, позволяющих варьировать код, используемый в определенном модуле, в зависимости от применяемой ТДД. Реестр зависимых классов используется для выбора типа при создании экземпляра вспомогательного класса в зависимости от применяемой ТДД. При этом в модуле, определяющем вспомогательный базовый класс, объявляется реестр его классов-потомков, в котором эти классы-потомки регистрируются при подключении в программу модулей, определяющих такие классы. Реестр зависимых классов используется для выбора типа при создании экземпляра вспомогательного класса в зависимости от применяемой ТДД.

Для поддержки возможности изменения поведения визуальных форм в зависимости от выбора ТДД разработаны специальные классы – *вариаторы поведения*. Вариаторы поведения позволяют избежать необходимость создания классов-потомков для визуальных форм в зависимости от ТДД (что является неудобным). При этом таблица вариаторов создается у модифицируемого объекта и в зависимости от выбранной ТДД используется один из этих вариаторов.

С использованием разработанных иерархий классов была поддержана работа с использованием библиотеки доступа к данным FireDAC (рис. 15). Библиотека FireDAC является основной для разработки мультиплатформенных приложений в последних версиях Delphi, ее использование позволяет в перспективе разработать версии программ для мобильных устройств (*авторы: к.т.н. А.Е. Хмельнов, к.т.н. А.С. Гаченко, к.т.н. Е.С. Фереферов*).

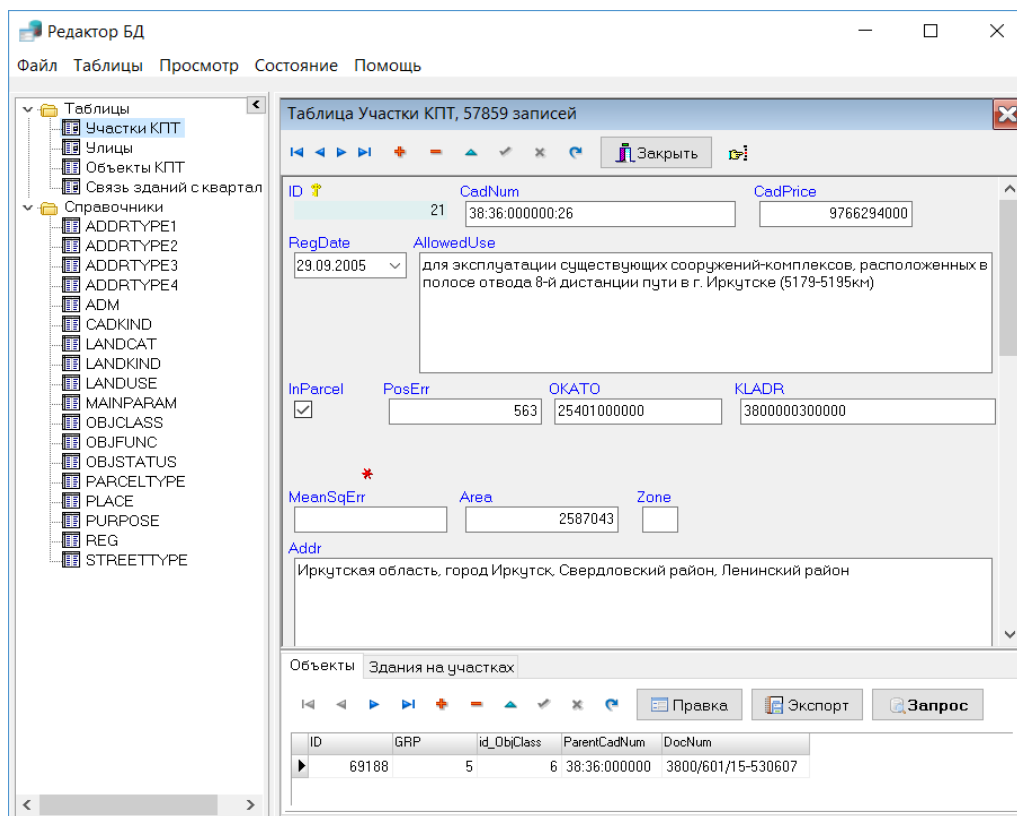


Рис. 15. Приложение БД на основе спецификаций, работающее с использованием ТДД FireDAC

Для отображения дополнительной информации об операндах инструкций и ячейках памяти в программе DCU32INT реализован итерационный алгоритм анализа потоков данных подпрограмм. Для сбора информации об операндах инструкций в потоке данных используется метод достигающих определений. Компилятор Delphi генерирует код таким образом, что все обращения к памяти происходят в пределах адресного пространства данной процедуры, что позволяет производить анализ в рамках процедуры. Анализ потоков данных проводится на графе потока управления для подпрограммы, состоящем из базовых блоков. Базовый блок представляет собой последовательность инструкций с одним входом и одним выходом.

Промежуточный код для базовых блоков строится путем символьной интерпретации каждой команды СІІ и сопоставления ей выражения (экземпляра класса), реализующего семантику. Начальное состояние каждого линейного участка кода характеризуется значениями параметров подпрограммы и локальных переменных, а также состоянием стека. Конечное состояние определяется в результате символьной интерпретации.

Далее применяется итерационный алгоритм анализа потоков данных для достигающих определений. Состояние локальных переменных и аргументов подпрограммы является общим контекстом для всех базовых блоков и используется только для хранения результатов, а не вычисления выражений. Поэтому в качестве входного и выходного множества для передаточной функции рассматривается только состояние стека (*автор: А.А. Михайлов*).

Разработан прототип веб-сервиса, посредством которого объединены в единый ресурс оригинальная библиотека по разбору почтовых адресов и отображение найденного адреса на



картографической основе. Модуль по разбору адресов производит поиск в иерархических адресных справочниках (статичных) наилучших вариантов сопоставления для строки почтового адреса, которая может содержать ошибки. При построении дерева альтернативных вариантов разбора почтовых адресов возникает проблема ранжирования результатов и выбора одного или нескольких предпочтительных вариантов сопоставления. Для решения этой задачи разработан алгоритм информированного поиска, позволяющий на каждом этапе иметь дело с наиболее перспективным к текущему моменту вариантом разбора. Алгоритм поиска вариантов сопоставления получает на вход последовательность лексем, являющуюся результатом работы лексического анализатора. В своей работе алгоритм использует машину состояний, предназначенную для хранения и контроля состояний разбора. Основными структурами данных, используемыми при работе алгоритма, являются очередь с приоритетами, предоставляющая на каждом этапе разбора наиболее перспективный вариант перехода между состояниями, и хэш-таблица состояний, позволяющая избежать повторной обработки состояний разбора. Каждое состояние разбора идентифицируется парой (узел справочника адресов, позиция в списке лексем) и содержит информацию о наилучшем известном к текущему моменту способе сопоставления названий из данного узла и его предков с соответствующим позиции начальным фрагментом списка лексем. Таким образом, в предложенном алгоритме реализуется схема динамического программирования. Для сравнения найденных вариантов разбора предложена система оценок, которая позволяет учитывать расстояние между сопоставляемыми словами, перестановки слов в словосочетании и наличие элементов адреса в строке.

Разработанная технология может быть использована в задачах геокодирования информации базы данных, нормализации почтовых адресов, в обработке массивов данных, содержащих адресную информацию, а также в информационных поисковых системах для поиска корректных почтовых адресов и отображения их на топооснове (авторы: к.т.н. А.С. Гаченко, к.т.н. А.Е. Хмельнов).

Разработана методика приобретения (acquisition) структурного описания документа на основе анализа его изменений. Исследован подход к автоматизации разметки документов по аналогии с уже размеченным примером на основе компьютерного обучения. Процесс состоит из трех шагов: 1) разметка одного документа метаданными в виде набора атрибутов абзацев; 2) машинное обучение, ориентированное на сопоставление значений атрибутов роли абзаца в документе; 3) классификация абзацев в аналогичных документах при помощи обученного алгоритма. На данной задаче протестированы стандартные для библиотеки `scipy` (Python) алгоритмы компьютерного обучения: построение дерева решений, сеть Байеса и нейронная сеть. При помощи дерева решений выделен набор наиболее информативных атрибутов, на основе которых выполняется распознавание классов абзацев в тексте документа: отсутствие или присутствие в абзаце глагола, наличие выраженного абзацного отступа, наличие отступа красной строки, наличие номера раздела, наличие слова-разделителя структуры документа, наличие заголовочного абзаца перед текущим и т.п.

В результате применения методики новые документы получают дополнительную общую структурную и семантическую разметку. На примере рабочих программ вуза удалось выделить с достоверностью 0,7 основные разделы рабочей программы, разделы формального описания курса, разобрать структуру титульного листа.



Для поддержки решения данной задачи произведен анализ существующих стандартизованных онтологий (концептуальных моделей) и реализован сервис хранения документов и их размеченной логической структуры.

Логическая структура документа представляется с использованием дескриптивных возможностей технологий Семантического веба (Semantic Web), применяемых в формате HTML5, а также технологии открытых связанных данных (Linked Open Data, LOD). Логическая структура документа представляется при помощи онтологий Open Annotation (oa) – представление содержимого (аннотации), описывающего другое содержимое; Friend-of-a-friend (foaf), которая позволяет представлять информацию об агентах: физических, юридических лицах и программных агентах; Provenance (prov) – основа описания информационных потоков в документах и их взаимосвязи; Dublin Core (dc) представляет в аннотации метаинформацию о творческом произведении: авторов, формат содержимого, его описание и др.; DBPedia resource (dbr) – пространство имен конкретных объектов (ресурсов-экземпляров) Wikipedia; Schema.org (schema) представляет объекты, распознаваемые поисковыми агентами Google, Yandex, Yahoo и др.; Bibliographic Ontology (bibo) – представление списков литературы; онтологии из проекта NEPOMUK (<https://userbase.kde.org/Nepomuk>), предназначенные для описания объектов, хранимых в полнотекстовых индексных цифровых архивах. Пример описания части документа при помощи выбранных онтологий изображен на рис. 16.



```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html lang="ru" xmlns=http://www.w3.org/1999/xhtml
xmlns:taa=http://irnok.net/engine/rdfa-manipulation
xml:lang="ru" metal:define-macro="page">
<head> <!-- Подключение стилевых таблиц и модулей -->
</head>
<body prefix="rdf: http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns# ... foaf:
http://xmlns.com/foaf/0.1/ imei: imei.html#
course: https://irnok.net/college/plan/01.03.02-16-1234-2461\_1%D0%BA\_PB-SM.plm.xml.xlsx-
%D0%911.%D0%92.%D0%94%D0%92.3.1.html#"
resource="#post" typeof="schema:CreativeWork sioc:Post prov:Entity">
<!-- Панель управления приложением -->
<main lang="ru" resource="#annotation" typeof="oa:Annotation"
id="main-document-container"><div property="oa:hasTarget"
resource="#course-work-program"></div>
<article property="oa:hasBody"
typeof="schema:Article foaf:Document curr:WorkingProgram"
resource="#course-work-program" id="main-document">
<div taa:content="imei:title-page"></div> <!--Титульный лист.. -->
<div taa:content="imei:neg-UMK"></div> <!--Лист согласования...-->
<section id="contents" class="break-after"> <h2 class="nocount c">Содержание</h2>
<div id="tableOfContents"></div>
</section>
<section id="course-description" resource="#description"
property="schema:hasPart" typeof="schema:CreativeWork">
<div property="schema:hasPart" resource="#purpose"
typeof="dc:Text cnt:ContentAsText" >
<div property="cnt:chars" datatype="xsd:string">
<h2 property="dc:title" datatype="xsd:string">Цели и задачи дисциплины
(модуля)</h2>
<p>Целью преподавания дисциплины "Технологии программирования" является
освоение ...</p>
</div>
</div>
. . . . .
<div property="schema:hasPart" typeof="dc:Text
cnt:ContentAsText" resource="#volume">
<div property="cnt:chars" datatype="xsd:string">
<h2 property="dc:title" datatype="xsd:string"> Объем дисциплины (модуля) и виды
учебной работы (разделяется по формам обучения)</h2>
<div taa:content="course:time-distrib"></div>
</div>
</div>
```

Рис. 16. Пример логического представления документа (рабочей программы вуза)

Разработаны программные средства (сервер) хранения документов на основе открытых связанных данных. Архитектура созданного сервера изображена на рис. 17.

Основные функции сервера заключаются в предоставлении доступа к данным по адресу ресурса и различным типам контекста: по содержимому документа (полнотекстовый индекс), по запросу SPARQL, а также Datalog-запросу (при помощи механизма Pengines). В реализации функций использованы современные технологии: Elasticsearch – полнотекстовый поиск по содержимому документов и данным, хранимым в графах онтологий; интерпретатор SWI-Prolog – реализация Datalog-запросов; экспериментальный сервер онтологий ClioPatria – система хранения графов онтологий и интерпретации основных RDF- и RDFs-отношений. Все основные функциональные блоки представлены в виде компонент Zope, что дает возможность их использования как по отдельности, так и в рамках одного конфигурируемого декларативного приложения. Средствами системы программирования Prolog реализована подсистема обработки данных логического слоя на основе формализованных знаний. Знания хранятся как на сервере, так и могут быть подгружены с клиентского веб-браузера. В



качестве приложения разрабатываемых технологий реализовано новое программное средство для автоматизации верстки (authoring) документов.

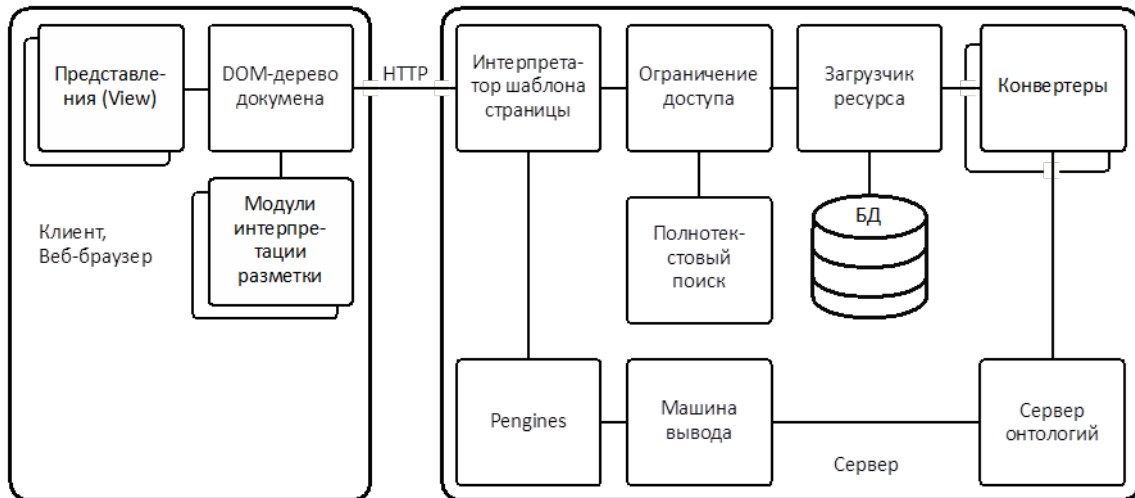


Рис.17. Архитектура сервера хранения документов и их логической разметки

Важным преимуществом использования LOD при создании информационных сред является ослабление требований к хранилищам публикуемой информации: сам документ является хранилищем данных в формализованном виде. В некоторой степени это позволяет время, затрачиваемое на проектирование структуры базы данных для хранилищ частичноструктурированных документов, перенаправить на процесс решения предметной задачи (автор: к.т.н. Е.А. Черкашин).

Проведено исследование стандартов спецификаций сервисов и данных в областях геообработки и формирования инфраструктуры пространственных данных. Установлено, что большинство существующих программных систем анализа данных, как правило, требуют представления данных в реляционном (табличном) виде с определенным набором полей, типами полей, форматами данных, используемыми справочниками, единицами измерения и т.д. Соответственно при применении некоторой программной системы анализа от исследователя требуется унификация реляционных данных под требования, что может быть нетривиальным. Например, методы создания цифровой модели рельефа требуют наличия атрибута, содержащего положение объекта (точка или полилиния) и атрибута со значением высоты в метрах. Данные исследователя могут быть в других единицах измерения, что потребует от него поиска и применения специализированных средств или ручной переработки. Решением проблемы унификации данных и методов является публикация спецификаций, описывающих требуемую структуру реляционных данных. Предложено с помощью спецификаций фиксировать структуру реляционных таблиц, требуемых для определенного сервиса анализа или обработки данных, что обеспечит, используя спецификации, возможность реализации ввода данных для сервисов и создание самих таблиц. Метаданные о структурах таблиц предлагается упорядочить в виде иерархий и реализовать механизмы наследования и полиморфизма в терминах объектно-ориентированного подхода. Такой подход позволяет обеспечить интеграцию отличающихся по составу данных для совместного анализа. Хранение спецификаций о структуре таблиц дает возможность сбора данных, ориентированных на использование в конкретных сервисах



анализа, а также создавать сервисы обработки, ориентированные на данные, соответствующие опубликованным метаданным.

В рамках геопортала разработан каталог спецификаций для хранения спецификаций о структуре таблиц и их предоставления по запросу. Спецификации хранятся в формате JSON. В рамках каталога спецификаций разработаны сервисы предоставления и обмена спецификаций, который предоставляет программный REST интерфейс:

- 1) /dataset/list – получение списка структур таблиц;
- 2) /dataset/list?f\_id=<Идентификатор спецификаций> – получение спецификаций определенной таблицы.

Представленный интерфейс позволяет автоматически обмениваться спецификациями между геопорталами. Добавление новых спецификаций в каталог производится с помощью специального инструмента создания таблиц (рис. 18). Данный инструмент позволяет определить структуру таблиц и ее название, определить типы полей и элементы управления. Кроме того, в рамках этого инструмента можно выбрать спецификации из каталога и создать на их основе таблицу.

Рис. 18. Инструмент описания спецификаций для создания таблиц

Разработаны спецификации наиболее часто используемых данных в области геообработки: административные границы; объекты транспортной сети; населенные пункты; здания и сооружения; гидрография; историко-культурные достопримечательности; образцы видов растительности (гербарии). На основе созданных спецификаций создан ряд таблиц, которые в свою очередь зарегистрированы в каталоге.

В проекте проведено развитие формирования инфраструктуры пространственных данных в облачной среде (рис. 19). Технология базируется на оригинальном типовом геопортале, реализующем общие для систем функции. Некоторые из функций вынесены на отдельные узлы облачной среды. Пользователь работает с помощью браузера.

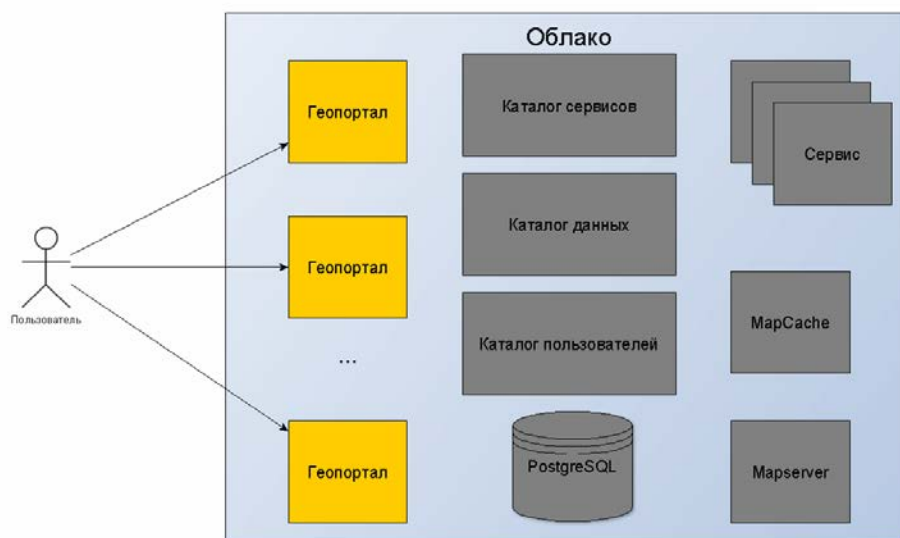


Рис. 19. Архитектура облачной среды

Типовой геопортал разработан на основе программной платформы Node.js и СМС Calipso и состоит из следующих компонентов:

- «Каталог данных» предназначен для хранения спецификаций таблиц и их структурных спецификаций. Каталог обеспечивает поиск данных по всем геопорталам;
- «Сервисы» – вычислительные узлы виртуальной среды, выполняющие методы обработки данных. Методы должны быть реализованы в соответствии со стандартом WPS;
- «Каталог сервисов» предназначен для хранения метаданных сервисов. Каталог обеспечивает поиск сервисов и их выполнение;
- «Mapserver» проводит на стороне сервера генерацию изображений слоев карт в соответствии со стандартом WMS. Выделен на отдельный вычислительный узел из-за необходимости использования 80 портов. Многие организации блокируют доступ к остальным портам;
- «MapCache» проводит кэширование карт для получения скоростного доступа;
- «PostgreSQL» – СУБД. Для обработки пространственных данных в СУБД установлено расширение PostGIS. Каждому пользователю системы предоставляется схема базы данных, в которой он может создавать таблицы. СУБД может функционировать на каждой виртуальной машине геопорталов или на общей СУБД.

Все компоненты архитектуры функционируют в рамках облачной среды. Разработанная технология базируется на рассмотренной архитектуре и состоит из следующих этапов:

- 1) развертывание нового узла облачной среды на основе типового геопортала и присвоение DNS имени, что позволяет получить общедоступный сайт в сети Интернет;
- 2) разработка таблиц для хранения данных пользователей на основе структурных спецификаций;
- 3) модификация пользовательского интерфейса.

Виртуальные машины создаются на основе шаблонов (в терминологии VMware это «template», в Openstack это «image»), где заранее установлен и сконфигурирован типовой геопортал. Типовой геопортал содержит программную систему ввода и редактирования данных, которая обеспечивает многопользовательскую работу через Интернет, ввод и



редактирование данных разных по структуре реляционных таблиц и т.д. (авторы: к.т.н. Р.К. Федоров, А.С. Шумилов, А.Ю. Авраменко, А.А. Ветров, к.т.н. А.К. Попова).

Проведен анализ применения методов фонетического сопоставления текстовых данных, выраженных кириллическими и латинскими символами, представленных на естественных языках. В результате анализа выявлено, что данные алгоритмы, как правило, ориентированы на использование фонетических правил английского языка. Существуют и другие адаптации фонетических алгоритмов для языков, отличных от английского, либо использующих кириллические символы. Как правило, в этом случае используется транслитерация, а в качестве алгоритма используются вариации алгоритма Soundex. Однако транслитерация в большинстве случаев не позволяет учесть особенности фонетики искомого языка. К тому же нет единых правил проведения транслитерации. По результатам исследований продолжен и апробирован алгоритм Polyphon. Данный алгоритм проводит кодирование без использования транслитерации и с учетом фонетических особенностей русского языка, что обеспечивает высокий уровень поиска соответствий на основе фонетического сходства. Результаты тестирования алгоритма представлены в таблице 1. В качестве практической области применения разработанного алгоритма предлагается проведение операций сопоставления пользовательского текста информации, содержащейся в различных классификаторах (авторы: к.т.н. В.В. Парамонов, к.т.н. А.О. Шигаров).

Таблица 1. Результаты тестирования алгоритма

| Алгоритм                                                    | Совпадение фонетических кодов (in %) | Время работы (в миллисекундах) |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Polyphon</i>                                             | 95.12                                | 2003                           |
| <i>Polyphon</i> (используется нечеткое сопоставление кодов) | 98.8                                 | 1623                           |
| Soundex                                                     | 90.24                                | 1096                           |
| Metaphone                                                   | 90.29                                | 870                            |
| Double Metaphone                                            | 96.15                                | 1451                           |
| Caverphone                                                  | 90.41                                | 9770                           |
| NYSIIS                                                      | 75.97                                | 1517                           |
| DaichMokotoffSoundex                                        | 96.84%                               | 1763                           |

В качестве развития методов очистки данных предложено использовать синтез, основанный на применении методов нечеткого сравнения строк и методов фонетического сходства, в том числе посредством разработанного алгоритма Polyphon. Методы очистки данных, представленных на естественном языке, также использованы для идентификации вычисляемых значений, содержащихся в слабоструктурированных табличных документах. В частности, предложенные методы использовались для корректной идентификации слов, описывающих табличные данные. Проведена адаптация фонетического алгоритма для обработки слов на русском языке. При этом в отличие от большинства используемых фонетических алгоритмов не строится транслитерация, что позволяет учитывать особенности произношения русских слов. Так, фонетическое сопоставление слов может быть использовано для эффективного сопоставления пользовательского текста информации, содержащейся в различных классификаторах. В совокупности с применением методов



нечеткого сравнения строк данный подход может использоваться в алгоритмах очистки данных и представляет интерес для создания интегрированной информационно-аналитической среды, создаваемой «добровольцами» по принципу краудсорсинга (авторы: к.т.н. В.В. Парамонов, к.т.н. А.О. Шигаров).

Проведена адаптация разработанного алгоритма Polyphon для кодирования слов монгольского языка. Для этого использованы фонетические правила монгольского языка, по которым проводится кодирование слов. Также предложены методы нечеткого фонетического сравнения текстовых выражений как на русском, так и на монгольском языках (авторы: к.т.н. В.В. Парамонов, к.т.н. А.О. Шигаров).

Разработана свободная система извлечения и трансформации данных из произвольных электронных таблиц – TabbyXL. Система охватывает задачи автоматического восстановления семантической разметки таблиц, очистки и отслеживания происхождения табличных данных, генерации реляционных данных. Рассматриваемые процессы трансформации табличных данных служат для восстановления недостающих метаданных (семантики) о структуре и содержании произвольной таблицы, позволяя переходить к более структурированному представлению. В отличие от перечисленных решений система ТАВВУXL использует объектную модель таблицы, не ограничивающую структуру обрабатываемых таблиц функциональными регионами. Ограничения, которые в существующих решениях встроены в их алгоритмы, предлагается представлять в виде наборов правил анализа и интерпретации таблиц. При этом трансформация данных обеспечивается исполнением этих правил (авторы: к.т.н. А.О. Шигаров, к.т.н. В.В. Парамонов, к.т.н. А.А. Михайлов, В.В. Христюк).

Разработаны модели информационных процессов создания и функционирования интеллектуальных систем поддержки принятия решений, основанные на реализации модельных трансформаций для систем различного типа. Трансформация моделей является одной из основных составляющих модельно-управляемого подхода к разработке программного обеспечения (Model-Driven Engineering, MDE). В рамках данного подхода процесс разработки программного обеспечения представляет собой последовательное преобразование моделей с разным уровнем детализации, где на завершающем этапе генерируется исходный код программы или ее спецификации.

Использование модельных трансформаций и принципов модельно-управляемого подхода позволяет максимально вовлечь непрограммирующих специалистов в процесс создания программного обеспечения с минимизацией ошибок программирования за счет использования когнитивной графики и элементов визуального программирования, а также автоматической генерации кодов и спецификаций.

С целью создания продукционных баз знаний с использованием модельных трансформаций разработана модель информационного процесса, особенностью которой является комплексное использование XML подобных форматов для представления концептуальных моделей; онтологии в качестве универсального промежуточного хранения знаний; авторской нотации RVML (Rule Visual Modeling Language) для описания продукций. Предлагаемая модель позволяет учесть в цепочке модельных трансформаций специфику процесса разработки интеллектуальных систем, такую как наличие этапов концептуализации и формализации.



Формально разработанная модель представлена следующим образом:  $T : CM \rightarrow KB$  где  $T$  – оператор преобразования,  $CM$  – исходная концептуальная модель;  $KB$  – целевая база знаний.

При этом множество информационных моделей ограничено XML-подобными форматами, в частности, для представления: UML моделей – XMI (XML Metadata Interchange), концепт-карт – CXL (Concept Mapping Extensible Language), деревьев событий – ETXL (Event Tree Mapping Extensible Language), таким образом,  $CM = \langle CM^{XMI}, CM^{CXL}, CM^{ETXL} \rangle$ . В качестве целевого языка программирования баз знаний выбран CLIPS (C Language Integrated Production System), тогда  $KB = \langle Code^{CLIPS} \rangle$ .

Согласно MDE процесс создания баз знаний на основе концептуальных моделей может быть представлен последовательностью трансформаций  $CM \rightarrow Ont \rightarrow RM \rightarrow KB$  где  $CIM$  – вычислительно-независимая модель,  $RM$  – модель продукций. Таким образом, оператор преобразования концептуальной модели  $T = \langle T_{CM-Ont}, T_{Ont-RM}, T_{RM-KB} \rangle$ .

В качестве программных средств реализации модели информационного процесса предполагается использовать авторские инструментальные средства Knowledge Base Development System (KBDS) и Personal Knowledge Base Designer (PKBD).

Предлагаемый информационный процесс создания баз знаний на основе концептуальных моделей (рис. 20) состоит из следующих основных этапов:

Этап 1. Формирование концептуальной модели средствами сторонних программ, для этого используют проблемно ориентированные нотации: UML, концепт-карты или карты памяти, деревья событий. Особенностью создаваемых моделей является наличие причинно-следственных отношений, составляющих содержательный смысл создаваемых моделей. Данные отношения будут преобразовываться в логические правила;

Этап 2. Представление концептуальной модели в XML подобных форматах средствами сторонних программ, в частности, XMI (StarUML, IBM Rational Rose), CXL (IHMC SmapTools), ETXL (ET-Editor);

Этап 3. Анализ XML-структур файла концептуальной модели с выделением основных понятий и отношений. На основе выделенных понятий производится формирование онтологии. Автоматически сформированная онтология редактируется в специализированном редакторе онтологий с целью ее уточнения;

Этап 4. Формирование модели продукций на основе онтологии. Данная модель является универсальным представлением знаний в виде логических правил, не зависящим от используемого языка программирования баз знаний (например, CLIPS, JESS, Drools, RuleML, SWRL и т.д.). Данная модель может содержать правила с несколькими условиями и разными типами операторов (например, «and», «or», «not»). При помощи специальной графической нотации RVML предоставляется возможность визуализации, модификации (проверки) полученных продукций;

Этап 5. Генерация программного кода баз знаний в формате CLIPS на основе сформированной модели продукций.

Предлагаемая модель информационного процесса создания продукционных баз знаний является одним из элементов модели информационного процесса создания экспертных систем (авторы: к.т.н. А.Ю. Юрин, М.А. Грищенко, Н.О. Дородных)..

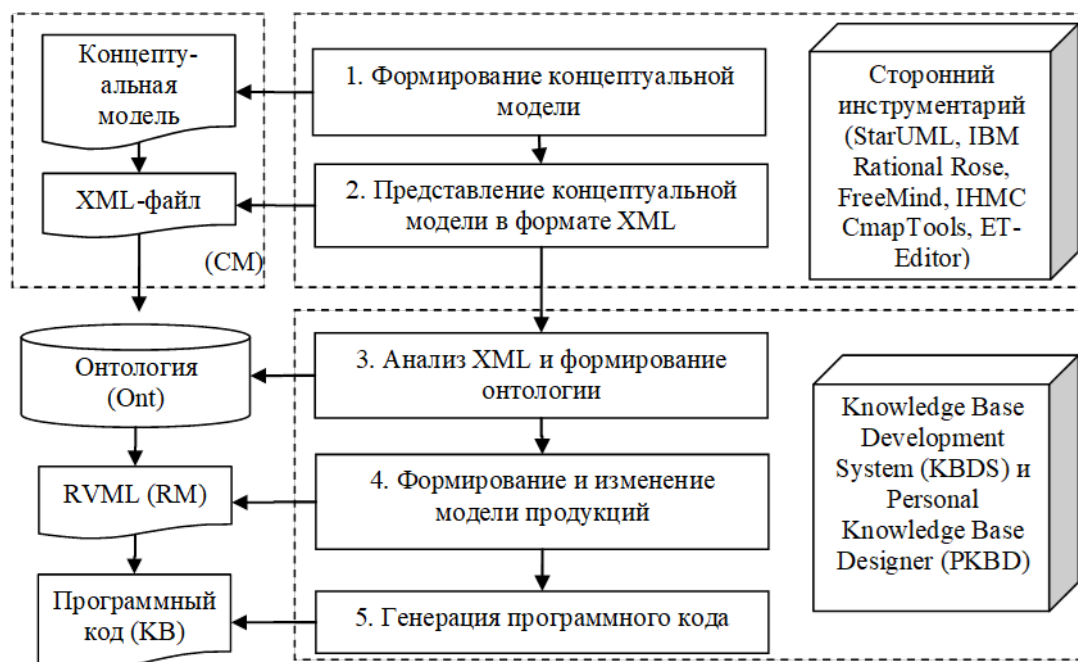


Рис. 20. Модель информационного процесса создания баз знаний на основе концептуальных моделей

Информационный процесс создания и функционирования системы визуализации результатов имитационного моделирования (рис. 21) состоит из следующих основных этапов:

- Определение понятий исследуемой области путем создания онтологии предметной области, т.е. описание тех понятий (а также их атрибутов и связей), которые далее будут участвовать в визуализации;
- Создание трехмерных объектов, визуализирующих объекты предметной области, с использованием редактора визуальных объектов, включающего библиотеку стандарта WebGL и библиотеку dat.gui. Визуальное представление

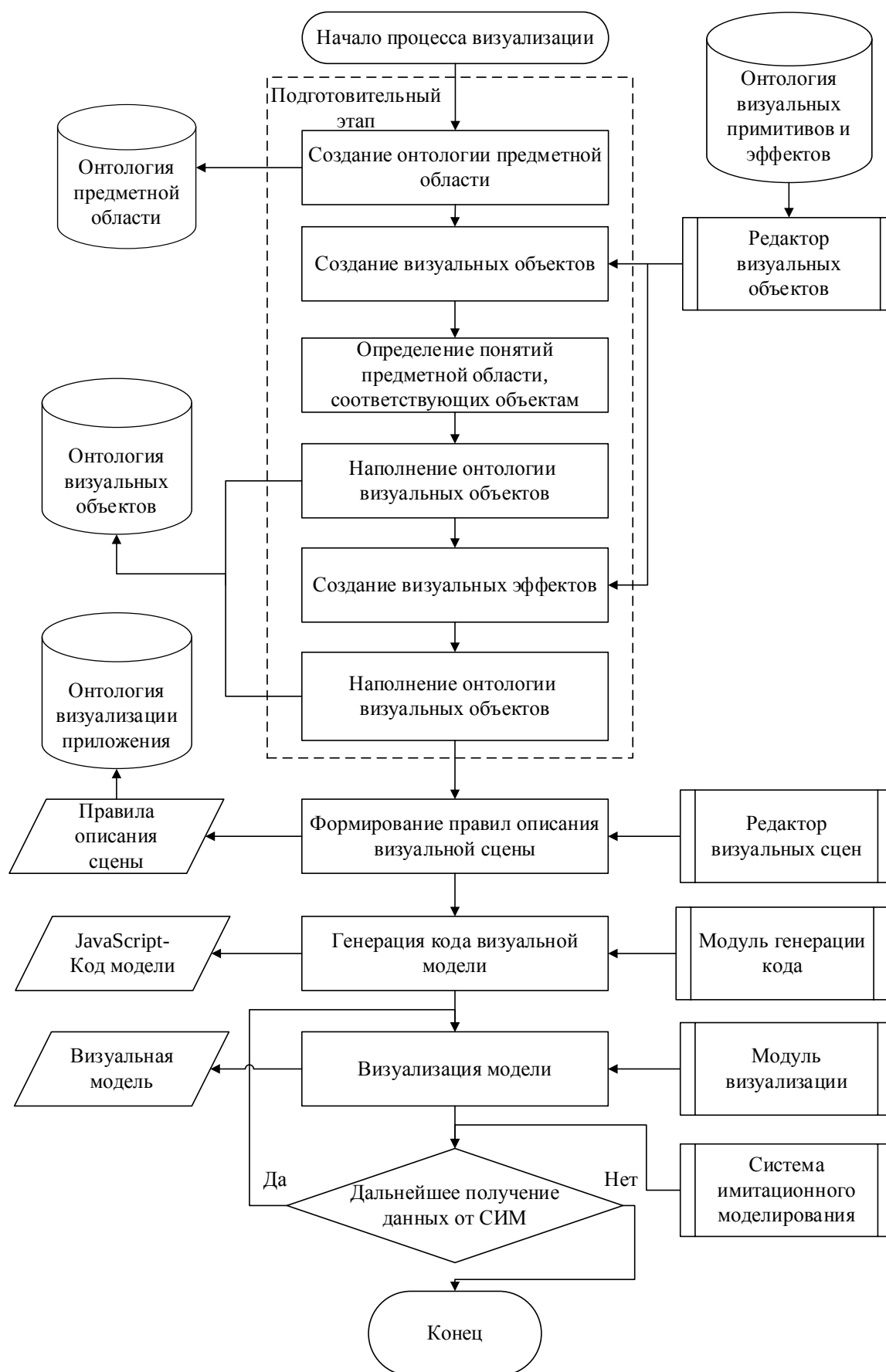


Рис. 21. Модель информационного процесса создания и функционирования системы визуализации результатов имитационного моделирования



большинства реальных объектов условно можно разложить на множество более мелких элементов стандартных форм (куб, цилиндр, сфера, плоскости различной формы и т.д.), поэтому редактор визуальных объектов представляет собой достаточно простой конструктор формирования объектов из геометрических примитивов. В тех случаях, когда одних примитивов недостаточно для создания объекта с необходимой детализацией, объекты могут создаваться на основе полигональной сетки. Их использование позволяет более точно настроить форму объекта, а также дополнять простые объекты через добавление мелких деталей. Описание всех созданных визуальных объектов сохраняется в онтологии визуальных объектов и онтологии визуализации приложения;

- Компоновка созданного набора визуальных объектов в единую сцену, для этого с помощью редактора визуальных сцен необходимо описать их расположение и поведение на сцене в виде правил. Правила определяют то, как будут расположены все объекты на сцене и их дальнейшее поведение в зависимости от различных параметров (входных данных, полученных от пользователя, или параметров других объектов). Данные правила служат основой для последующей трансляции и генерации кода визуальной сцены;

- Генерация программного кода визуальной сцены на основе полученной структуры всей визуальной сцены. Структура сцены поступает в модуль генерации кода, где на ее основе формируется программный код на языке JavaScript;

- Отрисовка визуальной сцены в браузере (рис. 22). Код всех основных функций встраивается в формируемый модулем визуализации код пустой визуальной сцены, тем самым наполняя ее объектами и событиями. Полученная визуальная сцена отображается при помощи браузера и принимает входные данные, определяющие ее поведение, образуя тем самым подсистему визуализации (1) (авторы: д.т.н. О.А. Николайчук, к.т.н. А.И. Павлов, С.А. Коршунов).

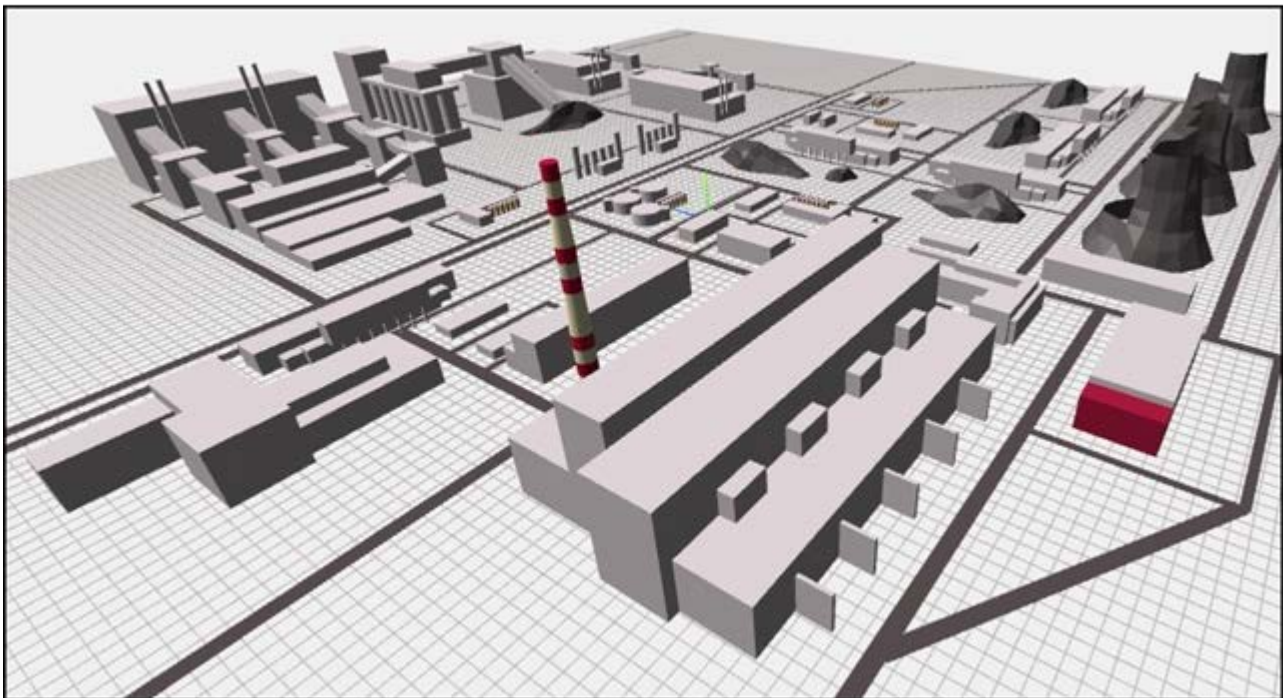


Рис. 22. Визуальная сцена промышленной зоны

Разработана модель информационного процесса создания и функционирования системы агентного имитационного моделирования, обеспечивающая в соответствии с



принципами MDE возможность автоматизированного создания прикладных агентных имитационных моделей (АИМ). В рамках предложенного информационного процесса используется следующая иерархия метамоделей:

M3 определяет наиболее абстрактные элементы для спецификации M2:

- $M^{Ont}$  – метамета модель онтологии,
- $M^{KB}$  – метамодель продукционной базы знаний,
- $M^{Com}$  – метамодель операций;

M2 – спецификация элементов M1 согласно выбранной методологии разработки АИМ:

- $M^{St-A}$  – метамодель элементов структуры агентной модели,
- $M^{Com-A}$  – метамодель поведения агентной модели;
- $M^A$  – предметно-независимая агентно-ориентированная метамодель,

M1 – спецификация АИМ:

- $M^{Ont-D}$  – онтология предметной области,
- $M^{KB-D}$  – база знаний, описывающая поведение объектов предметной области,
- $M^{St-A-D}$  – структура агентной модели конкретной предметной области,
- $M^{A-D}$  – агентная модель конкретной предметной области;

M0 – имитационная модель во время выполнения:

- $codI$  – выполнение спецификации программой-интерпретатором,
- $codG$  – сгенерированный исходный код имитационной модели.

Для перечисленных моделей определено следующее множество преобразований:

- $M^{St-A} \times M^{Com} \rightarrow M^{Com-A}$ ,
- $M^{Com-A} \times M^{St-A} \rightarrow M^A$ ,
- $M^{KB} \times M^{Ont-D} \rightarrow M^{KB-D}$ ,
- $M^{Ont-D} \times M^{St-A} \rightarrow M^{St-A-D}$ ,
- $M^A \times M^{St-A-D} \times M^{KB-D} \rightarrow M^{A-D}$ ,
- $M^{A-D} \rightarrow codI | codG$ .

Информационный процесс включает в себя следующие этапы (рисунок 23):

– Онтологическое моделирование структуры агентной модели. На данном этапе с помощью редактора онтологий необходимо описать понятия, которые будут использованы в качестве элементов (строительных блоков) для описания архитектуры агента, среды и других объектов АИМ;

– Онтологическое моделирование поведения агентной модели. На данном этапе с помощью редактора операций необходимо описать поведение активных элементов АИМ (агент, среда), используя в качестве элементов (строительных блоков) методы функциональных компонентов системы агентного имитационного моделирования (компонент работы с базой данных, коммуникационный компонент, компонент рассуждений на основе правил и т.п.). При этом каждый метод функционального компонента является базовой операцией, которые можно объединять в последовательности для реализации более



сложного поведения. Операции, состоящие из последовательности базовых, называются производными;

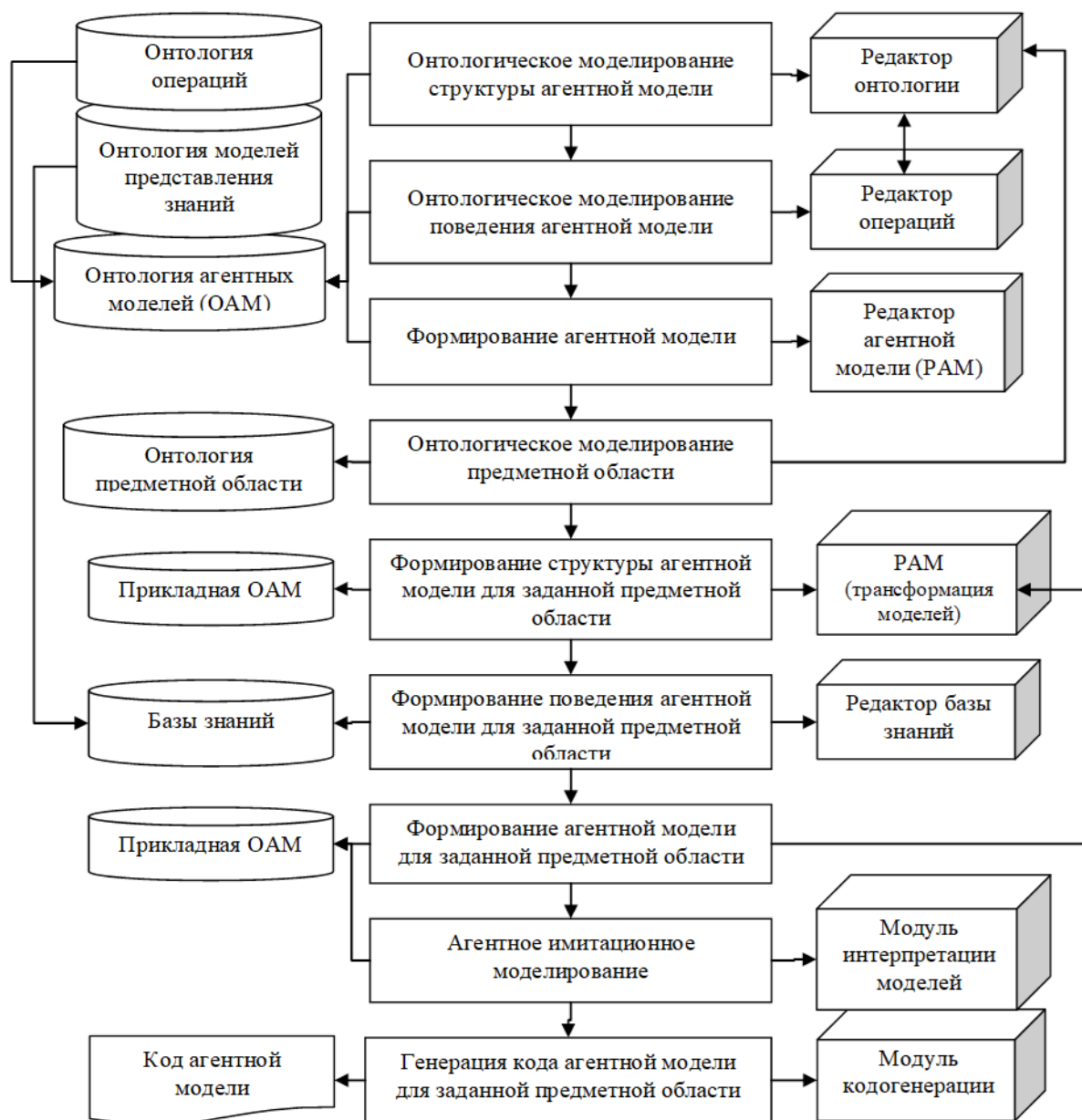


Рис. 23. Модель информационного процесса создания и функционирования системы агентного имитационного моделирования

– Формирование агентной модели. На данном этапе с помощью редактора агентных моделей осуществляется объединение описания возможных элементов структуры и поведения АИМ в единую метамодель АИМ, которая в дальнейшем будет использована в процессе разработки прикладных АИМ;

– Онтологическое моделирование предметной области. На данном этапе с помощью редактора онтологий описываются понятия заданной предметной области, их свойства и связи;



– Формирование структуры агентной модели для заданной предметной области. На данном этапе с помощью редактора агентных моделей осуществляется установка соответствия между понятиями заданной предметной области и понятиями, описывающими элементы структуры АИМ. Например, «Специфицированное изделие» – «Агент», «Датчик давления» – «Сенсор», «Увеличить давление» – «Действие»;

– Формирование поведения агентной модели для заданной предметной области. На данном этапе с помощью редактора продукционных баз знаний осуществляется разработка баз знаний, описывающих поведение объектов предметной области. При этом допускается использование уже существующих вычислительных модулей (web-сервисов), вызов которых осуществляется через коммуникационный компонент;

– Формирование агентной модели для заданной предметной области. На данном этапе с помощью редактора агентных моделей происходит конкретизация метамодели АИМ описанием заданной предметной области. При этом происходит формирование структуры прикладной АИМ путем объединения агентно-ориентированных и предметных свойств, а также выполняется конкретизация поведения, при которой происходит распределение ранее созданных баз знаний и обращений к вычислительным модулям по соответствующим параметрам операций активных элементов прикладной АИМ;

– Агентное имитационное моделирование. На данном этапе с помощью модуля интерпретации моделей осуществляется апробация и тестирование полученной прикладной АИМ;

– Генерация кода агентной модели для заданной предметной области. На данном этапе с помощью модуля трансформации моделей осуществляется генерация отчуждаемого кода прикладной АИМ (авторы: д.т.н. О.А. Николайчук, к.т.н. А.И. Павлов, к.т.н. А.Б. Столбов).

Проведен анализ методов и средств принятия решений, базирующихся на использовании аппарата мультимножеств, в частности, уточнена формулировка понятия мультимножества. Согласно работам Петровского А.Б., Ягера (Yager), Миямото (Miyamoto), Ли (Li), Славина О.А., Тарасова В.Б., Литвиновой А.В., Фуремс.Е.М., Гнеденко Л.С., Ройзензона Г.В., Заболеевой-Зотовой А.В., Чеснокова А.М., Воробьева В.В. Паршиковой Е.А., Гусевой М.В., Редько В.И. мультимножество – это множество с повторяющимися элементами, другими словами, обобщение понятия множества, допускающее включение одного и того же элемента по нескольку раз. Впервые описано мультимножество в работе 1970-х годов Николаса де Брейна. В настоящее время понятие мультимножества активно используется в таких научных направлениях как теория принятия решений, искусственный интеллект. В нашей стране автором первой систематической работы по теории мультимножеств является Петровский А.Б., им же впервые введены операция над мультимножествами, метрики. В области искусственного интеллекта Ягером введено понятие нечеткого мультимножества, которое сейчас успешно применяется для выполнения мягких вычислений.

Задачу принятия решений можно представить в виде кортежа  $T = \langle A, C, E, IP \rangle$ , где

- $T$  – задача принятия решений;
- $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ ,  $n \geq 2$  – конечное, заранее заданное множество вариантов, которое не изменяется в процессе решения задачи;



- $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ ,  $m \geq 2$  – конечное, согласованное со всеми заинтересованными сторонами множество оцениваемых характеристик вариантов – критериев;
- $E = \{E_1, E_2, \dots, E_k\}$ ,  $k \geq 1$  – лицо, принимающее решение, или группа заинтересованных лиц, участвующих в процессе принятия решения, – экспертов;
- $IP = \{IP_1, IP_2, \dots, IP_k\}$ ,  $k \geq 1$  – профиль индивидуальных предпочтений, которые могут быть представлены в любой из форм оценки (количественные, качественные), упорядочения вариантов, парные сравнения (числовые, вербальные значения).

На основе мультимножеств разработаны следующие методы решения задач принятия решения:

- процедуры иерархической и неиерархической кластеризации позволяют разбивать множество вариантов на произвольное число кластеров,
- процедура построения обобщенного решающего правила для классификации многопризнаковых объектов предназначена для распределения вариантов по заранее определенным классам,
- метод ранжирования многопризнаковых объектов (АРАМИС) применяется для одновременной обработки вербальных и/или числовых оценок экспертов,
- технологии ПАКС (ПАКС-М) обеспечивают снижение размерности признакового пространства, построение нескольких иерархических систем составных критериев и интегрального показателя качества, которые агрегируют исходные признаки, классификацию и/или упорядочение многопризнаковых объектов, используя единственный метод принятия решений (разные комбинации нескольких методов принятия решений).

Все перечисленные методы позволяют решать основные задачи в области принятия решений: выбор лучшего варианта, упорядочение вариантов, классификация. Основными достоинствами методов, базирующихся на аппарате мультимножеств, являются:

- отсутствие необоснованных преобразований,
- их применение не приводят к искажению или потере исходной информации,
- могут применяться как при индивидуальном, так и при групповом принятии решений,
- позволяют формировать интерпретацию (обоснование) окончательного решения.

На практике наиболее часто возникают задачи выбора и/или упорядочения вариантов, в которых всю информацию о вариантах (профиль индивидуальных предпочтений), в которых информацию об оценках вариантов можно представить в виде мультимножеств следующего вида:  $A_i = \{k_{Ai}(x_1^1) \circ x_1^1, \dots, k_{Ai}(x_1^{h1}) \circ x_1^{h1}, \dots, k_{Ai}(x_m^1) \circ x_m^1, \dots, k_{Ai}(x_m^{hm}) \circ x_m^{hm}\}$ , где  $k_{Ai}(x_s^{es})$  – число экспертов, давших объекту  $A_i$  оценку  $x_s^{es} \in X_s$ ,  $s=1, \dots, m$ ,  $X = \{x_1, x_2, \dots\}$  – шкала оценивания. Такое преобразование мнений экспертов не только не приводит к потере или искажению информации, но и позволяет построить методы обработки с единой методологической основой. Отметим, что в литературе описаны разнообразные примеры использования методов, базирующихся на теории мультимножеств, а также использующих данную форму представления разнообразной информации (тексты, базы данных).

С целью повышения эффективности принятия решений разработаны разнообразные программные продукты, например, ГАС «Выборы», «СВИРЬ», «Выбор», «Общий мозг», «ПОИСК-ИТ», «ДУМА», система стратегического планирования предвыборной кампании, «ОЦЕНКА и ВЫБОР», системы электронного голосования и др. Однако в литературе



отсутствует описание информационной системы, реализующей методы с использованием мультимножеств. Для повышения эффективности применения таких методов используется табличный редактор Microsoft Excel. В связи с этим задача разработки полноценного программного продукта, реализующего методы с использованием аппарата мультимножеств, является актуальной, которая позволит:

- оказывать полноценную поддержку лицу, принимающему решение, решать разнообразны задачи принятия решений (автор Г.С. Малтугуева).

В рамках решения поставленной задачи определена модель трансдисциплинарной задачи (ТДЗ) согласно модели динамики технического состояния сложного опасного объекта (рис. 24). Элементами декомпозиции являются дисциплинарные (монодисциплинарные) задачи (ДЗ) и междисциплинарные задачи (МДЗ).

Монодисциплинарные задачи предназначены для обеспечения приемлемого риска классов критических состояний (ККС) (ДЗ 1.1 – ДЗ К.М) (рис. 25) и требуют для своего решения условно одну-пять дисциплин. Например, для решения задачи исследования и обеспечения требуемых параметров класса «Исходное состояние» достаточно знаний, входящих в специальности «Детали машин и основы конструирования», «Материаловедение», «Сопротивление материалов». Количество параметров при решении монодисциплинарных задач колеблется в пределах от 100 до 300 и зависит от уровня сложности СОО. Монодисциплинарные задачи одновременно принадлежат как к МДЗ соответствующих информационных уровней (горизонтالي), так и к МДЗ уровней критичности состояний (вертикали).

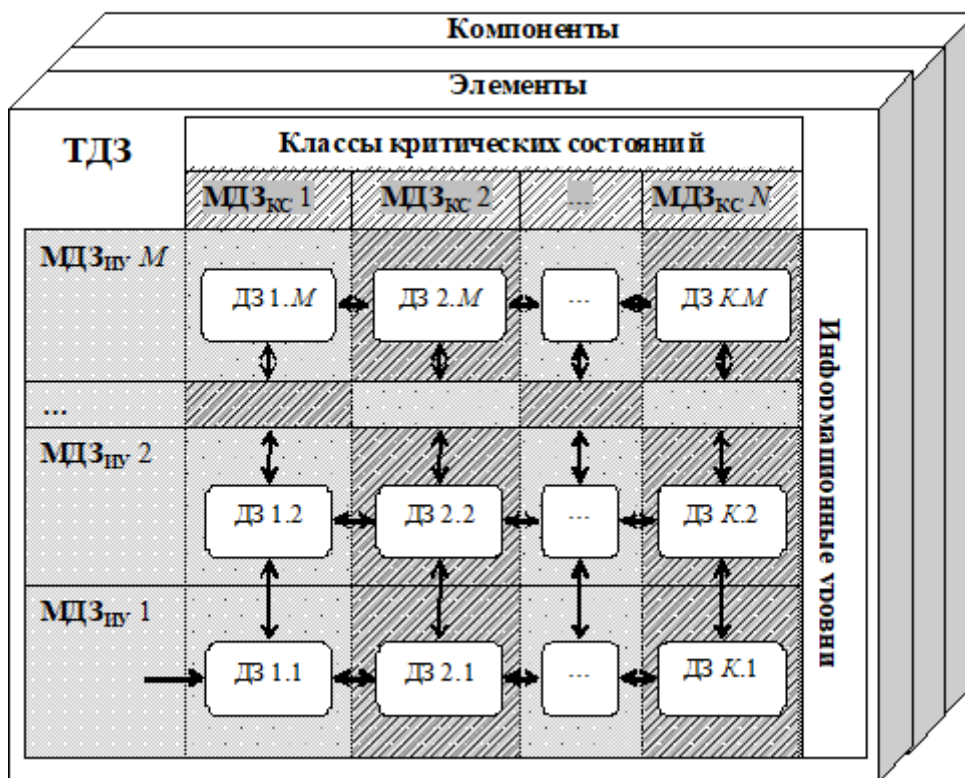


Рис. 24. Трансдисциплинарная задача (ТДЗ) обоснования допустимого значения риска сложного технического объекта: (МДЗИУ 1 – МДЗИУ М) – междисциплинарные задачи информационного уровня; (МДЗКС 1 – МДЗКС М) – междисциплинарные задачи классов критических состояний; (ДЗ 1.1 – ДЗ К.М) – дисциплинарные (монодисциплинарные) задачи



Предложенная модель ТДЗ положена в основу создаваемой системы научных исследований. Для ее управления разработана структура системы управления (СУ) процессом исследования для решения монодисциплинарных задач обеспечения приемлемого техногенного риска рассматриваемого ККС сложного опасного объекта.

Структура системы управления монодисциплинарной задачи определяется информационным, математическим и интеллектуальным обеспечением, а также алгоритмом управления. Первое базируется на онтологическом представлении информации, в частности, на разработанных онтологических моделях дисциплин, задач, методов и средств их реализации. Второе – на алгоритме самоорганизации решателей монодисциплинарных задач.

Целью управления является обеспечение обобщенного параметра класса (параметра порядка), характеризующего техногенный риск,  $R$ .

Предлагается обобщенный параметр риска рассматриваемого ККС вычислять по формуле  $\mathfrak{R} = \prod_{i=1}^n r_i k_i \leq [R]$ , где  $\mathfrak{R}$  – обобщенный параметр риска ККС;  $[R]$  – допустимое значение обобщенного параметра риска ККС;  $r_i$  – риск параметра состояния;  $k_i$  – коэффициент весомости параметра;  $n$  – количество параметров класса.

Инициализация системы управления осуществляется в случае превышения параметром  $R$  допустимого значения для рассматриваемого класса. В этом случае система управления на основе самоорганизующегося алгоритма формирует вычислительную структуру, которая реализуются решателем дисциплинарных задач.

Структуру системы управления исследованиями представим в следующем виде (рисунок 27):  $CS\_DSS = (Dt, Knl, Ont, MS, P, \hat{P}, Slv, Crd, R_{DSS}, Ind, Pln)$ , где  $Dt$  – базы данных,  $Knl$  – базы знаний,  $Ont$  – онтология предметной и проблемной областей,  $Ont \rightarrow \{P, \hat{P}, Dt, Knl, R_{DSS}\}$ ,  $MS$  – системы измерений,  $P$  – задачи,  $\hat{P}$  – иерархия задач,  $Slv$  – «решатели»,  $Crd$  – «координаторы» задач,  $R_{DSS}$  – отношения между компонентами  $CS\_DSS$ ,  $R_{DSS} = \{R^{PP}, R^{PCrd}, R^{PSlv}\}$ ,  $R^{PP}$  – отношения между задачами,  $R^{PCrd}$  – отношения между задачами и «координаторами»,  $R^{PSlv}$  – отношения между задачами и «решателями»,  $Ind$  – индикаторы состояния,  $Ind = \{I^{DefP}, I^{SP}, I^{Un}, I^{Risk}\}$  – множество индикаторов формулировки, состояния, неопределенности задачи и риска,  $Pln$  – планировщик, реализующий самоорганизующийся алгоритм  $SAlg$  решения задачи на основе локальных правил  $LRule$ ,  $Pln = \langle LRule, SAlg \rangle$  (авторы д.т.н. А.Ф. Берман, д.т.н. О.А. Николайчук).

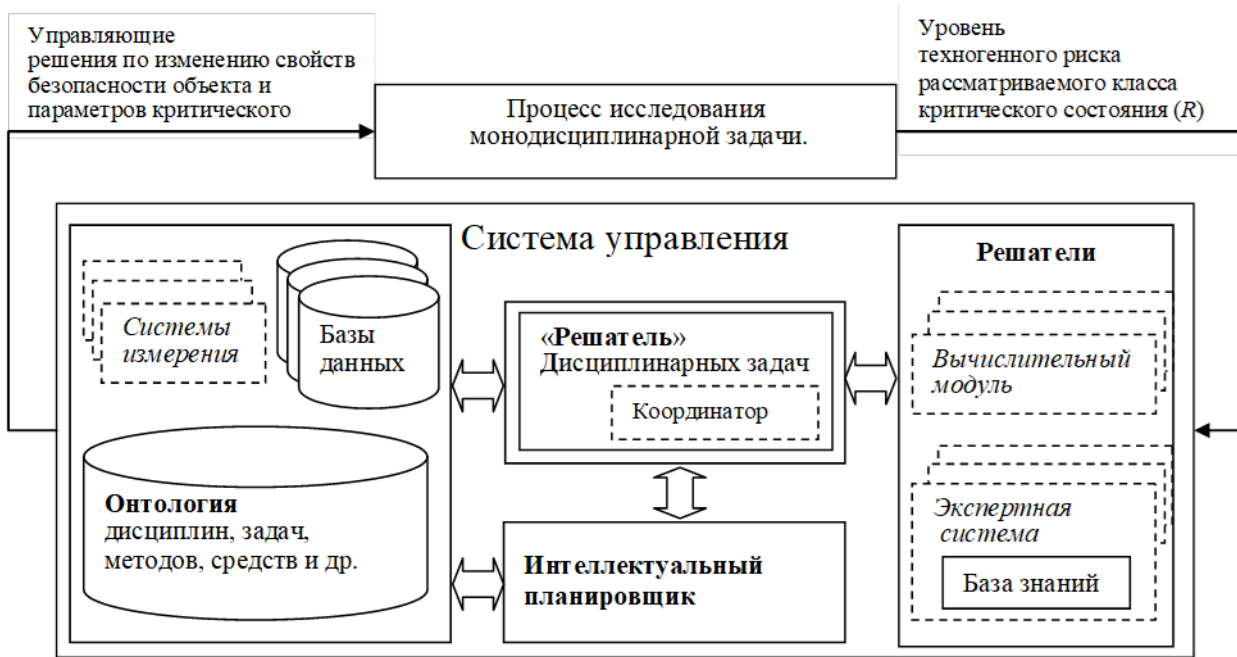


Рис. 25. Структура системы управления исследованиями монодисциплинарных задач



**Тема № IV.38.1.3. Разработка методов непрерывной и дискретной оптимизации и их реализация на высокопроизводительных вычислительных системах для поддержки междисциплинарных научных исследований**

*№ гос. регистрации: АААА-А17-117032210077-7*

*Научный руководитель – д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский*

Доказаны новые условия глобальной оптимальности (УГО) для минимизирующих последовательностей в задаче оптимального управления с (d.c.) функциями А.Д. Александрова, представимыми в виде разности двух выпуклых функций (*авторы: д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский, М.В. Янулевич*).

Разработана методология поиска глобальных решений в иерархических и равновесных задачах исследования операций с билинейными структурами, использующая базовые свойства билинейных функций (*авторы: д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский, к.ф.-м.н. А.В. Орлов*).

Исследованы математические модели целочисленного программирования составления расписания работы взлетно-посадочной полосы и разработаны методы поиска оптимальных решений в практической задаче диспетчерского управления воздушным движением (*автор: к.ф.-м.н. И.Л. Васильев*).

Разработаны новые подходы к организации грид-сред с использованием ресурсов кластеров и проектов добровольных вычислений (*автор: к.т.н. О.С. Заикин*).

Разработаны новые алгоритмы восстановления акустической информации на основе анализа сигнала от одного гидрофона. Разработанные алгоритмы были реализованы на вычислительных кластерах и в специальном проекте добровольных вычислений (*автор: к.т.н. О.С. Заикин*).

Разработаны новые алгоритмы решения задачи MAXSAT в применении к хорновским КНФ. Построенные алгоритмы были использованы при работе с некоторыми типами онтологий в дескриптивных логиках (*автор: к.ф.-м.н. А.С. Игнатьев*).

Разработана новая система пропозиционального вывода, основанная на процедуре т.н. «двухрельсового» кодирования (Dual Rail Encoding, DRE). Было показано, что известные формулы Дирихле имеют в новой системе доказательства полиномиальной длины. Было установлено, что новая система доказательств, основанная на DRE, сильнее пропозиционального варианта общей резолюции (*автор: к.ф.-м.н. А.С. Игнатьев*).

Разработаны новые алгоритмы решения некоторых оптимизационных задач на графах, использующие SAT-оракулы (*автор: к.ф.-м.н. А.С. Игнатьев*).

Для задач о размещении обслуживающих логистических центров (ЛЦ) с пространственными ограничениями предложены две математические модели в виде задач об упаковке и о покрытии ограниченного многосвязного множества наборами равных кругов. Поскольку критерием оптимальности является время достижения ЛЦ потребителями, в данных задачах применяется специальная неевклидова метрика, которая базируется на решении уравнения эйконала в случае неоднородной среды. Разработаны и программно реализованы новые вычислительные алгоритмы, основанные на физических принципах Ферма и Гюйгенса, проведен вычислительный эксперимент (*автор: к.ф.-м.н. А.А. Лемперт*).

На основе созданной авторами обобщенной имитационной модели логистического терминала определены критические показатели работы транспортно-пересадочного узла (ТПУ). В качестве примеров рассматриваются ТПУ «Владыкино» и «Кутузово» (Москва),



для которых в ходе вычислительного эксперимента рассчитаны основные показатели эффективности функционирования и выработаны рекомендации по улучшению технико-технологических параметров работы (*авторы: к.ф.-м.н. А.А. Лемперт, М.Л. Жарков*).

В рамках направления по разработке технологии поддержки исследований динамических многокомпонентных систем на основе математического и имитационного моделирования проведен аналитический обзор программного обеспечения, используемого для поддержки исследований социо-эколого-экономических систем на основе комплекса моделей «Регион». На основе анализа публикаций, отчетов и документаций проведен анализ архитектур программных систем, их основных функций и способов реализации. Созданы модели программ в форме UML диаграммы прецедентов и компонентов. В зависимости от набора решаемых задач и моделируемых компонент социо-эколого-экономических систем выполнена классификация множества программ, проведена оценка дальнейших перспектив исследований в данном направлении (*автор: к.т.н. А.Б. Столбов*).

Выполнено подробное моделирование процесса формирования профиля температуры в многослойной системе с фазовым переходом на границе вода – лед (задача Стефана) и сформулирована обратная задача. Прямое решение задачи Стефана с заданными коэффициентами применялось для оценки влияния температуры воздуха, солнечной радиации и теплообмена в толще льда и подледной воде на изменчивость температуры в системе вода – лед. Решение обратной задачи Стефана на основе измеренных толщины льда, поступающей солнечной радиации и температуры толщи льда и подледного слоя воды в системе вода – лед использовалось для расчета коэффициента эффективной температуропроводности и оценки вертикального распределения потоков тепла. Установлено, что основной причиной раннего разрушения ледового покрова на озере Байкал является увеличение тепловых потоков при усилении течений и вертикального обмена в подледном слое воды. Именно этим объясняется появление кольцевых структур на поверхности ледового покрова, которые наблюдаются в апреле, перед разрушением ледового покрова (*автор: В.В. Козлов*).

Предложены два метода последовательных улучшений, основанные на разложении уравнения Беллмана для специальной задачи оптимального управления: требуется минимизировать функционал отклонения нормы от начальных условий в исходной задаче. При этом, если конечная точка лежит во множестве достижимости, то значение функционала равняется нулю, а значит, и функционал Беллмана равен нулю. Аппроксимация уравнения Беллмана осуществляется вдоль специально выбранной траектории с начальными условиями, не удовлетворяющими начальным условиям исходной задачи. Первый метод основан на аппроксимации (до второго порядка) уравнения Беллмана и содержит дополнительные параметры регулирования. Второй получается как результат линейной аппроксимации базовых конструкций по параметру, что позволяет применять процедуры одномерной минимизации (*автор: д.ф.-м.н. В.А. Батулин*).



**ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОГРАММАМ РАН  
И ИНТЕГРАЦИОННЫМ ПРОЕКТАМ  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН**

Программа фундаментальных исследований Президиума РАН №I.33П  
**«Фундаментальные проблемы математического моделирования. Фундаментальные  
проблемы факторизационных методов в различных областях. Алгоритмы и  
математическое обеспечение для вычислительных систем сверхвысокой  
проводимости»**

*Координатор программы – ак. В.Б. Бетелин*

Проект **«Разработка новых подходов к созданию и исследованию моделей  
сложных информационно-вычислительных и динамических систем с приложениями»**

*№ гос. регистрации: АААА-А17-117032210081-4*

*Научный руководитель проекта: ак. И.В. Бычков*

Комплексная программа фундаментальных научных исследований СО РАН №II.2  
**«Интеграция и развитие»**

- Проект **«Эволюционные управляемые системы и связанные с ними  
оптимизационные задачи»**

*№ гос. регистрации: АААА-А17-117032210085-2*

*Научный руководитель: чл.-к. РАН А.А. Толстоногов*

- Проект **«Качественная теория и численный анализ дифференциально-  
алгебраических уравнений»**

*№ гос. регистрации: АААА-А17-117032210084-5*

*Научный руководитель: ак. И.В. Бычков*

- Проект **«Неклассические задачи позиционного управления»**

*№ гос. регистрации: АААА-А17-117032210083-8*

*Научный руководитель: д.ф.-м.н. А.В. Дыхта*

**ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРОВЕДЕННЫЕ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ  
РОССИЙСКОГО НАУЧНОГО ФОНДА**

По программам РФФИ выполнялись работы по проектам:

РФФИ № 15-11-20015 **«Оптимизационные методы поиска равновесных решений в  
конфликтных и иерархических системах управления»**

*Руководитель проекта – д.ф.-м.н. проф. Ренцен Энхбат (Rentsen Enkhbat) (директор  
Института математики Национального университета Монголии)*

РФФИ №16-11-00053 **«Разработка методов исследования и построения иерархических  
систем децентрализованного интеллектуального управления группами автономных  
поисково-обследовательских роботов в условиях неопределенности»**

*Руководитель проекта – ак. И.В. Бычков*



**РНФ №16-11-10046 «Применение параллельных и распределенных алгоритмов решения проблемы булевой выполнимости (SAT) к криптоанализу, поиску комбинаторных структур и исследованию дискретных моделей коллективного поведения»**

*Руководитель проекта – к.т.н. А.А. Семенов*

**РНФ 17-71-10176 «Параллельные вычисления и методы целочисленного программирования для задач кластеризации и интеллектуального анализа больших массивов данных»**

*Руководитель проекта – к.ф.-м.н. А.В. Ушаков*

### **ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРОВЕДЕННЫЕ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ РОССИЙСКОГО ФОНДА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

По программам РФФИ выполнялись работы по проектам:

- |                  |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15-01-03228-a    | «Разработка алгоритмов и программ для численного решения дифференциально-алгебраических уравнений»<br>Руководитель проекта – д.ф.-м.н. М.В. Булатов                                                                                                          |
| 15-07-03827-a    | «Алгоритмы и технологии решения вычислительно трудоемких и вырожденных задач оптимизации»<br>Руководитель проекта – д.т.н. А.Ю. Горнов                                                                                                                       |
| 15-07-05641-a    | «Разработка принципов, моделей и методов создания и поддержки интеллектуальных мультиагентных систем для прогнозирования техногенных чрезвычайных ситуаций»<br>Руководитель проекта – д.т.н. О.А. Николайчук                                                 |
| 15-08-06680-a    | «Развитие теории стабилизации нелинейных и переключаемых систем с приложениями к задачам управления ориентацией космических аппаратов»<br>Руководитель проекта – к.ф.-м.н. А.А. Косов                                                                        |
| 15-29-07955офи_м | «Разработка методов, алгоритмов и инструментальных средств планирования выполнения масштабируемых приложений в разнородной кластерной Grid»<br>Руководитель проекта – д.т.н. Г.А. Опарин                                                                     |
| 16-07-00201-a    | «Развитие методов и средств символьных вычислений в моделировании, качественном анализе и аналитическом конструировании электронно-механических систем»<br>Руководитель проекта – к.ф.-м.н. А.В. Банщиков                                                    |
| 16-07-00931-a    | «Методология и инструментальные средства разработки и применения проблемно-ориентированных мультиагентных систем управления масштабируемыми вычислениями в разнородной распределенной вычислительной среде»<br>Руководитель проекта – к.т.н. А.Г. Феоктистов |
| 16-07-00411-a    | «Разработка технологий динамического планирования выполнения композиции сервисов в облачной среде»<br>Руководитель проекта – д.т.н. Г.М. Ружников                                                                                                            |



**Отчет Института динамики систем и теории управления  
имени В.М. Матросова СО РАН за 2017 г.**

- 16-07-00554-a «Разработка и развитие метода распознавания объектов на растровых изображениях на основе логической модели с пространственными ограничениями»  
Руководитель проекта – к.т.н. Р.К. Федоров
- 16-29-04238офи\_м «Методы и алгоритмы управления многокомпонентными робототехническими комплексами поисково-обследовательского класса в задачах исследования подводной среды»  
Руководитель проекта – ак. И.В. Бычков
- 16-01-00608-a «Численное и аналитическое решение нелинейных параболических уравнений, неразрешенных относительно старшей производной, возникающих в задачах математической физики»  
Руководитель проекта – д.ф.-м.н. А.Л. Казаков
- 16-08-00272-a «Динамические системы с управлениями из пространств Лебега и задачи синтеза импульсных воздействий»  
Руководитель проекта – к.ф.-м.н. Е.В. Гончарова
- 17-47-380007\_p\_а «Моделирование информационной инфраструктуры цифровой экономики Иркутской области»  
Руководитель проекта – д.т.н. Г.М. Ружников
- 17-07-00627-a «Разработка алгоритмов поиска глобального экстремума функционалов на основе технологии машинного обучения с подкреплением»  
Руководитель проекта – к.т.н. Т.С. Зароднюк
- 17-01-00733-a «Вариационные условия оптимальности с позиционными управлениями в нелинейных задачах оптимизации обыкновенных и импульсных динамических систем»  
Руководитель проекта – д.ф.-м.н. В.А. Дыхта
- 16-07-01125-a «Разработка алгоритмического и программного обеспечения для агрегирования индивидуальных предпочтений в контексте теории мультимножеств»  
Руководитель проекта – Г.С. Малтугуева
- 16-07-00155-a «Разработка и реализация алгоритмов решения крупномасштабных задач, допускающих массивированный параллелизм по данным, в распределенных средах на основе проектов добровольных вычислений и вычислительных кластеров»  
Руководитель проекта – к.т.н. О.С. Заикин

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ ГРАНТЫ РФФИ**

- РФФИ № 16-51-540002-Вьет\_а «Дифференциально-алгебраические уравнения, зависящие от параметров: качественная теория и численные методы»  
*Научный руководитель от России – д.ф.-м.н. М.В. Булатов*
- РФФИ № 16-57-44034 Монг\_а «Технология разработки информационно-аналитических систем с функциями пространственного анализа для поддержки управления социально-экономическим развитием территорий»  
*Научный руководитель проекта – ак. И.В. Бычков*



## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО МОЛОДЕЖНЫМ ПРОЕКТАМ

Стипендии Президента РФ для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики, получили:

- к.т.н. С.А. Горский, проект СП-216.2015.5 «Разработка инструментального комплекса построения сверхмасштабируемых пакетов прикладных программ для распределенных вычислительных сред с гибридными узлами»;
- к.т.н. О.С. Заикин, проект СП-1184.2015.5 «Применение метаэвристических алгоритмов, основанных на методе Монте-Карло, к планированию процессов параллельного решения трудных экземпляров задачи булевой выполнимости»;
- к.т.н. И.В. Отпущенников, проект СП-4751.2016.5 «Методы и алгоритмы пропозиционального кодирования вычислений на виртуальных машинах с применением к задачам верификации программ»;
- С.Е. Кочемазов, проект СП-1829.2016.5 «Вычислительный анализ динамических процессов в агентных моделях автоматного типа с использованием алгоритмов решения задачи о булевой выполнимости».
- 

Исследования, поддержанные грантами РФФИ для молодых ученых:

- 16-31-00219м **«Конечно-разностные схемы для жестких дифференциально-алгебраических систем и их интегральных аналогов»**  
ол\_а *Руководитель проекта — к.ф.-м.н. Л.С. Соловарова*
- 16-31-00184 **«Алгоритмы оптимального управления гибридными динамическими системами»**  
мол\_а *Руководитель проекта — к.ф.-м.н. М.В. Старицын*
- 16-31-60030\_ **«Управление механическими системами с помощью подвижных ограничений и блокирования степеней свободы»**  
мол\_а\_ *Руководитель проекта — к.ф.-м.н. М.В. Старицын*  
дк
- 16-37-00110 **«Технология автоматизации параллельного выполнения инструментов геообработки модели MapReduce»**  
мол\_а *Руководитель проекта — Ю.А. Авраменко*
- 16-37-00041 **«Метод и средства синтеза продукционных экспертных систем на основе концепции модельно-управляемой разработки и онтологий»**  
мол\_а *Руководитель проекта — М.А. Грищенко*
- 16-37-00122 **«Модели, методы и средства синтеза императивного описания пространственно-временных сцен на основе онтологий и порождающего программирования»**  
мол\_а *Руководитель проекта — Н.О. Дородных*
- 16-31-00101м **«Управляемость и устойчивость систем дифференциально-алгебраических уравнений».**  
ол\_а *Руководитель проекта — к.ф.-м.н. П.С. Петренко*



**РАБОТЫ ПО РАЗВИТИЮ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ  
ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ИРКУТСКОГО НАУЧНО-  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА (ИИВС ИРНОК)**

*Руководитель – ак. И.В. Бычков,*

*отв. исполнители – д.т.н. Г.М. Ружников, к.т.н. Т.И. Маджара.*

**Центр коллективного пользования**

В отчетном году продолжал функционировать Телекоммуникационный Центр коллективного пользования «Интегрированная информационно-вычислительная сеть Иркутского научно-образовательного комплекса» (ИрНОК). По результатам плановой проверки ЦКП, проведенной ФАНО в августе 2017 г, был внесен ряд изменений и дополнений в Документы, регламентирующие работу ЦКП и бухгалтерский учет.

**Создание Центра обработки данных (ЦОД)**

Приоритетным направлением работ по развитию инфраструктуры ИИВС в рамках созданного ЦКП остается создание на базе ИДСТУ СО РАН Центра обработки данных уровня TIER II/III, соответствующего международному стандарту TIA-942.

В отчетном году работы по этому направлению заключались в проведении анализа существующих мировых тенденций развития данного сектора ИТ, информационно-консультационных встречах с техническими специалистами компаний-интеграторов и поставщиков оборудования, соответствующей корректировке инженерно-технических решений.

Также велась организационная работа по формированию заявок на целевое финансирование данного проекта, как из средств Федерального бюджета, так и из внебюджетных источников.

**Обслуживание инженерной инфраструктуры центрального узла связи (ЦУС)**

В рамках плановых работ по обслуживанию инженерного комплекса центрального узла связи ИИВС ИрНОК были проведены следующие работы:

- Проведен капитальный ремонт Источника бесперебойного питания (ИБП) APC Smart UPS VT, мощностью 20 кВА – произведена замена силового модуля;
- Для использования мощностей отремонтированного ИБП оптимизирована структура распределительной электрической сети, добавлен новый распределительный узел;
- Проведено плановое техническое обслуживание дизель-генераторной установки HIMOinsa HDW-525.

**Развитие сети хранения данных**

Существующая система хранения данных HPE MSA 2040 расширена тремя дополнительными модулями (дисковыми полками HPE MSA D2700), суммарная «сырая» емкость данной СХД увеличена до 98 ТБ.



Рис. 26. Системы хранения данных ИИВС: EMC DD2500 и HPE MSA 2040

Введен в эксплуатацию программно-аппаратный комплекс резервного копирования и восстановления данных для ПК, физических и виртуальных серверов на базе комплексного решения компании Dell EMC – система хранения данных EMC DD2500 и программное обеспечение EMC NetWorker и EMC Avamar

#### **Развитие локально-вычислительных сетей и каналов связи**

Пропускная способность канала доступа ИИВС ИрНОК в сеть Интернет в отчетном году не изменялась и составила 140 Мб/сек.

#### **Сервисы ЦКП**

**Сервис виртуализации.** В рамках работ по развитию сервисов виртуализации в отчетном году проведены необходимые конкурсные процедуры и осуществлена закупка программного обеспечения Microsoft Windows Server 2016 DataCenter Core с системой виртуализации Microsoft Hyper-V. Таким образом, в следующем году на базе ИИВС будут сформированы обе лидирующие на рынке системы виртуализации – VMWare vSphere и Microsoft Hyper-V, что позволит пользователям ЦКП оптимизировать свою ИТ-инфраструктуру в зависимости от решаемых задач.

**Сервис резервного копирования и восстановления данных.** На основе нового программно-аппаратного комплекса резервного копирования и восстановления данных организовано резервное копирование ключевых информационно-вычислительных компонент ИИВС – конфигураций серверов, сервисов и сетевых устройств. Резервное копирование осуществляется на глубину от 30 до 60 суток, в зависимости от важности того или иного компонента

**Техническое обслуживание и информационно-консультационное обеспечение.**



В течение года проводилось плановое техническое обслуживание, модернизация и сопровождение локально-вычислительных сетей, каналов связи, сетей, серверов, программно-аппаратных комплексов, систем и сетей хранения данных, а также инженерно-технического оборудования.

Осуществлялась информационно-консультационная поддержка пользователей программно-аппаратных комплексов и сетей хранения данных.

### **ИРКУТСКИЙ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЙ ЦЕНТР СО РАН**

В отчетном году продолжил функционировать «Центр коллективного пользования Иркутский суперкомпьютерный центр СО РАН» (ЦКП ИСКЦ). Проведены следующие работы по обеспечению функционирования и развитию центра:

- Разработка и поддержание в актуальном состоянии документов, регламентирующих деятельность ЦКП ИСКЦ (в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 17 мая 2016 года №429).

- Работа с пользователями ЦКП ИСКЦ: регистрация и инструктаж новых пользователей, реагирование на обращения пользователей в службу технической поддержки, установка и настройка программного обеспечения пользователей и т.д. Информационно-методическая поддержка пользователей ЦКП ИСКЦ: обновление правил, инструкций, руководств, размещение материалов на сайте ЦКП ИСКЦ <http://hpc.icc.ru>.

- Мониторинг состояния оборудования ЦКП ИСКЦ. Сопровождение встроенного и системного программного обеспечения оборудования ЦКП ИСКЦ.

- Организация и проведение сервисного (технического) обслуживания, текущего и капитального ремонта оборудования вычислительной и инженерной инфраструктуры ЦКП ИСКЦ.

- Организация и проведение модернизации оборудования ЦКП ИСКЦ, включая подготовку и проведение приемо-сдаточных испытаний, тестирование и запуск в эксплуатацию нового оборудования. Результат модернизации: создан второй сегмент вычислительного кластера «Академик В.М. Матросов» (60 вычислительных узлов, 120 процессоров Intel Xeon E5-2695, 2160 ядер, реальная / пиковая производительность 60.13 / 72.58 TFlops, 26-е место в 26-й редакции рейтинга TOP-50 суперкомпьютеров России и стран СНГ <http://top50.supercomputers.ru/?page=archive&rating=26>).

- Подготовка к тематической проверке ФАНО России, устранение замечаний по результатам проверки ЦКП ИСКЦ (замечания устранены в установленные сроки).

- Подготовка отчетов о деятельности ЦКП ИСКЦ по запросам Минобрнауки России, ФАНО России, портала СКР-RF.RU «Научно-технологическая инфраструктура Российской Федерации», а также Научного совета по супервычислениям СО РАН. Участие в отчетной конференции «Центры коллективного пользования и уникальные научные установки организаций, подведомственных ФАНО России».

- Участие в работе Комиссии по развитию научной инфраструктуры организаций, подведомственных ФАНО России, Комиссии по информатизации ФАНО России по вопросам, связанным с развитием суперкомпьютерных ЦКП.

- Подготовка заявки на конкурс Минобрнауки России «Поддержка и развитие центров коллективного пользования научным оборудованием для обеспечения реализации



***Отчет Института динамики систем и теории управления  
имени В.М. Матросова СО РАН за 2017 г.***

приоритетов научно-технологического развития» в рамках Мероприятия 3.1.2 «Поддержка и развитие центров коллективного пользования научным оборудованием» ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы».

В 2017 году услугами ЦКП ИСКЦ воспользовались 12 научных и образовательных учреждений Сибири и Дальнего Востока. В течение года пользователями центра опубликовано более 30 публикаций со ссылками на ресурсы ЦКП ИСКЦ в изданиях, входящих в международные базы данных Web of Science и Scopus, в том числе в журналах квартилей Q1-Q2: «Chemistry – A European Journal» (IF 5.317), «Physical Review D» (IF 4.568), «Dalton Transactions» (IF 4.029), «Journal of Luminescence» (IF 2.686), «Journal of Applied Physics» (IF 2.068) и других.



Рис. 27. Новые вычислительные модули в составе кластера «Академик В.М. Матросов»

*Исполнители: к.т.н. Новопашин А.П., к.т.н. Сидоров И.А., Костромин О.Р.*



## **ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

В 2017 г. получено 14 свидетельств о государственной регистрации результатов интеллектуальной деятельности:

1. Дядькин Ю.А. Генератор имитационной модели: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017610648 от 16 января 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
2. Ларионов А.А., Давыдов А.В. Транслятор языка первопорядковых логических формул в формате TRTP в язык позитивно-образовательных формул TRTP2PCF: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017613922 от 4 апреля 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
3. Федоров Р.К., Парамонов В.В., Ружников Г.М., Данчинова Г.А., Хаснатинов М.А., Ляпунов А.В. Web-сервис импорта данных из реляционных таблиц в CSV формате: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017615230 от 5 мая 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
4. Феоктистов А.Г., Дядькин Ю.А. Инструментальный комплекс для автоматизации имитационного моделирования систем массового обслуживания: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017616449 от 7 июня 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
5. Федоров Р.К., Шумилов А.С., Бычков И.В., Ружников Г.М. Среда выполнения сервисов и их сценариев: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017617913 от 17 июля 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
6. Дородных Н.О. Web-ориентированный редактор моделей трансформаций: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017618430 от 1 августа 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
7. Дородных Н.О. RVML editor: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017618446 от 1 августа 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
8. Свинина С.В. Сплайн-коллокационный метод численного решения квазилинейных дифференциально-алгебраических систем уравнений в частных производных: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017618796 от 9 августа 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
9. Горский С.А., Богданова В.Г. Параллельный решатель задач булевой выполнимости NPСSAT: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017619809 от 7 сентября 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
10. Столбов А.Б., Батулин В.А. Программный комплекс для поддержки проектирования математических моделей медико-эколого-экономических систем «МЭЭМ 1.0.»: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017619810 от 7 сентября 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
11. Свинина С.В. Численная реализация нелинейной разностной схемы с расщепленным матричным пучком для решения квазилинейной дифференциально-алгебраической системы уравнений в частных производных произвольного индекса: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017619532 от 25 августа 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.



**Отчет Института динамики систем и теории управления  
имени В.М. Матросова СО РАН за 2017 г.**

12. Сидоров И.А. Интеллектуальные средства экспертной поддержки этапов организации мультиагентной среды: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017662470 от 8 ноября 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
13. Феоктистов А.Г., Костромин Р.О. Библиотека алгоритмов для эффективного извлечения и применения проблемно-ориентированных знаний агентами: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017663706 от 11 декабря 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
14. Федоров Р.К., Парамонов В.В., Данчинова Г.А., Хаснатинов М.А., Ляпунов А.В., Болотова Н.А., Манзарова Э.Л., Соловаров И.С., Петрова И.В., Шулепова С.Ю., Лазарева Е.Л. Информационно-справочная система «Обращаемость людей, пострадавших от присасываний иксодовых клещей на территории Бурятии» (ИСС «Бурятия-клещи»): Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017620505 от 04 мая 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.

Выполнено научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию и развитию информационных систем для органов управления Иркутской области и г. Иркутска по 4 контрактам на сумму 550 847,46 рублей.

Выполнены работы по договору на оказание услуг, связанных с эксплуатацией Интегрированной информационно-вычислительной сети Иркутского научно-образовательного комплекса, на 1 416 945,60 рублей.



## **НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

### **Ученый совет**

Ученый совет Института утвержден приказом директора ИДСТУ СО РАН № 14 от 22.05.2015 г. В 2017 году проведено 11 заседаний, на которых рассматривались вопросы научной и научно-организационной деятельности. Заслушаны отчеты о результатах НИР по плановым темам Института за 2017 г., проведены конкурсы на замещение должностей научных работников, утверждены темы НИР, выдвигаемые для участия в конкурсах.

### **Диссертационный совет**

Диссертационный совет Д 003.021.01 утвержден при ИДСТУ СО РАН приказом Высшей аттестационной комиссии РФ от 2 ноября 2007 г. № 2249-1522.

Срок полномочий Совета продлен на период действия Номенклатуры специальностей научных работников, учрежденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59, с правом принимать к защите диссертации по специальностям:

01.01.02 – Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление (физико-математические науки);

05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в технике, экологии и экономике, физико-математические науки);

05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей (технические науки).

В 2017 г. диссертационный совет провел 5 заседаний.

В диссертационном совете в 2017 г. защищена 1 диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук А.А. Михайловым на тему «Методы декомпиляции объектного кода Delphi» по специальности 05.13.11, *научный руководитель – к.т.н. А.Е. Хмельнов.*

### **Научные кадры**

По состоянию на 31 декабря 2017 г. в Институте работал 161 человек, из них 85 – научные работники, в том числе 1 действительный член РАН, 1 член-корреспондент РАН, 23 доктора наук и 52 кандидата наук.

Возрастная структура кадров по категории штатных научных работников приведена в таблице:

| Научные работники  | до 39 лет | 40–60 лет | 61–64 лет | 65 лет и старше |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| Академики          | –         | 1         | –         | –               |
| Чл.-к. РАН         | –         | –         | –         | 1               |
| Доктора наук       | –         | 7         | 5         | 11              |
| Кандидаты наук     | 30        | 18        | 3         | 1               |
| Без ученой степени | 8         | –         | –         | –               |
| Всего              | 38        | 26        | 8         | 13              |

Средний возраст:    докторов наук                                                 – 65,1,  
                                    кандидатов наук                                                 – 42,  
                                    научных работников без степени                         – 30,6.

В 2017 году в аспирантуру принято 4 аспиранта. Всего в 2017 году в Институте обучалось 12 аспирантов.

## Конференции и семинары

Институтом в 2017 году организованы и проведены:

- XIII Всероссийская конференция молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии — 2017», 13–18 марта 2017 года, г. Иркутск – Старая Ангасолка (оз. Байкал), Россия;
- II Монгольско-Российско-Вьетнамский семинар «Численное решение интегральных и дифференциальных уравнений», 1–7 июля 2017 г., остров Ольхон (оз. Байкал), Россия;
- XVIII Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, 21–25 августа 2017 года, г. Иркутск, Россия;
- Конференция «Ляпуновские чтения – 2017», 5–8 декабря 2017, г. Иркутск, Россия.

## Связи с вузами

В целях интеграции высшего образования и фундаментальной науки для повышения эффективности подготовки научных и научно-педагогических кадров, закрепления молодежи в сфере науки и образования, сохранения преемственности поколений в науке и образовании в ИДСТУ СО РАН функционирует Научно-образовательный центр «Информационно-вычислительные технологии и системы» (НОЦ ИВТС).

Сотрудники Института возглавляют 1 кафедру в Институте математики, экономики и информатики Иркутского государственного университета (кафедра Информационных технологий – базовая ИДСТУ СО РАН), ведут преподавательскую работу в Байкальском государственном университете экономики и права, Иркутском национальном исследовательском техническом университете, Иркутском государственном университете путей сообщения, Международном институте экономики и лингвистики Иркутского государственного университета, на Факультете сервиса и рекламы Иркутского государственного университета.

## Членство в советах РАН и СО РАН

- Президиум СО РАН – ак. И.В. Бычков.
- Бюро Совета директоров СО РАН – ак. И.В. Бычков.
- Президиум ИНЦ СО РАН – ак. И.В. Бычков (председатель), чл.-к. РАН А.А. Толстоногов.
- Совет РАН «Высокопроизводительные вычислительные системы, научные телекоммуникации и информационная инфраструктура» – ак. И.В. Бычков.
- Объединенный ученый совет СО РАН по математике и информатике – чл.-к. РАН А.А. Толстоногов.
- Объединенный ученый совет СО РАН по машиностроению, механике, энергетике и процессам управления – к.т.н. Н.Н. Максимкин.
- Объединенный ученый совет СО РАН по нанотехнологиям и информационным технологиям – ак. И.В. Бычков, д.т.н. Г.М. Ружников.



**Отчет Института динамики систем и теории управления  
имени В.М. Матросова СО РАН за 2017 г.**

- Научно-координационный совет программы «Телекоммуникационные и мультимедийные ресурсы СО РАН» – ак. И.В. Бычков.
- Научный совет СО РАН по проблемам озера Байкал – ак. И.В. Бычков (председатель).
- Совет по супервычислениям СО РАН – ак. И.В. Бычков, к.т.н. А.П. Новопашин.
- Научно-координационный совет по информатизации ИНЦ СО РАН – ак. И.В. Бычков (председатель).
- Научный совет по приоритетной научной задаче «Разработка математических моделей и программно-алгоритмического обеспечения для систем с экстремальным параллелизмом и решение пилотных задач науки и техники» – ак. И.В. Бычков.
- Совет СО РАН по программе «Цифровая экономика» – ак. И.В. Бычков (председатель).

**Членство в национальных и международных научных организациях**

- Association for Computing Machinery – ACM – к.т.н. А.Ю. Юрин.
- Mongolian Mathematical Society – д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский.
- Mathematical Optimization Society (MOS) – д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский.
- Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM) – д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский.
- The International Physics and Control Society (IPACS) – д.ф.-м.н. В.Д. Иртегов.
- Международная Академия навигации и управления движением – д.т.н. Э.И. Дружинин.
- Российская ассоциация искусственного интеллекта – д.т.н. А.Ф. Берман, д.т.н. О.А. Николайчук, к.т.н. А.И. Павлов, к.т.н. А.Ю. Юрин.
- Российское научное общество анализа риска (РНОАР) – д.т.н. А.Ф. Берман, д.т.н. О.А. Николайчук, к.т.н. А.И. Павлов, к.т.н. А.Ю. Юрин, Г.С. Малтугуева.
- Иркутское отделение Российской ассоциации искусственного интеллекта – д.т.н. О.А. Николайчук (председатель).
- Российский национальный комитет по автоматическому управлению (д.ф.-м.н. И.А. Финогенко – член бюро комитета).
- Академия нелинейных наук (д.ф.-м.н. В.А. Дыхта – действительный член).

Д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский – почетный профессор Национального университета Монголии.

Д.т.н. А.Ф. Берман – приглашенный профессор Китайского университета геологических наук (факультет промышленной безопасности и защиты окружающей среды).

**Членство в редколлегиях научных изданий**

- Автометрия – ак. И.В. Бычков.
- Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАН – ак. И.В. Бычков.
- Вестник Бурятского государственного университета. Серия «Математика, информатика» – д.ф.-м.н. А.В. Лакеев.
- Вестник компьютерных и информационных технологий – ак. И.В. Бычков.
- Вестник НГУ. Информационные технологии – ак. И.В. Бычков.
- Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления – д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский.



**Отчет Института динамики систем и теории управления  
имени В.М. Матросова СО РАН за 2017 г.**

- Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Математическое моделирование и программирование» – д.ф.-м.н. А.В. Лакеев.
- Вычислительные технологии – ак. И.В. Бычков.
- Известия Иркутского государственного университета. Серия «Математика» – ак. И.В. Бычков, д.ф.-м.н. В.А. Дыхта, д.ф.-м.н. А.Л. Казаков.
- Известия Иркутской государственной экономической академии – ак. И.В. Бычков.
- Наука Приангарья: идеи, инновации, инвестиции – ак. И.В. Бычков.
- Подводные исследования и робототехника – ак. И.В. Бычков.
- Сибирский журнал индустриальной математики – чл.-к. РАН А.А. Толстоногов.
- Системы управления, связи и безопасности – к.т.н. А.Г. Феоктистов.
- Современные технологии. Системный анализ. Моделирование – ак. И.В. Бычков.
- Управление большими системами – ак. И.В. Бычков, д.ф.-м.н. А.В. Лакеев.
- Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых – ак. И.В. Бычков.
- Экология и защита окружающей среды (КНР) – д.т.н. А.Ф. Берман.
- Computer Communication & Collaboration – к.т.н. А.Ю. Юрин.
- Discussiones Mathematicae, Differential Inclusions, Control and Optimization – чл.-к. РАН А.А. Толстоногов.
- Industry 4.0 – ак. И.В. Бычков.
- Journal of Optimization Theory and Applications (Springer) – д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский.
- Safety and Environmental Engineering – д.т.н. А.Ф. Берман.
- Numerical Algebra, Control and Optimization (NACO), USA – д.т.н. А.Ю. Горнов.

**Членство в научно-технических советах и комиссиях  
органов государственной власти**

- Советник Губернатора Иркутской области – ак. И.В. Бычков.
- Координационный научный совет при Губернаторе Иркутской области – ак. И.В. Бычков, д.ф.-м.н. А.Л. Казаков, д.т.н. Г.М. Ружников.
- Рабочая группа для формирования предложений и замечаний в проект Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране озера Байкал» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» – ак. И.В. Бычков.
- Градостроительный совет при Губернаторе Иркутской области – ак. И.В. Бычков.
- Правление Торгово-промышленной палаты Восточной Сибири – ак. И.В. Бычков.
- Правление Иркутского регионального отделения Российского союза промышленников и предпринимателей – ак. И.В. Бычков.
- Инвестиционный Совет при Правительстве Иркутской области – ак. И.В. Бычков.
- Научно-технический совет при главном управлении МЧС по Иркутской области – ак. И.В. Бычков, д.т.н. А.Ф. Берман.
- Российское научное общество анализа риска – д.т.н. А.Ф. Берман.
- Иркутское отделение Российского научного общества анализа риска – д.т.н. А.Ф. Берман (председатель).
- Совет директоров научных организаций, подведомственных ФАНО России и расположенных на территории, отнесенной к ведению Сибирского ТУ ФАНО России – ак. И.В. Бычков.



**Отчет Института динамики систем и теории управления  
имени В.М. Матросова СО РАН за 2017 г.**

- Рабочая группа при Сибирском ТУ ФАНО России по вопросам структуризации и эффективности использования имущественных комплексов организаций, подведомственных ФАНО России, расположенных на территории, отнесенной к ведению Сибирского ТУ ФАНО России – ак. И.В. Бычков (сопредседатель).

**Экспертная деятельность**

Пятеро научных сотрудников ИДСТУ СО РАН являются экспертами РАН, шестеро – экспертами РФФИ, двое научных сотрудников – эксперты РНФ, один научный сотрудник – эксперт РИНКЦЭ.

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ НАУЧНЫЕ СВЯЗИ И СОВМЕСТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ С  
ЗАРУБЕЖНЫМИ НАУЧНЫМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ**

**1. Выезд в зарубежные командировки.**

В 2017 году сотрудники ИДСТУ СО РАН совершили 34 выезда в зарубежные командировки в 13 стран.

| Страна       | Всего выездов | Сроки командировок        |                            |              | Цели командировок |             |            |
|--------------|---------------|---------------------------|----------------------------|--------------|-------------------|-------------|------------|
|              |               | Кратко-срочн. (до 6 мес.) | Сроком от 6 мес. до 1 года | Более 1 года | Научная работа    | Конференции | Переговоры |
| 1            | 2             | 3                         | 4                          | 5            | 6                 | 7           | 8          |
| Болгария     | 1             | 1                         |                            |              |                   | 1           |            |
| Вьетнам      | 1             | 1                         |                            |              |                   | 1           |            |
| Иран         | 2             | 2                         |                            |              |                   | 2           |            |
| Испания      | 1             | 1                         |                            |              |                   | 1           |            |
| Италия       | 3             | 3                         |                            |              |                   | 3           |            |
| КНР          | 4             | 4                         |                            |              | 2                 | 2           |            |
| Куба         | 2             | 2                         |                            |              |                   | 2           |            |
| Мексика      | 2             | 2                         |                            |              |                   | 2           |            |
| Монголия     | 5             | 5                         |                            |              |                   | 1           | 3          |
| Словения     | 3             | 3                         |                            |              |                   | 3           |            |
| Финляндия    | 1             | 1                         |                            |              |                   | 1           |            |
| Хорватия     | 6             | 6                         |                            |              |                   | 6           |            |
| Черногория   | 3             | 3                         |                            |              |                   | 3           |            |
| <b>ИТОГО</b> | <b>34</b>     | <b>34</b>                 |                            |              | <b>2</b>          | <b>28</b>   | <b>3</b>   |

**2. Сотрудничество с зарубежными научными центрами.**

Проводились исследования, поддержанные международными грантами:

– Российского научного фонда, проект № 15-11-20015 «Оптимизационные методы поиска равновесных решений в конфликтных и иерархических системах управления», руководитель проекта – проф. Рэнцэн Энхбат (Rentsen Enkhbat), профессор Школы бизнеса Национального Университета Монголии, ответственные исполнители и исполнители – научные сотрудники лаб. 6.1 Невыпуклой оптимизации (зав. лаб. к.ф.-м.н. А.В. Орлов).



**Отчет Института динамики систем и теории управления  
имени В.М. Матросова СО РАН за 2017 г.**

– РФФИ, проект № 16-57-44034\_Монг\_а «Технология разработки информационно-аналитических систем с функциями пространственного анализа для поддержки управления социально-экономическим развитием территорий», руководитель проекта – директор ИДСТУ СО РАН, академик И.В. Бычков.

– РФФИ, проект № 16-51-540002\_Вьет\_а «Дифференциально-алгебраические уравнения, зависящие от параметров, качественная теория и численные методы», руководитель проекта – г.н.с. лаб. 1.1 Дифференциальных уравнений и управляемых систем д.ф.-м.н. М.В. Булатов.

Выполнялись работы по договору о создании программного обеспечения для обработки сигналов Satellite AIS между ИДСТУ СО РАН и Caton Global Technology Co., Ltd (КНР).

В рамках Соглашения о научном и образовательном сотрудничестве между Университетом г. Саннио (Италия) и ИДСТУ СО РАН продолжено сотрудничество с учеными Университета г. Саннио. Научные сотрудники лаб. 6.1 выступили на семинарах в Неаполитанском университете имени Фридриха II (Италия).

Подписаны следующие международные соглашения о сотрудничестве:

– Рамочное соглашение о научном и академическом сотрудничестве между ИДСТУ СО РАН и Centro de Investigacion Cientifica y de Educacion Superior de Ensenada (CICESE), Мексика;

– Соглашение о научном и образовательном сотрудничестве между ИДСТУ СО РАН и K.N. Toosi University of Technology, Иран.

### **3. Прием иностранных ученых.**

| Имя                                                       | Дата рождения | Страна   | Организация, должность                                                              | Дата визита                                                                                                                                                                                                | Цель визита                                                                             |
|-----------------------------------------------------------|---------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Рэнцэн Энхбат<br>(Rentsen Enkhbat)                        | 30.06.1958    | Монголия | Институт математики Национального университета Монголии, директор                   | 20–30 января, 18 февраля–3 марта, 17–28 марта, 14–28 апреля, 8–22 мая, 18 июня–2 июля, 3–16 июля, 22 июля–4 сентября, 27 сентября–4 октября, 20–30 октября, 1–6 ноября, 13–20 ноября, 4–18 декабря 2017 г. | Выполнение научно-исследовательских работ по проекту РНФ № 15-11-20015                  |
| Карастоянов Димитър Неделчев<br>(Karastoyanov Dimitar N.) | 04.01.1952    | Болгария | Институт информационных и телекоммуникационных технологий Болгарской академии наук, | 19 – 26 августа 2017 г.                                                                                                                                                                                    | Участие с пленарным докладом в работе XVIII Всероссийской конференции молодых учёных по |



**Отчет Института динамики систем и теории управления  
имени В.М. Матросова СО РАН за 2017 г.**

|  |  |  |                                                                                         |  |                                                                                                                                    |
|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | профессор,<br>руководитель<br>отделения<br>встроенных<br>интеллектуальных<br>технологий |  | математическому<br>моделированию и<br>информационным<br>технологиям.<br>Обсуждение планов<br>совместных<br>научных<br>исследований |
|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**4. Проведение международных конференций.**

Второй Монголо-Российско-Вьетнамский семинар по численным решениям интегральных и дифференциальных уравнений (the Second Mongolia-Russia-Vietnam Workshop on Numerical Solution of Integral and Differential Equations – NSIDE 2017), 1 – 7 июля 2017 г., остров Ольхон, оз. Байкал.

**5. Членство в международных академиях, работа в международных организациях, полученные награды международных научных организаций.**

***Членство в международных научных организациях:***

- Mathematical Optimization Society (MOS) – д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский.
- Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM) – д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский.
- Mongolian Mathematical Society – д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский.
- The International Physics and Control Society (IPACS) – д.ф.-м.н. В.Д. Иртегов.
- Association for Computing Machinery (ACM) – к.т.н. А.Ю. Юрин.
- Международная Академия навигации и управления движением – д.т.н. Э.И. Дружинин.  
Д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский – почетный профессор Национального университета Монголии.

Д.т.н. А.Ф. Берман – приглашенный профессор Китайского университета геологических наук (факультет промышленной безопасности и защиты окружающей среды).

***Членство в редколлегиях международных научных изданий:***

- Discussiones Mathematicae, Defferential Inclusions, Control and Optimization – чл.-к. РАН А.А. Толстоногов.
- Journal of Nonlinear Analysis and Differential Equations – чл.-к. РАН А.А. Толстоногов.
- Safety and Environmental Engineering – д.т.н. А.Ф. Берман.
- Computer Communication & Collaboration – к.т.н. А.Ю. Юрин.
- Journal of Optimization Theory and Applications (Springer) – д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский.
- Numerical Algebra, Control and Optimization, USA – д.т.н. А.Ю. Горнов.



## **ПЕРЕЧЕНЬ ПУБЛИКАЦИЙ И ПОЛУЧЕННЫХ ПАТЕНТОВ**

### **Диссертации**

1. Авраменко Ю.В. Метод идентификации объектов на основе логических описаний деформируемых моделей: дис. ... кан. тех. наук: 05.13.17: защищена: 24.11.2017. Новосибирск. 2017. 133 с.
2. Михайлов А.А. Методы декомпиляции объектного кода Delphi: дис. ... кан. тех. наук: 05.13.11: защищена 12.12.2017. Иркутск. 2017. 155 с.

### **Статьи в российских журналах**

3. Enkhbat R., Batbileg S., Tungalag N., Anikin A., Gornov A. A Computational Method for Solving N-Person Game // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика. 2017. Vol. 20. P. 109-121 (РИНЦ).
4. Feoktistov A., Sidorov I., Sergeev V., Kostromin R., Bogdanova V. Virtualization of Heterogeneous HPC-clusters Based on OpenStack Platform // Вестник Южно-Уральского гос. ун-та. Сер. Вычислительная математика и информатика. 2017. Vol. 6, № 2. P. 37-48 (РИНЦ).
5. Griбанова I.A., Zaikin O.S., Otpuschennikov I.V., Semenov A.A. Preimage attack on MD4 hash function as a problem of parallel SAT-based cryptanalysis // Вестник Южно-Уральского гос. ун-та. Сер. Вычислительная математика и информатика. 2017. Vol. 6, № 3. P. 16-27 (РИНЦ).
6. Аникин А.С., Гасников А.В., Двуреченский П.Е., Тюрин А.И., Чернов А.В. Двойственные подходы к задачам минимизации сильно выпуклых функционалов простой структуры при аффинных ограничениях // Журнал вычисл. математики и матем. физики. 2017. Т. 57, № 8. С. 1270-1284 (есть перевод).
7. Аргучинцев А.В., Бычков И.В., Батуринов В.А., Дыхта В.А., Шишкин Г.А. Памяти профессора Владимира Иосифовича Гурмана (1934-2016) // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика. 2017. Т. 19. С. 1-5 (РИНЦ).
8. Асламов И.А., Козлов В.В., Кириллин Г.Б., Мизандронцев И.Б., Кучер К.М., Макаров М.М., Гранин Н.Г. Исследование теплового потока и структуры подледного слоя воды на границе со льдом в южном Байкале // Водные ресурсы. 2017. Т. 44, № 3. С. 296-310 (есть перевод).
9. Афанасьев А.П., Бычков И.В., Заикин О.С., Манзюк М.О., Посыпкин М.А., Семенов А.А. Концепция многозадачной грид-системы с гибким распределением свободных вычислительных ресурсов суперкомпьютеров // Изв. РАН. Теория и системы управления. 2017. № 4. С. 133-139 (есть перевод).
10. Батуринов В.А. Приближенный метод решения задач оптимального управления для дискретных систем, основанный на локальной аппроксимации множества достижимости // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика. 2017. Т. 19. С. 75-88 (РИНЦ).
11. Берман А.Ф., Николайчук О.А., Павлов А.И., Юрин А.Ю. Обеспечение надежности и безопасности химических и нефтехимических производств методами искусственного интеллекта. Часть 2 // Прикладная информатика. 2017. Том 12, № 1 (67). С. 26-38 (РИНЦ).
12. Богданова В.Г., Горский С.А. Оценка масштабируемости сервис-ориентированного приложения для решения задач булевой выполнимости // Фундаментальные исследования. 2017. № 12. С. 25-32 (РИНЦ).
13. Богданова В.Г., Горский С.А., Пашинин А.А. Web-сервис синтеза линейной обратной связи для двоичных динамических систем // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2017. № 4 (8). С. 62-70 (РИНЦ).



14. Богданова В.Г., Пашинин А.А. Web-сервис для проведения экспериментов с имитационными моделями систем массового обслуживания // *Фундаментальные исследования*, 2017. № 10, ч. 2. С. 177-182 (РИНЦ).
15. Ботороева М.Н., Булатов М.В. Приложения и методы численного решения одного класса интегро-алгебраических уравнений с переменными пределами интегрирования // *Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика*. 2017. № 20. С. 3–16 (РИНЦ).
16. Будням С., Батбилэг С., Баянжаргал Д., Ружников Г.М., Федоров Р.К. Макроэконометрическое моделирование экономики Монголии // *Бизнес и Инновации*. Улан-Батор. 2017. № 3. С. 32-47.
17. Будням С., Батбилэг С., Баянжаргал Д., Ружников Г.М., Федоров Р.К. Математическая модель производственного потенциала и оценки технологической эффективности регионального производства // *Бизнес и Инновации*. 2017. № 6(08). С. 21-32.
18. Булатов М.В., Чистяков В.Ф. О некоторых результатах исследования вырожденных систем интегро-дифференциальных уравнений в школе Ю.Е. Бояринцева // *Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика*. 2017. № 20. С. 17-31 (РИНЦ).
19. Бычков И.В., Опарин Г.А., Богданова В.Г., Пашинин А.А. Интеллектуализация децентрализованного управления распределенными вычислениями // *Вестник компьютерных и информационных технологий*. 2017. № 10. С. 35-42 (РИНЦ).
20. Бычков И.В., Владимиров Д.Я., Опарин В.Н., Потапов В.П., Шокин Ю.И. Горная информатика и проблема «больших данных» в построении комплексных мониторинговых систем безопасности недропользования // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. 2017. № 1. С. 164 (РИНЦ).
21. Бычков И.В., Максимова И.И., Кузнецова А.Н. Власть и наука. Комментарии к отчету научного совета СО РАН по проблемам озера Байкал // *Вестник Российской академии наук*. 2017. Т. 87, №1. С. 29-39 (РИНЦ).
22. Бычков И.В., Никитин В.М., Максимова И.И. Гидроэнергетические проекты в монгольской части трансграничного бассейна реки Селенга: возможные риски для Российской Федерации // *Регион: экономика и социология*. 2017. № 2(94). С. 269-286 (РИНЦ).
23. Бычков И.В., Москвичев В.В., Потапов В.П., Тасейко О.В., Шокин Ю.И. Информационная система территориального управления рисками развития и безопасностью // *Вестник Российской академии наук*. 2017. № 8. С. 696-705 (РИНЦ).
24. Бычков И.В., Никитин В.М., Абасов Н.В., Бережных Т.В., Максимова И.И., Осипчук Е.Н. Возможные изменения гидрологических характеристик в связи с регулированием стока в бассейне реки Селенги // *География и природные ресурсы*. 2017. № 3. С. 75-86 (РИНЦ).
25. Бычков И.В., Ружников Г.М., Парамонов В.В., Шигаров А.О. Моделирование информационной инфраструктуры цифровой экономики Иркутской области // *Актуальные проблемы науки Прибайкалья*. 2017. С. 55-60.
26. Бычков И.В., Ружников Г.М., Фереферов Е.С., Хмельнов А.Е., Будням С. Технология создания информационных систем на основе декларативных спецификации // *Бизнес и Инновации*. Улан-Батор. № 3. 2017. С. 23-41.
27. Ватутин Э.И., Кочемазов С.Е., Заикин О.С., Манзюк М.О., Титов В.С. Оценка комбинаторных характеристик для пар ортогональных диагональных латинских квадратов // *Многоядерные процессоры, параллельное программирование, ПЛИС, системы обработки сигналов*. 2017. № 7. С. 104-111 (РИНЦ).
28. Горнов А.Ю., Бержинский Ю.А., Финкельштейн Е.А., Зароднюк Т.С., Ордынская А.П. Оценка пластического ресурса каркаса критически важного объекта при воздействии максимального расчетного землетрясения // *Математические методы распознавания образов*. 2017. Т. 18, №1. С. 174-175 (РИНЦ).



29. Горский С.А. Пример разработки пакета распределенных прикладных программ в инструментальном комплексе Orlando // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2017. № 1 (5). С. 112-121 (РИНЦ).
30. Грибанова И.А. Обращение криптографических хеш-функций с использованием несбалансированных приближений раундовых функций // Прикладная дискретная математика. Приложение. 2017. № 10. С. 157-159 (РИНЦ).
31. Дородных Н.О., Николайчук О.А., Юрин А.Ю. Автоматизированное создание продукционных баз знаний на основе деревьев событий // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2017. № 2 (6). С. 30-41 (РИНЦ).
32. Дородных Н.О., Юрин А.Ю. Использование концепт-карт для автоматизированного создания продукционных баз знаний // Программные продукты и системы. 2017. Т. 30, № 4. С. 5-14 (РИНЦ).
33. Дружинин Э.И. Расчет программных управлений, безостановочно исполняемых гиродинами // Докл. Академии наук. 2017. Т. 476, № 1. С. 22-25 (есть перевод).
34. Дружинин Э.И. Построение структурно устойчивых моделей динамики больших космических конструкций по данным летных испытаний // Докл. Академии наук. 2017. Т. 474, № 3. С. 285-288 (есть перевод).
35. Дыхта В.А. Научное творчество В.И. Гурмана // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика. 2017. Т. 19. С. 6-21 (РИНЦ).
36. Дыхта В.А. Позиционный принцип минимума для квазиоптимальных процессов в задачах управления с терминальными ограничениями // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика. 2017. Т. 19. С. 113-128 (РИНЦ).
37. Дядькин Ю.А. Автоматизация моделирования алгоритмов управления заданиями с учетом энергопотребления вычислительных ресурсов // Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2017. № 4. С. 64-68 (РИНЦ).
38. Жарков М.Л., Казаков А.Л., Лемперт А.А. Об определении критических показателей работы транспортно-пересадочного узла на основе многофазной системы массового обслуживания // Вестник УрГУПС. 2017. № 3 (35). С. 40-52 (РИНЦ).
39. Жданов А.А., Гнатовский Р.Ю., Гранин Н.Г., Блинов В.В., Асламов И.А., Козлов В.В. Изменчивость подледных течений в южном Байкале по данным 2012-2016 гг. // Водные ресурсы. 2017. Т. 44, № 3. С. 311-321 (есть перевод).
40. Иртегов В.Д., Титоренко Т.Н. О движениях гиростата на многообразии // Современные технологии, системный анализ, моделирование. 2017. Т. 55, № 3. С. 17-22 (РИНЦ).
41. Казаков А.Л., Лебедев П.Д. Алгоритмы построения наилучших n-сетей в метрических пространствах // Автоматика и телемеханика. 2017. № 7. С. 141-155 (есть перевод).
42. Канель-Белов А.Я., Воронов В.А., Черкашин Д.Д. О хроматическом числе плоскости // Алгебра и анализ. 2017. Т. 29, № 5. С. 68-89.
43. Кармадонов В.Ю., Косов А.А. Подходы к созданию беспилотного автомобиля // Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем. 2017. № 18. С. 22-26 (РИНЦ).
44. Кармадонов В.Ю., Косов А.А. Моделирование транспортного потока на основе виртуальной вычислительной среды // Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем. 2017. № 18. С. 80-87 (РИНЦ).
45. Колесников В.В., Косов А.А. Система поддержки принятия решения на основе обработки экспертных оценок в области ремонта опорного хозяйства ВСЖД // Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем. 2017. № 18. С. 26-33 (РИНЦ).
46. Коршунов С.А., Николайчук О.А., Павлов А.И. Программное средство визуализации трехмерных сцен на основе онтологий // Научная визуализация. 2017. № 2. С. 102-119 (РИНЦ).



47. Косов А.А., Семенов Э.И. О точных многомерных решениях системы уравнений реакции-диффузии со степенными нелинейностями // Сибирский математический журнал. 2017. Т. 58, № 4. С. 796-812 (есть перевод).
48. Косов А.А., Семенов Э.И., Голышева С.П. О первых интегралах и точных решениях одной системы обыкновенных дифференциальных уравнений со степенными нелинейностями // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика. 2017. Т. 20. С. 45-60 (РИНЦ).
49. Костромин Р.О., Феоктистов А.Г. Мультиагентная система управления распределенными вычислениями // Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2017. № 4. С. 18-22 (РИНЦ).
50. Лакеев А.В., Линке Ю.Э., Русанов В.А. К реализации полилинейного регулятора дифференциальной системы второго порядка в гильбертовом пространстве // Дифференциальные уравнения. 2017. Т. 53, № 8. С. 1098-1109 (есть перевод).
51. Малтугуева Н.С., Погодаев Н.И. О существовании решения задачи оптимального управления гибридной системой // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика. 2017. № 19. С. 129-135 (РИНЦ).
52. Михайлов А. А., Хмельнов А. Е. Декомпиляция объектных файлов \*.dcuil // Тр. Института системного программирования РАН. 2017. Т. 29, вып. 6. С. 124-136 (РИНЦ).
53. Николайчук О.А., Берман А.Ф., Павлов А.И. Прогнозирование технического состояния опасных объектов методом имитационного моделирования // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2017. № 2. С. 131-142 (есть перевод).
54. Новиков М.А. О положительных решениях неоднородной системы линейных алгебраических уравнений с положительной правой частью // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. № 3 (55). С. 22-29 (РИНЦ).
55. Огородников Ю.И. Задача параметрической идентификации моделей управляемых динамических систем как проблема моментов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. № 4(56). С. 33-40 (РИНЦ).
56. Опарин Г.А., Богданова В.Г., Пашинин А.А. Сервис-ориентированные средства распределенного решения декомпозируемых вычислительных задач // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2017. № 4 (8). С. 52-61 (РИНЦ).
57. Петренко П.С. Наблюдаемость в классе функций Чебышева систем дифференциально-алгебраических уравнений // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика. 2017. Т. 20, № 4. С. 61-74 (РИНЦ).
58. Самсонык О.Н., Старицын М.В. Импульсные управляемые системы с траекториями ограниченной р-вариации // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика. 2017. Т. 19. С. 164-177 (РИНЦ).
59. Сидоров И.А. Методы и средства автоматизированного обнаружения и устранения отказов гетерогенных вычислительных систем // Программные продукты, системы и алгоритмы. 2017. № 4. С. 1-5 (РИНЦ).
60. Соловарова Л.С. О выборе начальных условий для дифференциально-алгебраических уравнений // Вестник Бурятского гос. ун-та. Сер. Математика, информатика. 2017. Т. 1. С. 18-22 (РИНЦ).
61. Сорокин С.П. Оценки множеств достижимости и достаточное условие оптимальности в задачах управления дискретными динамическими системами // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика. 2017. Т. 19. С. 178-183 (РИНЦ).
62. Столбов А.Б. Программное обеспечение комплексных исследований социо-эколого-экономических систем на основе моделей «Регион»: аналитический обзор // Программные системы: теория и приложения. 2017. Т. 35, № 4. С. 47-83 (РИНЦ).
63. Толстоногов А.А. Существование и релаксация решений дифференциальных включений с неограниченной правой частью в банаховом пространстве // Сибирский математический журнал. 2017. Т. 58, № 4. С. 937-953 (есть перевод).



64. Тятюшкин А.И. Численные методы решения задач оптимального управления с параметрами // Журнал вычисл. математики и матем. физики. 2017. Т. 57, № 10. С. 35-50 (есть перевод).
65. Фёдоров Р. К., Шумилов А. С. Сценарий расчета временной доступности объектов образования // Вестник Бурятского гос. ун-та. 2017. Т. 2. С. 20-32 (РИНЦ).
66. Фёдоров Р. К., Шумилов А. С., Авраменко Ю. В. Обработка векторных данных с помощью спецификаций в соответствии с моделью MapReduce // Вестник Бурятского гос. ун-та. 2017. Т. 2. С. 12-19 (РИНЦ).
67. Фёдоров Р.К., Шумилов А.С. Расчет временной доступности для географических объектов с помощью системы распределенных сервисо-ориентированных вычислений // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2017. Т. 4. С. 94-104 (РИНЦ).
68. Феоктистов А.Г., Башарина О.Ю., Дядькин Ю.А., Фереферов Е.С. Автоматизация распределенного имитационного моделирования систем массового обслуживания // Вестник ИрГТУ. 2017. № 12. С. 105-113 (РИНЦ).
69. Феоктистов А.Г., Башарина О.Ю., Дядькин Ю.А., Фереферов Е.С. Автоматизация распределенного имитационного моделирования систем массового обслуживания // Вестник ИрГТУ. 2017. № 12. С. 105-113 (РИНЦ).
70. Феоктистов А.Г., Корсуков А.С., Башарина О.Ю. Классификация масштабируемых программных комплексов // Вестник ИрГТУ. 2017. № 11. С. 92-103 (РИНЦ).
71. Феоктистов А.Г., Костромин Р.О. Извлечение знаний агентами в системе управления распределенными вычислениями // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2017. № 3(7). С. 136-143 (РИНЦ).
72. Феоктистов А.Г., Сидоров И.А., Горский С.А. Автоматизация разработки и применения распределенных пакетов прикладных программ // Проблемы информатики. 2017. № 4. С. 61-78 (РИНЦ).
73. Феоктистов А.Г., Сидоров И.А., Горский С.А. Инструментальные средства разработки распределенных пакетов программ // Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2017. № 4. С. 32-37 (РИНЦ).
74. Финкельштейн Е.А., Горнов А.Ю. Алгоритм квазиравномерного заполнения множества достижимости нелинейной управляемой системы // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика. 2017. Т. 19. С. 217–223 (РИНЦ).
75. Финогенко И.А. Принцип инвариантности для неавтономных функционально-дифференциальных уравнений с разрывной правой частью // Докл. Академии наук. 2017. Т. 477, № 5. С. 529-535 (есть перевод).
76. Финогенко И.А., Дьякович М.П. Метод анализа иерархий и построение интегральных показателей сложных систем // Вестник Тамбовского ун-та. Сер. Естественные и технические науки. 2017. № 6-1. С. 1335-1340 (РИНЦ).
77. Чайкин С.В. Одноосные равновесные ориентации на притягивающий центр симметричного сплюснутого орбитального гиростата с упругим стержнем // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. № 1(53). С. 13-19 (РИНЦ).
78. Чайкин С.В. Одноосные равновесные ориентации на притягивающий центр симметричного вытянутого орбитального гиростата с упругим стержнем // Сибирский журнал индустриальной математики. 2017. № 3. С. 93-100 (есть перевод).
79. Черкашин Е.А., Орлова И.В. Инструментарий создания цифровых архивов документов на основе связанных данных // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. № 4(56). С. 100-107 (РИНЦ).
80. Чистяков В.Ф., Чистякова Е.В. Линейные дифференциально-алгебраические уравнения с возмущениями в виде интегральных операторов Вольтерры // Дифференциальные уравнения. 2017. Т. 53, № 10. С. 1309-1320 (есть перевод).



81. Шевченко Б.С., Черкашин Е.А. Математическое обеспечение рекомендательных информационных систем и его реализации // Молодежный вестник ИРГТУ. 2017. № 2(26). С. 32 (РИНЦ).
82. Шумилов А.С., Авраменко Ю.В. Спецификация распараллеливания обработки векторных данных в модели MapReduce // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2017. Т. 4. С. 85-93 (РИНЦ).
83. Щеглова А.А., Кононов А.Д. Робастная устойчивость дифференциально-алгебраических уравнений произвольного индекса неразрешенности // Автоматика и телемеханика. 2017. № 5. С. 36-55 (есть перевод).

#### **Статьи в зарубежных и переводных журналах**

84. Afanasiev, A. P.; Bychkov, I. V.; Zaikin, O. S. et al. Concept of a multitask grid system with a flexible allocation of idle computational resources of supercomputers // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2017. Vol. 56, № 4. P. 701-707 (WoS).
85. Aiki Toyohiko, Timoshin S.A. Existence and uniqueness for a concrete carbonation process with hysteresis // Journal of Mathematical Analysis and Applications. 2017. Vol. 449, № 2. P. 1502-1519 (WoS).
86. Andrianov A.N.; Anikin, A.S., Bychkov I.V., Gornov A.Y. Numerical solution of huge-scale quasiseparable optimization problems // Lobachevskii Journal of Mathematics. Vol. 38, № 5. P. 870-873 (WoS).
87. Anikin, A.S., Gasnikov, A.V., Dvurechensky, P.E. et al. Dual approaches to the minimization of strongly convex functionals with a simple structure under affine constraints // Computational Mathematics and Mathematical Physics. 2017. Vol. 57. P. 1262-1276 (WoS).
88. Aslamov I.A., Kozlov V.V., Kirillin G.B. et al. A study of heat transport at the ice base and structure of the under-ice water layer in Southern Baikal // Water Resources. 2017. Vol. 44, № 3. P. 428-441 (WoS).
89. Avella P., Boccia M., Mannino C., Vasilyev I. Time-indexed formulations for the runway scheduling problem // Transportation Science. 2017. Vol. 51, № 4. P. 1196-1209 (WoS).
90. Balandin A.L. The least square inversion method for the exterior ray transform of 3D scalar and vector fields // Mathematical Methods in the Applied Sciences. 2017. V. 40. P. 7062-7076 (WoS).
91. Balandin A.L. The spherical tensor approach to 3D tensor field tomography // Inverse Problems in Science and Engineering. Vol. 25, № 5. P. 771-783 (WoS).
92. Banshchikov A.V. On the Asymptotic Stability of a Satellite with a Gravitational Stabilizer // Lecture Notes in Computer Science. 2017. 10490. P. 16-26 (WoS).
93. Batbileg S., Tungalag N., Anikin A., Gornov A., Finkelstein E. A global optimization algorithm for solving a four-person game // Optimization Letters. 2017. P. 1-10 (WoS).
94. Bulavintsev V., Petrov P., Posypkin M., Zaikin O. A GPU-enabled black-box optimization in application to dispersion-based geoacoustic inversion // CEUR Workshop Proc. 2017. 1987. P. 95-100 (WoS).
95. Bulavintsev V., Semenov A., Zaikin O. Implementation of a brute force attack on the A5/1 keystream generator in a GPU-based volunteer computing project // CEUR Workshop Proc. 2017. 1973. P. 94-101 (WoS).
96. Bychkov I., Davydov A., Kenzin M., Maksimkin N., Nagul N., Ulyanov S. Intelligent control of autonomous underwater vehicles groups // 3rd IEEE International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR). 2017. P. 180-183 (WoS).
97. Bychkov I., Davydov A., Kenzin M., Maksimkin N., Nagul N., Ulyanov S. Hierarchical control of multi-AUV systems // Industry 4.0. Year II. 2017. Is. 2. P. 60-63.



98. Bychkov I., Feoktistov A., Sidorov I., Kostromin R. Job flow management for virtualized resources of heterogeneous distributed computing environment // *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 201. P. 534-542 (WoS).
99. Bychkov I., Gachenko A., Rugnikov G., Hmelnov A. 3-D modeling of Angara river bed // *CEUR Workshop Proc.* 2017. 1839. P. 26-32 (WoS).
100. Bychkov I., Oparin G., Feoktistov A., Bogdanova V., Sidorov I. The service-oriented multiagent approach to high-performance scientific computing // *Lecture Notes in Computer Science*. 2017. 10187. P. 261-268 (Scopus).
101. Bychkov I., Oparin G., Tchernykh A., Feoktistov A., Bogdanova V., Gorsky S. Conceptual Model of Problem-Oriented Heterogeneous Distributed Computing Environment with Multi-Agent Management // *Procedia Computer Science*. 2017. V. 103. P. 162-167 (WoS).
102. Bychkov I., Oparin G., Tchernykh A., Feoktistov A., Bogdanova V., Dyadkin Y., Andrukhova V., Basharina O. Simulation modeling in heterogeneous distributed computing environments to support decisions making in warehouse logistics // *Procedia Engineering*. 2017. V. 201. P. 524-533 (WoS).
103. Bychkov I.V., Oparin G.A., Bogdanova V.G., Pashinin A.A., Gorsky S.A. Automation development framework of scalable scientific web applications based on subject domain knowledge // *Lecture Notes in Computer Science*. 2017. 10421. P. 278-288 (Scopus).
104. Bychkov I.V., Ruzhnikov G.M., Paramonov V., Shumilov A.S., Fedorov R.K., Sanjaa B. Infrastructural approach to spatial data processing in applications to territorial development management // *CEUR Workshop Proc.* 2017. 2033. P. 7-9 (Scopus).
105. Carita Graca, Goncharov Vladimir V., Smirnov Georgi V. Vector Variational Problem with Knitting Boundary Conditions // *Quarterly of Applied Mathematics*. 2017. Vol. 75, № 2. P. 249-265 (WoS).
106. Chaikin S.V. Single-axis equilibrium orientations to the attracting center of a symmetrical prolate orbital gyrost with an elastic rod // *Journal of Applied and Industrial Mathematics*. 2017. V. 11(3). P. 325-333 (Scopus).
107. Chistyakov V.F., Chistyakova E.V. Calculation of index and singular points of linear differential-algebraic equations of higher order // *Nonlinear Oscillations*. 2017. Vol. 20, № 2. P. 274-288 (Scopus).
108. Chistyakov V.F., Chistyakova E.V. Linear Differential-Algebraic Equations Perturbed by Volterra Integral Operators // *Differential Equations*. Vol. 53, № 10. P. 1274-1287 (WoS).
109. Chistyakov V.F., Chistyakova E.V. On the concept of index for partial differential algebraic equations arising in modelling of processes in power plants // *Bulletin of the South Ural State University. Series Mathematical Modelling Programming & Computer Software*. 2017. Vol. 10, № 2. P. 5-23 (WoS).
110. Cortes-Mendoza J.M., Tchernykh A., Feoktistov A., Bychkov I., Bouvry P., Didelot L. Load-Aware Strategies for Cloud-based VoIP Optimization with VM Startup Prediction // *IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing*. 2017. P. 472-481 (WoS).
111. Diakovich M.P., Finogenko I.A. Methods of analysis of hierarchies and enclosed linear convolutionns in problem of constraction of integrated parameters of the health-related quality of life // *ACSR-Advances in Computer Science Research*. Vol. 72. P. 382-384 (WoS).
112. Dorokhov A.E., Radzhabov A.E., Zhevlakov A.S. Light-by-light hadronic corrections to the muon g-2 Problem within the nonlocal chiral quark model // *Russian Physics Journal*. 2017. Vol. 59, № 11. P. 1842-1845 (WoS).
113. Druzhinin, E. I. Computation of program controls performed nonstop by gyrodynes // *Doklady Mathematics*. Vol. 96, № 2. P. 528-530 (WoS).
114. Druzhinin, E. I. Flight-Test-Based Construction of Structurally Stable Models for the Dynamics of Large Space Structures // *Doklady Mathematics*. Vol. 95, № 3. P. 295-298 (WoS).



115. Dubinin A., Radzhabov A., Blaschke D., Wergieluk A. // Mott dissociation of pions and kaons in hot, dense quark matter // *Physical Review D*. 2017. Vol. 96, № 9. P. 094008 (WoS).
116. Edelev A.V., Sidorov I.A. Combinatorial Modeling Approach to Find Rational Ways of Energy Development with Regard to Energy Security Requirements // *Lecture Notes in Computer Science*. 2017. 10187. P. 317-324 (WoS).
117. Enkhbat R., Batbileg S., Anikin A., Tungalag N., Gornov A. A Note on Solving 5-Person Game // *The Electronic International Journal Advanced Modeling and Optimization*. 2017. Vol. 19, № 2. P. 227-232.
118. Enkhbat R., Finkelstein E.A., Anikin A.S., Gornov A.Yu. Global optimization reduction of generalized malfatti's problem // *Numerical Algebra, Control and Optimization*. 2017. Vol. 7, № 2. P. 211-221 (WoS).
119. Fedorov R.K., Shumilov A.S., Ruzhnikov G.M. Geoportal cloud // *CEUR Workshop Proc*. 2017. 2033. P. 305-308 (Scopus).
120. Finogenko I.A. Invariance Principle for Nonautonomous Functional-Differential Equations with Discontinuous Right-Hand Sides // *Doklady Mathematics*. Vol. 96, № 3. P. 612-615 (WoS).
121. Gachenko A.S., Hmelnov A.E., Abasov N.V., Osipchuk E.N. Technology of flood water zones modeling in downstream pool of hydroelectric power station at strong flow through its water abstraction points // *CEUR Workshop Proc*. 2017. 2033. P. 252-256 (Scopus).
122. Goncharov V., Ivanov G.E. Strong and Weak Convexity of Closed Sets in a Hilbert Space // *Operations Research, Engineering, and Cyber Security: Trends in Applied Mathematics and Technology. Springer Optimization and Its Applications*. Vol. 113. P. 259-297 (WoS).
123. Goncharova E., Samsonyuk O., Staritsyn M. Dynamical systems with states of bounded p-variation: A new trend in impulsive control // *Cybernetics and Physics*. 2017. Vol. 6 (4). P. 208-214 (Scopus).
124. Goncharova E.V., Staritsyn M.V. Approximation and relaxation of mechanical systems with discontinuous velocities // *Cybernetics and Physics*. 2017. Vol. 6 (4). P. 215-221 (Scopus).
125. Gribova I., Zaikin O., Kochemazov S., Otpuschennikov I., Semenov A. The study of inversion problems of cryptographic hash functions from md family using algorithms for solving boolean satisfiability problem // *CEUR Workshop Proc*. 2017. 1839. P. 98-113 (Scopus).
126. Gruzdeva T., Strekalovsky A. A D.C. programming approach to fractional problems // *Lecture Notes in Computer Science*. 2017. 10556. P. 331-337 (WoS).
127. Gruzdeva T.V., Strekalovsky A.S. On a solution of fractional programs via D.C. optimization theory // *CEUR Workshop Proc*. 2017. 1987. P. 246-252 (Scopus).
128. Ignatiev A., Morgado A., Marques-Silva J. On Tackling the Limits of Resolution in SAT Solving // *Lecture Notes in Computer Science*. 2017. 10491. P. 164-183 (Scopus).
129. Irtegov V., Burlakova L. Algorithms for the investigation of nonlinear systems with first integrals // *Cybernetics and Physics*. 2017. Vol. 6, № 4. P. 222-230 (Scopus).
130. Irtegov V., Titorenko T. On Stationary Motions of the Generalized Kowalewski Gyrostat and Their Stability // *Lecture Notes in Computer Science*. 2017. 10490. P. 210-224 (Scopus).
131. Kaloshin A.E., Lomov V.P. On the polarization of fermion in an intermediate state // *International Journal of Modern Physics A*. 2017. Vol. 32, № 17. P. 1750096(18) (WoS).
132. Kazakov A., Lempert A., Lebedev P. Congruent circles packing and covering problems for multi-connected domains with non-euclidean metric, and their applications to logistics // *CEUR Workshop Proc*. 2017. 1839. P. 334-343 (WoS).
133. Kazakov A., Lempert A., Orlov S., Orlov S. Some exact solutions of a heat wave type of a nonlinear heat equation // *CEUR Workshop Proc*. 2017. 1839. P. 344-356 (Scopus).
134. Kazakov A.L., Lebedev P.D. Algorithms for constructing optimal n-networks in metric spaces // *Automation and Remote Control*. 2017. Vol. 78, is. 7. P. 1290-1301 (WoS).



135. Kazakov A.L., Lempert A.A., Kuznetsov P.A. On the analytic solvability of a special boundary value problem for the nonlinear heat equation // AIP Conference Proc. 2017. Vol. 1915. P. 020003 (WoS).
136. Kazakov A.L., Lempert A.A., Le Q.M. An algorithm for packing circles of two types in a fixed size container with non-euclidean metric // CEUR Workshop Proc. 2017. 1975. P. 281-292 (Scopus).
137. Kazakov A.L., Lempert A.A., Nguyen H.L. The problem of the optimal packing of the equal circles for special non-euclidean metric // Communications in Computer and Information Science. 2017. Vol. 661. P. 58-68 (WoS).
138. Kazakov A.L., Lempert A.A., Orlov, S.S., Orlov, S.S. On exact solutions of a heat-wave type with logarithmic front for the porous medium equation // Journal of Physics: Conference Series. 2017. V. 894 (1). P. 012038 (1-6) (Scopus).
139. Kazakov A.L., Spevak L.F., Nefedova O.A. Simultaneous Application of the Boundary Element Method and the Power Series Method for Solving a Two-dimensional Problem of Heat Wave Motion // Diagnostics, Resource and Mechanics of Materials and Structures. 2017. Vol. 6. P. 6-15 (ПИИЦ).
140. Kochemazov S. Bridging network static properties and activation dynamics // Procedia in computer science. 2017. Vol. 119. P. 157-165 (WoS).
141. Kochemazov S., Zaikin O., Semenov A. The comparison of different sat encodings for the problem of search for systems of orthogonal Latin squares // CEUR Workshop Proc. 2017. Vol. 1839. P. 155-165 (Scopus).
142. Korshunov S.A., Nikolaychuk O.A., Pavlov A.I. Visualizaton software based on webgl // Scientific Visualization. 2017. Vol. 9 (2). P. 102-119 (Scopus).
143. Kosov A.A., Semenov E.I. Multidimensional exact solutions to the reaction-diffusion system with power-law nonlinear terms // Siberian Mathematical Journal. 2017. Vol. 58, № 4. P. 619-632 (WoS).
144. Lakeev A.V., Linke Yu.É., Rusanov V.A. Realization of a polylinear controller as a second-order differential system in a Hilbert space // Differential Equations. 2017. Vol. 53, № 8. P. 1070-1081 (WoS).
145. Lebedev P.D., Lempert A.A. Iterative algorithms for optimal packing construction in inhomogeneous metrics // CEUR Workshop Proc. 2017. 1894. P. 98-108 (Scopus).
146. Markov Yu.A., Markova M.A., Bondarenko A.I. Fourth-order wave equation in Bhabha-Madhavarao spin 3/2 theory // International Journal of Modern Physics A. 2017. Vol. 32, № 25. P. 1750144 (WoS).
147. Markov Yu.A., Markova M.A., Bondarenko A.I. Higher-order wave equation within the Duffin-Kemmer-Petiau formalism // Russian Physics Journal. 2017. Vol. 59, № 11. P. 1948-1955 (WoS).
148. Marques-Silva J., Ignatiev A., Morgado A. Horn Maximum Satisfiability: Reductions, Algorithms & Applications // Lecture Notes in Computer Science. 2017. 10423. P. 681-694 (Scopus).
149. Mihailov A., Shigarov A. Rule-based spreadsheet data transformation from arbitrary to relational tables // Information Systems. 2017. Vol. 71. P. 123-136 (WoS).
150. Nagul N., Bychkov I. On the problem of discrete-event systems properties preservation // AIP Conference Proc. 2017. 1798(1). P. 020107-1 - 020107-10 (WoS).
151. Nikolaychuk O.A., Berman A.F., Pavlov A.I. Predicting the Technical State of Hazardous Objects via Simulation Modeling // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2017. Vol. 46, № 2. P. 209-218 (WoS).
152. Oparin G., Feoktistov A., Bogdanova V., Sidorov I. Automation of Multi-Agent Control for Complex Dynamic Systems in Heterogeneous Computational Network // AIP Conference Proc. 2017. Vol. 1798, is. 1. P. 020117-1-020117-10 (WoS).



- 153.Orlov A. A nonconvex optimization approach to quadratic bilevel problems // Lecture Notes in Computer Science. 2017. 10556. P. 222-234 (Scopus).
- 154.Orlov A.V. On numerical solution of specially constructed quadratic bilevel test problems // CEUR Workshop Proc. 2017. 1987. P. 436-442 (Scopus).
- 155.Pena D., Tchernykh A., Nesmachnow S., Massobrio R., Feoktistov A., Bychkov I. Multiobjective Vehicle-type Scheduling in Urban Public Transport // IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing Workshops International Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops. 2017. P. 482-491 (WoS).
- 156.Petrenko P.S. Differential controllability of linear systems of differential-algebraic equations // Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics. 2017. № 10 (3). P. 320-329 (WoS).
- 157.Pogodaev N. Numerical algorithm for optimal control of continuity equations // CEUR Workshop Proc. 2017. 1987. P. 467-474 (Scopus).
- 158.Rusanov A.V., Agafonov S.V., Daneev R.A. About constructing a nonlinear model for optimization of physics-mechanical parameters for the mode of hardening complex metal coatings // International Journal of Advancement in Engineering Technology, Management and Applied Science. 2017. Vol. 4, № 1. P. 100–108 (Scopus).
- 159.Rusanov V.A., Banshchikov A.V., Daneev A.V., Vetrov A.A., Voronov V.A. A posteriori simulation of dynamic model of the elastic element of satellite-gyrostatt // Far East Journal of Mathematical Sciences. 2017. Vol. 101 (9). P. 2079-2094 (Scopus).
- 160.Rusanov V.A., Daneev A.V., Linke Yu.É. To the geometrical theory of the differential realization of dynamic processes in a Hilbert space // Cybernetics and Systems Analysis. 2017. Vol. 53, № 4. P. 554-564 (WoS).
- 161.Samsonyuk O.N. Optimality conditions for optimal impulsive control problems with multipoint state constraints // CEUR Workshop Proc. 2017. 1987. P. 497-503 (Scopus).
- 162.Shamirzaev T. S., J. Rautert, D.R. Yakovlev. J. Debus, A.Yu. Gornov, M.M. Glazov, E. L. Ivchenko, Bayer M. Spin dynamics and magnetic field induced polarization of excitons in ultrathin GaAs/AlAs quantum wells with indirect band gap and type-II band alignment // Physical Review B. 2017. Vol. 96, № 3. 035302 (WoS).
- 163.Shcheglova A.A. Existence of a Solution to a System of Partial Differential Algebraic Equations of Arbitrary Index // Journal of Mathematical Sciences (United States). 2017. Vol. 224, № 5. P. 796-814 (Scopus).
- 164.Shcheglova A.A., Kononov A.D. Robust stability of differential-algebraic equations with an arbitrary unsolvability index // Automation and Remote Control. Vol. 78, № 5. P. 798-814 (WoS).
- 165.Somov Ye.I., Oparin G. Methods and Software for Computer-Aided Design of the Spacecraft Guidance, Navigation and Control Systems // AIP Conference Proc. 2017. Vol. 1798, is. 1. P. 020118-1-020118-9 (WoS).
- 166.Sorokin S., Staritsyn M. Feedback Necessary Optimality Conditions for a Class of Terminally Constrained State-Linear Variational Problems Inspired by Impulsive Control // Numerical Algebra, Control and Optimization. 2017. Vol. 7, № 2. P. 201-210 (WoS).
- 167.Sorokin S.P., Staritsyn M.V. Necessary optimality condition with feedback controls for nonsmooth optimal impulsive control problems // CEUR Workshop Proc. 2017. Vol. 1987. P. 531-538 (Scopus).
- 168.Spevak L.F., Kazakov A.L. Solving a degenerate nonlinear parabolic equation with a specified source function by the boundary element method // AIP Conference Proc. 2017. Vol. 1915. P. 040054 (WoS).
- 169.Strekalovsky A.S. Global optimality conditions and exact penalization // Optimization Letters. 2017. P. 1-19 (WoS).
- 170.Strekalovsky A.S. Global optimality conditions for optimization problem with D.C. inequality and equality constraints // CEUR Workshop Proc. 2017. 1987. P. 539-546 (Scopus).



171. Strekalovsky A.S. Global Optimality Conditions in Nonconvex Optimization // Journal Optimization Theory and Applications. 2017. Vol. 173, № 3. P. 770-792 (WoS).
172. Svinin A.K. Conjectures Involving a Generalization of the Sums of Powers of Integers // Experimental Mathematics. 2017. P. 1-7 (Scopus).
173. Timoshin S.A. Existence and relaxation for subdifferential inclusions with unbounded perturbation // Mathematical Programming. 2017. Vol. 166, № 1-2. P. 65-85 (WoS).
174. Tolstonogov A.A. Existence and relaxation of solutions for a subdifferential inclusion with unbounded perturbation // Journal of Mathematical Analysis and Applications. 2017. Vol. 447. P. 269-288 (WoS).
175. Tolstonogov A.A. Existence and relaxation of solutions to differential inclusions with unbounded right-hand side in a Banach space // Siberian Mathematical Journal. Vol. 58, № 4. P. 727-742 (WoS).
176. Tolstonogov A.A. Polyhedral sweeping processes with unbounded nonconvex-valued perturbation // Journal of Differential Equations. 2017. № 263. P. 7965-7983 (WoS).
177. Tyatyushkin A. I. Numerical Optimization Methods for Controlled Systems with Parameters // Computational Mathematics and Mathematical Physics. 2017. Vol. 57, № 10. P. 1592-1606 (WoS).
178. Tyatyushkin Alexander, Zarodnyuk Tatiana. Numerical Method for Solving Optimal Control Problems with Phase Constraints // Numerical Algebra, Control and Optimization. 2017. Vol. 7, № 4. P. 481-492 (Scopus).
179. Vasilyev I., Ushakov A. A Shared Memory Parallel Heuristic Algorithm for the Large-Scale p-Median Problem // Springer Proc. in Mathematics and Statistics. 2017. Vol. 217. P. 295-302 (Scopus).
180. Vassilyev S., Ulyanov S., Maksimkin N. A VLF-based technique in applications to digital control of nonlinear hybrid multirate systems // AIP Conference Proc. 2017. 1798(1). P. 020170-1 - 020170-10 (WoS).
181. Vatutin E., Kochemazov S., Zaikin O. On some features of symmetric diagonal latin squares // CEUR Workshop Proc. 2017. 1940. P. 74-79 (Scopus).
182. Vatutin E., Kochemazov S., Zaikin O., Valyaev S. Enumerating the transversals for diagonal Latin squares of small order // CEUR Workshop Proc. 2017. 1973. P. 6-14 (Scopus).
183. Vatutin E.I., Kochemazov S.E., Zaikin O.S. Applying Volunteer and Parallel Computing for Enumerating Diagonal Latin Squares of Order 9 // Communications in Computer and Information Science. 2017. Vol. 753. P. 114-129 (Scopus).
184. Vatutin E., Zaikin O., Kochemazov S. Using Volunteer Computing to Study Some Features of Diagonal Latin Squares // Open Engineering. 2017. Vol. 7, № 1. P. 453-460 (WoS).
185. Zaikin O. A parallel SAT solving algorithm based on improved handling of conflict clauses // Procedia Computer Science. 2017. Vol. 119. P. 103-111 (WoS).
186. Zaikin O., Kochemazov S. An Improved SAT-Based Guess-and-Determine Attack on the Alternating Step Generator // Lecture Notes in Computer Science. 2017. 10599. P. 21-38 (Scopus).
187. Zaikin O., Manzyuk M., Kochemazov S., Bychkov I., Semenov A. A volunteer-computing-based grid architecture incorporating idle resources of computational clusters // Lecture Notes in Computer Science. 2017. 10187. P. 769-776 (WoS).
188. Zaikin O., Petrov P. Application of iterative hill climbing to the sound speed profile inversion in underwater acoustics // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. Vol. 173. P. 1-8 (WoS).
189. Zaikin O., Petrov P., Posypkin M., Bulavintsev V., Kurochkin I. A Volunteer Computing Project for Solving Geoacoustic Inversion Problems // Open Engineering. 2017. Vol. 7, № 1. P. 363-370 (WoS).



190. Zaikin O., Petrov P., Posypkin M., Bulavintsev V., Kurochkin I. Using volunteer computing for sound speed profile estimation in underwater acoustics\* // CEUR Workshop Proc. 2017. 1973. P. 43-48 (Scopus).
191. Zarodnyuk T.S., Gornov A.Yu., Anikin A.S., Finkelstein E.A. Computational technique for investigating boundary value problems for functional-differential equations of pointwise type // CEUR Workshop Proc. 2017. 1987. P. 578-583 (Scopus).
192. Zhang B., Radzhabov A., Kochelev N., Zhang P. Pauli form factor of quark and nontrivial topological structure of the QCD // Physical Review D. 2017. Vol. 96, № 5. P. 054030 (WoS).
193. Zhdanov A.A., Gnatovskii R.Yu., Granin N.G. et al. Variations of under-ice currents in Southern Baikal by data of 2012-2016 // Water Resources. 2017. Vol. 44, № 3. P. 442-452 (WoS).
194. Будням С., Парамонов В.В., Ружников Г.М. Фонетическое сравнение строк с учетом особенностей монгольского языка // Эрдмийн Сургуулийн эрдмийн бичиг. 2017. № 1. С. 40-47.

### **Публикации в материалах конференций**

195. Aleksandrov A., Kosov A. Stability analysis of hybrid mechanical systems with switched nonlinear nonhomogeneous positional forces // Constructive Nonsmooth Analysis and Related Topics (Dedicated to the Memory of V.F. Dem'yanov), CNSA 2017. P. 4-7 (WoS).
196. Bulatov M.V. Integral algebraic equations: qualitative theory and numerical methods // Proc. of the Workshop on Integral Equations and Matrix Theory: Symbolic-Numeric Treatments (WIEMT2017), Tehran, Iran, 2017. P. 3.
197. Bulatov M.V. Issues in numerical solution of integral algebraic equations // Proc. of the Second Mongolia-Russia-Vietnam Workshop on Numerical Solution of Integral and Differential Equations (NSIDE 2017), Olkhon Island, Lake Baikal, 2017. P. 18 (РИИЦ).
198. Burlakova L., Irtegov V. The Study of Nonlinear Differential Systems // Proc. of the 8th Intern. Conf. on Physics and Control (PhysCon2017), Italy, Florence, 2017.
199. Bychkov I., Oparin G., Tchernykh A., Feoktistov A., Bogdanova V., Dyadkin Yu., Andrukhova V., Basharina O. Toolkit for Simulation Modeling of Logistics Warehouse in Distributed Computing Environment // Сб. тр. III Междунар. конф. и молодежной шк. «Информационные технологии и нанотехнологии». Самара: Изд-во Самарского гос. аэрокосмического ун-та, 2017. С. 1106-1111 (РИИЦ).
200. Cherkashin E.A., Shigarov A., Mikhailov I., Orlova I. Authoring and Publishing Text Documents by means of Linked Open Data Technologies // Proc. of Intern. Conf. on Applied Internet and Information Technologies (ICAIIIT-2017). Zrenjanin, Serbia, 2017. P. 98-109.
201. Cherkashin E.A., Shigarov A., Morozov A., Pascal K., Malkov F. An Environment for Metagenomic Analysis // Procs. of Intern. Conf. on Applied Internet and Information Technologies (ICAIIIT) 2017. Zrenjanin, Serbia, 2017. P. 110-117.
202. Chistyakov V. F., Chistyakova E.V. Qualitative and numerical properties of integral algebraic equations // Proc. of the Second Mongolia-Russia-Vietnam Workshop on Numerical Solution of Integral and Differential Equations (NSIDE 2017), Olkhon Island, Lake Baikal, 2017. P.22 (РИИЦ).
203. Chistyakov V.F., Chistyakova E.V. On Some Properties of Higher Order Differential Algebraic Equations Perturbed by the Fredholm Operator // Proc. of Intern. Conf. on Mathematical Modelling in Applied Sciences, ICMMAS'17. Saint Petersburg, 2017. P.171.
204. Chistyakova E.V. Transient analysis of power plants equipment by means of differential algebraic equations // Proc. of the Workshop on Integral Equations and Matrix Theory: Symbolic-Numeric Treatments (WIEMT2017). Tehran, Iran, 2017. P. 5.
205. Davydov A., Larionov A., Nagul N. The formal description of discrete-event systems using positively constructed formulas // 40th International Convention on Information and



- Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2017. P. 1161-1165 (WoS).
206. Diep N.K., Chistyakov V.F. Approaches to determining index of partial differential-algebraic equations // Proc. of the Second Mongolia-Russia-Vietnam Workshop on Numerical Solution of Integral and Differential Equations (NSIDE 2017), Olkhon Island, Lake Baikal, 2017. P.24 (РИНЦ).
207. Dorodnykh N.O., Yurin A.Yu., Stolbov A.B. Ontology Driven Development of Rule-Based Expert Systems // Proc. 2nd Russian-Pacific Conf. on Computer Technology and Applications (RPC 2017), Vladivostok, 2017.
208. Edelev A., Zorkaltsev V., Gorsky S., Binh Văn Đoàn, Nam Hoài Nguyễn. The Combinatorial Modelling Approach to Study Sustainable Energy Development of Vietnam // Proc. of the Intern. Conf. «Third Russian Supercomputing Days» (RuSCDays 2017). Moscow, 2017. Vol. 793. P. 207-218 (Scopus).
209. Fedorov R., Voskoboinikov M.L. Method of Collecting, Processing and Storing Geolocational Data Received From Mobile Devices // Proc. of Intern. Conf. on Applied Internet and Information Technologies (ICAIIIT-2017). Zrenjanin, Serbia, 2017. P. 45-52.
210. Feoktistov A., Tchernykh A., Gorsky S., Kostromin R. Knowledge elicitation in multi-agent system for distributed computing management // 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2017. P. 1138-1143 (WoS).
211. Feoktistov A., Sidorov I., Sergeev V., Kostromin R., Bogdanova V. Integration of Heterogeneous HPC-clusters Using OpenStack Platform // Параллельные вычислительные технологии (ПАВТ'2017): Короткие статьи и описания плакатов XI Междунар. конф. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. С. 90-99 (РИНЦ).
212. Feoktistov A.G., Sidorov I.A., Gorsky S.A. Toolkits for Distributed Development of Applied Software Packages Based on Modular Programming // Тр. конф. «Марчуковские научные чтения». Новосибирск, 2017. С. 125-126 (РИНЦ).
213. Goncharova E., Samsonyuk O., Staritsyn M. Impulsive control systems with trajectories of bounded p-variation // 8th International Conference on Physics and Control. Florence, Italy, 2017. P. 44.
214. Goncharova E., Staritsyn M. Nonsmooth mechanical systems with impactively blockable degrees of freedom and active holonomic constraints // Constructive Nonsmooth Analysis and Related Topics (Dedicated to the Memory of V.F. Demyanov), CNSA 2017. P. 118-121 (WoS).
215. Goncharova E., Staritsyn M. Relaxation and optimization of impulsive hybrid systems: Inspired by impact mechanics // ICINCO 2017 – Proc. of the 14th Intern. Conf. on Informatics in Control, Automation and Robotics. 2017. Vol. 1. P. 474-485 (Scopus).
216. Goncharova E., Staritsyn M., Approximation and relaxation of mechanical systems with discontinuous velocities // 8th International Conference on Physics and Control. Florence, Italy, July 17-19, 2017. P. 42.
217. Gribanova I., Zaikin O., Otpuschennikov I., Semenov A. Using parallel SAT solving algorithms to study the inversion of MD4 hash function // Параллельные вычислительные технологии (ПАВТ'2017): Короткие статьи и описания плакатов XI Междунар. конф. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. С. 100-109.
218. Gruzdeva T.V., Strekalovsky A.S. Global optimization for sum-of-ratios problem using d.c. programming // Proc. of the 14th Intern. Symposium on Operational Research (SOR'17). Slovenia, Bled, 2017. Slovenian Society INFORMATIKA. P. 493-498 (Scopus).
219. Ignatiev A., Morgado A., Marques-Silva J. Cardinality encodings for graph optimization problems // Proc. of 26th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2017). 2017. P. 652-658 (Scopus).



- 220.Kenzin M.Y., Bychkov I.V., Maksimkin N.N. An evolutionary approach to route the heterogeneous groups of underwater robots // 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2017. P. 1116-1119 (WoS).
- 221.Kochemazov S., Zaikin O., Semenov A. Improving the effectiveness of SAT approach in application to analysis of several discrete models of collective behavior // 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2017. P. 1172-1177 (WoS).
- 222.Kochemazov S., Zaikin O., Semenov A. Runtime estimation for enumerating all mutually orthogonal diagonal Latin squares of order 10 // 40th International Convention on Information and communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2017. P. 1166-1171 (WoS).
- 223.Kosov A. On the control problem of a switched mechanical system // Constructive Nonsmooth Analysis and Related Topics (Dedicated to the Memory of V.F. Demyanov), CNSA 2017. P. 167-169 (WoS).
- 224.Nagul N. On the properties of discrete-event systems with observable states // 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO-2017. 2017. P. 1155-1160 (WoS).
- 225.Nikolaychuk O.A., Pavlov A.I., Stolbov A.B. Web-oriented software system for agent-based modeling driven by declarative specification of implementation process // Proc. 2nd Russian-Pacific Conf. on Computer Technology and Applications (RPC-2017). Владивосток, 2017.
- 226.Oparin G.A., Bogdanova V.G., Gorsky S.A., Pashinin A.A. Service-oriented application for parallel solving the Parametric Synthesis Feedback problem of controlled dynamic systems // 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO-2017. 2017. P. 353-358 (WoS).
- 227.Orlov A.V. Finding the Nash equilibria in randomly generated hexamatrix games // Proc. of the 14th International Symposium on Operational Research (SOR'17). Bled, Slovenia, 2017. Slovenian Society INFORMATIKA. P. 507-512 (Scopus).
- 228.Petrenko P.S. To the question of robust controllability of differential-algebraic equations // Proc. of the 8th Intern. Conf. on Differential and Functional Differential Equations. Moscow, Russia, 2017. P. 138-139.
- 229.Radzhabov A.E. Mott dissociation of pions and kaons in quark matter // Proc. conf. «Topological Aspects in Physics» (Topology 2017). Lanzhou, China, 2017.
- 230.Radzhabov A.E. Mott dissociation of pions and kaons in quark matter // Proc. the 12th workshop on QCD phase transition and relativistic heavy ion transition. Xian, China, 2017.
- 231.Samsonyuk O., Staritsyn M. Generalized solutions of bounded p-variation of nonlinear control systems and nonsmooth optimal impulsive control problems // Constructive Nonsmooth Analysis and Related Topics (Dedicated to the Memory of V.F. Demyanov), CNSA 2017. 2017. P. 272-275 (WoS).
- 232.Samsonyuk O., Timoshin S. Optimal impulsive control problems with hysteresis // Constructive Nonsmooth Analysis and Related Topics (Dedicated to the Memory of V.F. Demyanov), CNSA 2017. 2017. P. 276-280 (WoS).
- 233.Solovarova L.S. Collocation-variation difference schemes for differential-algebraic equations // Proc. of Intern. Conf. on Mathematical Modelling in Applied Sciences, ICMAS'17. Saint Petersburg, 2017. P. 168.
- 234.Solovarova L.S. On choice of initial condition for differential-algebraic equations // Proc. of the Second Mongolia-Russia-Vietnam Workshop on Numerical Solution of Integral and Differential Equations (NSIDE 2017), Olkhon Island, Lake Baikal, 2017. P. 65 (ПИИЛ).
- 235.Staritsyn M., Sorokin S., Pogodaev N. Numeric algorithm for optimal control of nonlinear systems with vector measures based on feedback maximum principle // Proc. of the Second



- Mongolia-Russia-Vietnam Workshop on Numerical Solution of Integral and Differential Equations (NSIDE 2017), Olkhon Island, Lake Baikal, 2017. P. 69 (РИНЦ).
236. Staritsyn M., Sorokin S. On feedback maximum principle for nonsmooth optimal impulsive control problems // Constructive Nonsmooth Analysis and Related Topics (Dedicated to the Memory of V.F. Demyanov), CNSA 2017. 2017. P. 308-311 (WoS).
237. Strekalovsky A., Minarchenko I. On local search in d.c. optimization // Constructive Nonsmooth Analysis and Related Topics (Dedicated to the Memory of V.F. Demyanov), CNSA 2017. 2017. P. 324-327 (WoS).
238. Strekalovsky A.S. Global Optimality Conditions for problem with d.c. equality and inequality constraints // Proc. of the 14th Intern. Symposium on Operational Research (SOR'17). Slovenia, Bled, 2017. Slovenian Society INFORMATIKA. P. 515–520 (Scopus).
239. Strekalovsky A.S. Global search for optimization problem with d.c. goal function and d.c. constraints // Тр. Междунар. конф. по вычислительной и прикладной математике (ВПИМ'17) в рамках «Марчуковских научных чтений». Новосибирск, 2017. С. 1086-1092 (РИНЦ).
240. Svinin A. K. Construction of the first integrals for two classes of ordinary difference equations // Proc. the 23rd Intern. Conf. on Difference Equations and Applications (ICDEA 2017). 2017.
241. Ul'yanov S., Maksimkin N. Software toolbox for analysis and design of nonlinear control systems and its application to multi-AUV path-following control // 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2017. P. 1223-1228 (WoS).
242. Банщиков А.В. О гироскопической стабилизации положения равновесия спутника с гравитационным стабилизатором // Тр. XI Междунар. Четаевской конф. «Аналитическая механика, устойчивость и управление». 2017. Т. 2. С. 62-71 (РИНЦ).
243. Берман А.Ф., Грищенко М.А., Дородных Н.О., Николайчук О.А., Юрин А.Ю. A model-driven approach and a tool to support creation of rule-based expert systems for industrial safety expertise // Proc. 12th International Forum on Knowledge Asset Dynamics IFKAD2017, St. Petersburg, Russia, 2017. P. 2034-2050.
244. Берман А.Ф., Николайчук О.А., Павлов А.И. Метод приобретения мультидисциплинарных знаний на основе онтологии // Седьмая междунар. конф. «Системный анализ и информационные технологии» (САИТ-2017). Светлогорск, 2017. Т. 1. С. 295-302 (РИНЦ).
245. Берман А.Ф., Николайчук О.А., Павлов А.И. Самоорганизующийся алгоритм формирования решений для обеспечения требуемого технического состояния сложных опасных объектов // Седьмая междунар. конф. «Системный анализ и информационные технологии» (САИТ-2017). Светлогорск, 2017. Т. 1. С. 377-384 (РИНЦ).
246. Берман А.Ф., Николайчук О.А., Тюленев Р.П. Трансдисциплинарная модель задач для обеспечения безопасности технических объектов // Междунар. научно-практич. конф. «Логистика и экономика ресурсосбережения и энергосбережения в промышленности» (МНПК «ЛЭРЭП-11-2017»). Тула, 2017. С. 235-239.
247. Будням С., Батбилэг С., Баянжаргал Д., Ружников Г.М., Федоров Р.К. Математическая модель производственного потенциала и оценки технологической эффективности регионального производства // Сб. докл. 10-ой научной конференции Финансово-экономического Университета Монголии. 2017, Улан-Батор. С. 94-100.
248. Левин А.А., Таиров Э.А., Булатов М.В. Эволюция моделей динамики теплообменного оборудования // Матер. всерос. научно-практич. конф. с междунар. участием «Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири». 2017. С. 259-261 (РИНЦ).
249. Бурлакова Л.А., Иртегов В.Д., Об алгоритмах анализа систем с первыми интегралами // Тр. XI Междунар. Четаевской конф. «Аналитическая механика, устойчивость и управление». 2017. Т. 1. С. 45-55 (РИНЦ).



250. Бычков И.В. Подходы к управлению группой автономных подводных роботов // Матер. 10-й всерос. мультikonф. по проблемам управления (МКПУ-2017). 2017. С. 248-250 (РИНЦ).
251. Бычков И.В., Михайлов А.А., Парамонов В.В., Ружников Г.М., Шигаров А.О. TABBUXL: система трансформации данных из произвольных электронных таблиц в реляционную форму // Тр. конф. «Распределенные информационно-вычислительные ресурсы. Наука – цифровой экономике» (DICR-2017). 2017. С. 150-156 (РИНЦ).
252. Бычков И.В., Ружников Г.М., Парамонов В.В., Шумилов А.С., Фёдоров Р.К., Будням С. Инфраструктурный подход обработки пространственных данных в задачах управления территорией // Сб. тр. всерос. конф. «Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и антропогенных процессов». Новосибирск, 2017. С. 7-9 (РИНЦ).
253. Бычков И.В., Опарин Г.А., Богданова В.Г., Пашинин А.А. Самоорганизация процесса сборочного программирования в распределенной вычислительной среде // Матер. X всерос. мультikonф. по проблемам управления: в 3-х т. Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во Южного федерального ун-та, 2017. Т. 3. С. 80-83 (РИНЦ).
254. Бычков И.В., Ружников Г.М., Фёдоров Р.К., Шигаров А.О., Парамонов В.В. Инфраструктура цифровой экономики Иркутской области // XVI Рос. конф. «Распределенные информационно - вычислительные ресурсы. Наука – цифровой экономике» (DICR-2017). Новосибирск, 2017. С. 38-48 (РИНЦ).
255. Бычков И.В., Феоктистов А.Г., Сидоров И.А., Костромин Р.О., Зоркальцев В.И., Еделев А.В. Интеллектуальная технология управления вычислениями в виртуализированной кластерной среде // Матер. X всерос. мультikonф. по проблемам управления: в 3-х т. Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2017. Т. 3. С. 84-86 (РИНЦ).
256. Бычков И.В., Хмельнов А.Е., Гаченко А.С., Никитин В.М., Абасов Н.В., Осипчук Е.Н. Подход к 3D моделированию русла реки Ангара // Матер. XII междунар. конф. «Окружающая среда и устойчивое развитие монгольского плато и сопредельных территорий». Улан-Удэ, 2017. С. 233-235 (РИНЦ).
257. Бычков И.В., Хмельнов А.Е., Ружников Г.М., Фёдоров Р.К., Маджара Т.И., Верховина А.В., Сороковой А.А. Информационно-аналитическое и телекоммуникационное обеспечение междисциплинарных научных исследований территориального развития // Матер. XII междунар. конф. «Окружающая среда и устойчивое развитие монгольского плато и сопредельных территорий». Улан-Удэ, 2017. С. 235-237 (РИНЦ).
258. Ватутин Э.И., Кочемазов С.Е., Заикин О.С. Оценка комбинаторных характеристик диагональных латинских квадратов // Сб. матер. XIII междунар. научно-технич. конф. «Опτικο-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации» (РАСПОЗНАВАНИЕ-2017). 2017. С. 98-100 (РИНЦ).
259. Ватутин Э.И., Кочемазов С.Е., Заикин О.С. Алгоритмическая оптимизация программной реализации процедуры получения множества трансверсалей для латинских квадратов // Сб. докл. междунар. конф. «Визуальная аналитика». 2017. С. 44-49. (РИНЦ)
260. Ватутин Э.И., Кочемазов С.Е., Заикин О.С., Титов В.С. Исследование свойств симметричных диагональных латинских квадратов // Тр. 10-й всерос. мультikonф. по проблемам управления. Ростов-на-Дону, Таганрог: изд-во ЮФУ, 2017. Т. 3. С. 17-19 (РИНЦ).
261. Ватутин Э.И., Кочемазов С.Е., Заикин О.С., Титов В.С. Исследование свойств симметричных диагональных латинских квадратов. Работа над ошибками // Тр.



- междунар. конф. «Интеллектуальные и информационные системы». 2017. С. 30-36 (РИНЦ).
262. Ватутин Э.И., Титов В.С., Заикин О.С., Кочемазов С.Е., Манзюк М.О. Анализ комбинаторных структур на множестве отношения ортогональности диагональных латинских квадратов порядка 10 // Тр. междунар. научно-технич. конф. «Информационные технологии и математическое моделирование систем-2017». 2017. С. 168-170 (РИНЦ).
263. Гаченко А. С., Хмельнов А. Е., Осипчук Е. Н., Абасов Н. В. Технология моделирования зон затопления а нижнем бьефе Иркутской ГЭС при высоких расходах через её гидростворы // Сб. тр. всерос. конф. «Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и антропогенных процессов». Новосибирск, 2017. С. 252-256 (РИНЦ).
264. Горбатенко Д.Е., Кочемазов С.Е., Семенов А.А. Об автоматных моделях развития атак в компьютерных сетях и вычислительных алгоритмах их исследования // Матер. XVIII междунар. конф. «Проблемы теоретической кибернетики». 2017. С. 71-73 (РИНЦ).
265. Горнов А.Ю., Зароднюк Т.С., Аникин А.С., Финкельштейн Е.А. Программные комплексы для численного исследования задач оптимизации // Матер. XX Юбилейной междунар. конф. по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2017). Алушта, 2017. М.: Изд-во МАИ, 2017. С. 680-683 (РИНЦ).
266. Груздева Т.В., Ушаков А.В. Бикритериальный глобальный поиск в задаче оптимизации процесса флотации медно-молибденовых руд // Марчуковские научные чтения – 2017, Новосибирск, 2017 г. С. 202-203 (РИНЦ).
267. Давыдов А.В., Ларионов А.А. Логический уровень управления группой роботов // Технические проблемы освоения Мирового океана: матер. междунар. науч.-техн. конф. Владивосток: ИПМТ ДВО РАН, 2017. С. 380-386.
268. Дородных Н.О. Web-based software for automating development of knowledge bases on the basis of transformation of conceptual models // Матер. VII междунар. научно-технич. конф. OSTIS-2017. Минск, 2017. С. 145-150.
269. Дородных Н.О. Программная система автоматизации разработки web-сервисов для генерации баз знаний // Тр. Седьмой междунар. конф. «Системный анализ и информационные технологии» (САИТ-2017). Светлогорск, 2017. Т. 1. С. 222-229 (РИНЦ).
270. Дородных Н.О., Малтугеева Г.С., Николайчук О.А. Метод представления и обработки экспертных знаний, извлеченных из концептуальных моделей // Тр. Седьмой междунар. конф. «Системный анализ и информационные технологии» (САИТ-2017). Светлогорск, 2017. Т. 1. С. 363-368 (РИНЦ).
271. Дородных Н.О., Юрин А.Ю. About the specialization of model-driven approach for creation of case-based intelligent decision support systems // Матер. VII междунар. научно-технич. конф. OSTIS-2017. Минск, 2017. С. 151-154.
272. Дородных Н.О., Юрин А.Ю. Автоматизированное создание продукционных баз знаний на основе коцепт-карт // Тр. Седьмой междунар. конф. «Системный анализ и информационные технологии» (САИТ-2017). Светлогорск, 2017. Т. 1. С.337-341 (РИНЦ).
273. Дородных Н.О., Юрин А.Ю. Использование онтологий при разработке продукционных экспертных систем // Матер. всерос. конф. с международным участием «Знания-Онтологии-Теория» (ЗОНТ-2017). Новосибирск, 2017. Т. 1. С.129-138 (РИНЦ).
274. Дьякович М.П., Финогенко И.А. Методы анализа иерархий и вложенных линейных сверток в задаче построения интегральных показателей связанного со здоровьем качества жизни // Proc. of Intern. Conf. "Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine" (ITSMSSM 2016). Tomsk, 2017. С. 153-156.



275. Заикин О.С., Чугунов А.А. Использование вычислительного кластера для криптоанализа некоторых модификаций генератора переменного шага // Сб. матер. XIII междунар. научно-технич. конф. «Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации» (РАСПОЗНАВАНИЕ-2017). 2017. С. 159-162 (РИНЦ).
276. Зароднюк Т.С., Гусева И.С., Финкельштейн Е.А., Горнов А.Ю. Методика генерации двумерных тестовых задач оптимального управления на основе алгоритмов аппроксимации множества достижимости // Матер. 60-й научн. конф. МФТИ. Долгопрудный, 2017.
277. Игрушка А.С., Заикин О.С. Использование метода Гергели для построения троек попарно частично ортогональных диагональных латинских квадратов порядка 10 // XIII научно-технич. конф. «Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации» (РАСПОЗНАВАНИЕ - 2017). С. 181-183 (РИНЦ).
278. Казаков А.Л., Лемперт А.А., Ле К.М. Оптимизация некоторых пространственно-распределенных логистических систем: математические модели и вычислительные алгоритмы // В сб.: Инновационный транспорт-2016: специализация железных дорог. 2017. С. 834-847.
279. Казаков А.Л., Лемперт А.А., Кузнецов П.А. Об аналитической разрешимости одной специальной краевой задачи для нелинейного уравнения теплопроводности // Сб. тр. XI междунар. конф. «Механика, ресурс и диагностика материалов и конструкций». 2017. С. 44. (РИНЦ)
280. Кензин М.Ю., Бычков И.В. Максимкин Н.Н. Гибридный эволюционный подход к маршрутизации гетерогенной группы подводных роботов // Тр. XI междунар. Четаевской конф. «Аналитическая механика, устойчивость и управление». Казань, 2017. Т. 1. С. 189-196 (РИНЦ).
281. Косов А.А., Козлов М.В. Об устойчивости сингулярных однородных систем // Матер. XIII междунар. научн. конф. «Дифференциальные уравнения и их приложения в математическом моделировании». 2017. С. 360-363 (РИНЦ).
282. Кочемазов С.Е., Заикин О.С. Применение параллельных вычислений к исследованию одной дискретной модели конформного поведения с использованием алгоритмов решения задачи о Булевой выполнимости // Сб. матер. XIII Междунар. научно-технич. конф. «Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации» (РАСПОЗНАВАНИЕ-2017). 2017. С. 202-204 (РИНЦ).
283. Малтугуева Г.С., Юрин А.Ю. Многометодная процедура принятия управленческих решений // Анализ, моделирование, управление, развитие социально-экономических систем: сб. научн. тр. XI междунар. школы-симпозиума АМУР-2017. Симферополь-Судак, 2017. С. 254-258 (РИНЦ).
284. Малтугуева Г.С., Юрин А.Ю., Дородных Н.О. Система поддержки принятия решений «Выбор» // Тр. Шестой междунар. науч. конф. «Информационные технологии и системы» (ИТиС-2017). Банное, Россия, 2017. С. 163-166.
285. Манзюк М.О., Ватутин Э.И., Кочемазов С.Е., Заикин О.С. Интересные свойства ортогональных диагональных латинских квадратов 7 и 8 порядка // Сб. матер. XIII междунар. научно-технич. конф. «Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации» (РАСПОЗНАВАНИЕ - 2017). 2017. С. 235-237 (РИНЦ).
286. Махутов Н.А., Берман А.Ф., Николайчук О.А. Алгоритм самоорганизующегося процесса обоснования свойств технического состояния сложных опасных объектов // Матер. десятой междунар. конф. «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2017). Москва, 2017. Т. 1. С. 98-101.



287. Михайлов А.А., Хмельнов А.Е. Анализ программного кода в объектных файлах Delphi, скомпилированных под платформу .NET // Тр. конф. «Языки программирования и компиляторы». 2017. С. 202-204.
288. Нагул Н.В. Сохранение свойства безотказности супервизора для дискретно-событийной системы // Тр. XI междунар. Четаевской конф. «Аналитическая механика, устойчивость и управление». Казань, 2017. Том 1.
289. Николайчук О.А., Павлов А.И. Web-ориентированная программная система визуального проектирования продукционных баз знаний на основе онтологии // Матер. всерос. конф. с междунар. участием «Знания-Онтологии-Теории (ЗОНТ-17)». Новосибирск, 2017. Т. 2. С. 105-110 (РИНЦ).
290. Николайчук О.А., Павлов А.И., Столбов А.Б. Особенности разработки агентных имитационных моделей на основе модельно-управляемого подхода // Восьмая всерос. научно-практич. конф. по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2017). С-Петербург, 2017. С. 288-293 (РИНЦ).
291. Новиков М.А. Одновременная диагонализация матриц квадратичных форм и знакоопределенность многочленов в исследовании устойчивости движения // Тр. XI междунар. Четаевской конф. Казань, 2017. Т. 2. С. 186-195 (РИНЦ).
292. Опарин Г.А., Богданова В.Г., Горский С.А., Пашинин А.А. Методы и средства синтеза линейной обратной связи в двоичных динамических системах: логический подход // Аналитическая механика, устойчивость и управление: Тр. XI междунар. Четаевской конф. Казань: КНИТУ-КАИ, 2017. Т. 3. С. 147-157 (РИНЦ).
293. Опарин Г.А., Феоктистов А.Г., Богданова В.Г., Горский С.А., Пашинин А.А., Сидоров И.А. Параллельное решение задачи о статическом регуляторе для двоичных динамических систем // Параллельные вычислительные технологии (ПАВТ'2017): Короткие статьи и описания плакатов XI Междунар. конф. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. С. 416-426 (РИНЦ).
294. Павлов А.И., Столбов А.Б. Система разработки агентных имитационных моделей Adskit // Тр. Междунар. научно-практической конф. «Логистика и экономика ресурсосбережения и энергосбережения в промышленности» (МНПК «ЛЭРЭП-11-2017»), Тула, 2017. С. 291-292.
295. Спевак Л.Ф., Казаков А.Л. Решение вырождающегося нелинейного параболического уравнения с заданной функцией источника методом граничных элементов // Сб. тр. XI междунар. конф. «Механика, ресурс и диагностика материалов и конструкций». 2017. С. 43 (РИНЦ).
296. Стрекаловский А.С., Минарченко И.М. О локальном поиске в задаче с d.c. ограничениями // Марчуковские научные чтения. 2017. Новосибирск: ИВМиМГ СО РАН, 2017. С. 62-63 (РИНЦ).
297. Фёдоров Р.К., Шумилов А.С., Ружников Г.М. Облако геопорталов // Сб. тр. всерос. конф. «Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и антропогенных процессов». Новосибирск, 2017. С. 305-308 (РИНЦ).
298. Фёдоров Р.К., Бычков И.В., Гаченко А.С., Ружников Г.М., Хмельнов А.Е. ГИС «Адресный план» г. Иркутска // Матер. IV науч. конф. «Региональные проблемы дистанционного зондирования земли». 2017. С. 70-73.
299. Фёдоров Р.К., Бычков И.В., Ружников Г.М., Авраменко Ю.В. Реализация функций принадлежности в логическом методе идентификации объектов // Тр. конф. Седьмая международная конф. «Системный анализ и информационные технологии» (САИТ-2017). Калининград, 2017. С. 592-596.
300. Фёдоров Р.К., Бычков И.В., Шумилов А.С., Ружников Г.М., Верхозина А.В. Облачная среда для научных исследований // Матер. междунар. научно-практич. конф.



- «Использование современных информационных технологий в ботанических исследованиях». Апатиты, 2017. С. 123-126 (РИНЦ).
301. Фёдоров Р.К., Верхозина А.В. Развитие информационно-аналитической системы по фиторазнообразию Байкальской Сибири // Матер. междунар. научно-практич. конф. «Использование современных информационных технологий в ботанических исследованиях». Апатиты, 2017. С. 26-28 (РИНЦ).
302. Фёдоров Р.К., Ветров А.А. Сервис многомерного анализа данных с использованием подготовленных таблиц измерений // Матер. XVIII всерос. конф. молодых учёных по математическому моделированию. Новосибирск, 2017. С. 68-69.
303. Феоктистов А.Г. Оценка времени выполнения заданий в Grid с виртуализированными ресурсами // Моделирование и анализ сложных технических и технологических систем: Сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. Уфа: АЭТЕРНА, 2017. С. 113-116.
304. Феоктистов А.Г., Дядькин Ю.А., Башарина О.Ю. Модель исследования процесса функционирования лечебно-профилактического учреждения // Техника и технологии: новые перспективы развития: Сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. Уфа: АЭТЕРНА, 2017. С. 83-86.
305. Феоктистов А.Г., Дядькин Ю.А., Фереферов Е.С., Башарина О.Ю. Моделирование систем массового обслуживания в гетерогенной распределенной вычислительной среде // Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД-2017): Тр. VIII всерос. науч.-практ. конф. по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности. Санкт-Петербург: НП «НОИМ», 2017. С. 554-558 (РИНЦ).
306. Феоктистов А.Г., Костромин Р.О., Дядькин Ю.А. Методы и средства извлечения знаний в мультиагентной системе управления распределенными вычислениями // Матер. X всерос. мультиконф. по проблемам управления: в 3-х т. Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2017. Т. 3. С. 117-119 (РИНЦ).
307. Феоктистов А.Г., Сидоров И.А., Горский С.А. Инструментальные средства разработки распределенных пакетов прикладных программ на основе модульного подхода // Марчуковские научные чтения: Тр. междунар. конф. Новосибирск: Изд-во ИВМиМГ СО РАН, 2017. С. 950-956 (РИНЦ).
308. Финогенко И.А. Метод предельных дифференциальных включений в задачи об устойчивости неавтономных систем // Тр. XI Междунар. Четаевской конф. «Аналитическая механика, устойчивость и управление». Казань, 2017. Т. 2. С. 257-267 (РИНЦ).
309. Черкашин Е.А., Шигаров А.О., Михайлов И.С., Орлова И.В. Использование технологий Linked Open Data при подготовке и публикации текстовых документов // Матер. всерос. конф. с междунар. участием «Знания-Онтологии-Теории» (ЗОНТ-2017). Новосибирск, 2017. С. 138-147 (РИНЦ).
310. Шигаров А.О., Парамонов В.В. Идентификация вычисляемых значений в слабоструктурированных табличных документах // Матер. междунар. научной конф. «Информационные технологии и системы-2017» (ИТС-2017). Минск, 2017. С. 256-257.
311. Янулевич М.В., Стрекаловский А.С. Оптимизационный подход к решению систем нелинейных алгебраических уравнений // Тр. междунар. конф. по вычислительной и прикладной математике (ВПМ'17) в рамках «Марчуковских научных чтений». Новосибирск, 2017. С. 1039-1045 (РИНЦ).

#### **Тезисы докладов**

312. Anikin A. Numerical Study of Sparse Optimization Methods for PageRank Problem // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications». Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 28.



313. Apanovich D., Pogodaev N., Voronov V. A numerical method for time-dependent anisotropic eikonal equations // XVII Baikal Intern. School-Seminar «Methods of Optimization and their Applications». Maksimikha, Buryatia, 2017. P. 134.
314. Apanovich D.V., Voronov V.A. Discrete Approximation of a Reachable Set for a Nonlinear Impulsive Control System // Abstr. of the Intern. Constructive Nonsmooth Analysis and Related Topics Dedicated to the Memory of Professor V.F. Demyanov. 2017. P. 127–129 (РИИЦ).
315. Bulatov M.V. Integral algebraic equations: qualitative theory and numerical methods // Abstr. of Workshop «Integral Equations and related Problems». Vietnam, 2017. P. 6.
316. Dykhta V. Feedback Minimum Principle for Optimal Control Problems with Terminal Constraints // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications». Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 137.
317. Dykhta V., Samsonyuk O., Sorokin S. Relaxational Methods with Feedback Controls for Discrete and Impulsive Optimal Control Problems // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications». Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 138.
318. Enkhbat R., Barkova M.V. D.c. programming approach to Malfatti's problem // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications», Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 38.
319. Finkelstein E. On a problem of parametric control of trajectories ensemble // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications». Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 139.
320. Gornov A.Yu. Computational technologies for studying set-valued optimization problems // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications». Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 140.
321. Gruzdeva T.V., Strekalovsky A.S. Global Search in Fractional Programming via D.C. Constraints Problem // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications», Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 41.
322. Gruzdeva T.V., Ushakov A.V., Vasilyev I.L. DC Programming Biobjective Approach for Solving an Applied Rougher Flotation Optimization Problem // Abstr. of the 17th Baikal International school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications», Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 42.
323. Lomov V.P., Kaloshin A.E. Mixing of fermions and spectral representation of propagator // Тез. докл. Междунар. конф. «Математика в современном мире», посвященной 60-летию Ин-та математики им. С.Л. Соболева, Новосибирск, 2017. С. 583.
324. Orlov A.V. Global optimization approach to hexamatrix games // Abstr. of The Eleventh Intern. Conf. «Game Theory and Management» (GTM2017). Spb.: Graduate School of Management SPbU, 2017. P. 126-128.
325. Orlov A.V., Enkhbat R., Batbileg S. Mathematical model of competitive equilibria on the electricity market of Mongolia // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications», Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 168.
326. Rusanov V.A., Banshchikov A.V., Daneev A.V., Vetrov A.A., Voronov V.A. An Inverse Problem for Dynamic of the Elastic element of Satellite-Gyrostatt // Abstr. NSIDE-2017. The Second Mongolia-Russia-Vietnam Workshop on Numerical of Integral and Differential Equations. Olkhon Island, Lake Baikal. 2017. P. 61 (РИИЦ).
327. Samsonyuk O. N. Optimality Conditions for Optimal Impulsive Control Problems with Multipoint State Constraints // Book of Abstr. of VIII Intern. Conf. on Optimization Methods and Applications (OPTIMA-2017). Petrovac, Montenegro, 2017. P. 127 (Scopus).
328. Samsonyuk O. Weak Invariance for Impulsive Differential Inclusions // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications». Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 147.



329. Samsonyuk O., Timoshin S. Optimal Control Problems with Trajectories of Bounded Variation and Hysteresis // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications». Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 148.
330. Staritsyn M., Sorokin S. On feedback maximum principle for dynamical systems driven by vector-valued measures // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications». Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 152.
331. Strekalovsky A.S. Optimality Conditions for General D.C. Constrained Problem // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications», Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 64.
332. Strekalovsky A.S., Minarchenko I.M. On Local Search for General Optimization Problem with D.C. Constraints // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications», Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 65 (РИИЦ).
333. Strekalovsky A.S., Yanulevich M.V. On optimization approach to solving nonlinear equation systems // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications», Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 66.
334. Vasilyev I., Ushakov A. A parallel p-median clustering algorithm // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications», Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 69.
335. Zarodnyuk T. The Technique of Rational Convexifying for Nonlinear Controlled Dynamical System // Abstr. of the 17th Baikal Intern. school-seminar «Methods of Optimization and Their Applications». Irkutsk: ESI SB RAS, 2017. P. 153.
336. Авраменко Ю. В. Логические описания деформируемых моделей // Тез. докл. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск – Старая Ангасолка (оз. Байкал), 2017. Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 4.
337. Александров А.Ю., Косов А.А. Анализ устойчивости гибридных механических систем с переключающимися нелинейными неоднородными позиционными силами // Тез. докл. Междунар. конф., посвященной памяти проф. В.Ф. Демьянова, Москва, 2017. С. 210-213. (РИИЦ)
338. Алтаев А.А., Михайлов А.А., Шигаров А.О. ТаВВУPDF: веб-сервис извлечения таблиц из PDF документов // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 3.
339. Аникин А.С. «Метод поколений» для задачи поиска глобального экстремума на основе методик машинного обучения // Тез. докл. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск – Старая Ангасолка (оз. Байкал), 2017. Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 5.
340. Аникин А.С., Андрианов А.Н. Модификации градиентных методов оптимизации для использования на компьютерах с несколькими графическими ускорителями // Матер. конф. «Ляпуновские чтения», 5-8 декабря 2017 г.. 2017. С. 4.
341. Апанович Д.В., Воронов В.А. Восстановление формы тела по двум черно-белым изображениям при неопределенности в расположении камер // Матер. XVIII всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Иркутск, 2017. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. С. 23.
342. Апанович Д.В., Воронов В.А. Параллельные вычисления в задаче аппроксимации множества достижимости импульсной динамической системы // Тез. докл. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск – Старая Ангасолка (оз. Байкал), 2017. Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 6.
343. Беденко К.В. Генерация подводной среды в системе имитационного моделирования подводных роботов // Тез. докл. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии – 2017» Иркутск – Старая Ангасолка, оз. Байкал, 2017. Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С.12.



- 344.Беденко К.В. Моделирование подводной среды в составе системы имитационного моделирования подводных роботов // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 5.
- 345.Беденко К.В. Программный комплекс моделирования подводной среды // Матер. XVIII всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Иркутск, 2017. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. С. 65.
- 346.Берман А.Ф., Николайчук О.А. Трансдисциплинарный подход для решения комплексных мультидисциплинарных проблем // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 7.
- 347.Богданова В.Г., Пашинин А.А. Параллельное решение декомпозируемых вычислительных задач на основе сервис-ориентированного подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 8.
- 348.Ботороева М.Н., Булатов М.В. Численное решение интегро-алгебраических уравнений блочными методами // Тез. докл. конф. «Математика в современном мире». 2017. С. 385 (РИНЦ)
- 349.Будникова О.С., Булатов М.В. Об одном классе неявных методов для численного решения интегро-алгебраических уравнений // Тез. докл. конф. «Математика в современном мире». 2017. С. 386 (РИНЦ)
- 350.Булатов М.В. Построение неклассических разностных схем для численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений (начальная задача) // Тез. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии» памяти проф. В.И. Гурмана, Иркутск-Старая Ангасолка, 2017
- 351.Ветров А.А., Фереферов Е.С. Развитие информационной системы учета научной деятельности подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 9.
- 352.Воронин В.И., Леви К.Г., Ружников Г.М. Потенциал древесно-кольцевых хронологий для палеореконструкций в Сибири // Тез. докл. до всерос. научной конф. «Фундаментальные проблемы экологии России». Иркутск – Листвянка (оз. Байкал). Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2017. С. 51.
- 353.Воскобойников М.Л., Федоров Р.К. Разработка методов анализа применения пользователем WEB-сервисов подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 10.
- 354.Гаченко А.С., Хмельнов А.Е. Механизм построения 3-D моделей рельефа водных объектов подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 11.
- 355.Гаченко А.С., Хмельнов А.Е., Фереферов Е.С., Федоров Р.К. WEB-система мониторинга и оценки антропогенного воздействия на озеро Байкал подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 12.
- 356.Гончарова Е.В., Старицын М.В. Негладкие механические системы с блокируемыми степенями свободы и активными голономными ограничениями // Тез. докл. междунар. конф. «Конструктивный негладкий анализ и смежные вопросы», посвященной памяти проф. В.Ф. Демьянова, 22-27 мая 2017г.. 2017. С. 232–234. (РИНЦ)
- 357.Горнов А.Ю. Двухметодные вычислительные схемы, основанные на преобразовании Гернет-Валентайна подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 13.
- 358.Горнов А.Ю. Методика кластеризации базы пробных точек в задаче оптимизации вычислительно трудоемких функций подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 14.
- 359.Горнов А.Ю., Аникин А.С., Андрианов А.Н. Методики учета прямых ограничений на оптимизируемые переменные в задачах оптимизации квазисепарабельных функций подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 15.



- 360.Грибанова И.А. Новый алгоритм генерации дополнительных ограничений для задачи обращения 39-шагового варианта ХЕШ-функции MD4 // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 16.
- 361.Аникин А.С., Андрианов А.Н. Модификации градиентных методов оптимизации для использования на компьютерах с несколькими графическими ускорителями // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 4.
- 362.Дородных Н.О., Коршунов С.А. Визуализация пространственно-временных сцен на основе их императивного описания // Матер. XVIII всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Иркутск, 2017. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. С. 73-74.
- 363.Дородных Н.О., Малтугеева Г.С., Юрин А.Ю. Автоматизация подбора методов многокритериального принятия решений // Матер. XVIII всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Иркутск, 2017. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. С.82.
- 364.Дородных Н.О., Николайчук О.А., Юрин А.Ю. Создание продукционных баз знаний на основе диаграмм Исикавы // Матер. XVIII всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Иркутск, 2017. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. С.74.
- 365.Дородных Н.О., Юрин А.Ю. Создание прецедентных экспертных систем на основе трансформации моделей // Тез. докл. XIII всероссийской конференции молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск – Старая Ангасолка (оз.Байкал), 2017. Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С.31.
- 366.Дядькин Ю.А. Инструментальные средства имитационного моделирования процессов мультиагентного управления распределенными вычислениями подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 64.
- 367.Жарков М.Л. О модели входящего пассажиропотока в транспортно-пересадочные узлы подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 18
- 368.Жарков М.Л. Определение показателей эффективности транспортно-пересадочного узла с применением систем массового обслуживания // Матер. XVIII всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Иркутск, 2017. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. С. 76-77.
- 369.Заикин О.С. Применение добровольных распределенных вычислений для решения ресурсоемких задач комбинаторики, криптолиза и подводной акустики подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 19.
- 370.Зароднюк Т.С. Алгоритм поиска минимума невыпуклого функционала, основанный на нейронной модели Шепарда подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 20.
- 371.Зароднюк Т.С., Аникин А.С. Технология обучения с подкреплением для нелокальных алгоритмов расслоенной выборки подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 21.
- 372.Зароднюк Т.С., Горнов А.Ю., Аникин А.С., Финкельштейн Е.А. Конструирование подходов к решению невыпуклых задач оптимизации с использованием методологии машинного обучения с подкреплением // Тез. докл. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск – Старая Ангасолка (оз. Байкал), 2017. Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 34 (РИНЦ).
- 373.Зароднюк Т.С., Тихонова И.В., Ефимова Н.В., Горнов А.Ю. Линейная модель интегро-дифференциального типа для исследования зависимости заболеваемости органов дыхания от антропогенных факторов // Матер. XVIII всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Иркутск, 2017. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. С. 34–35.



- 374.Зароднюк Т.С., Энхбат Р. численное исследование финансовой модели оптимального управления с использованием технологии обучения подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 22.
- 375.Иртегов В.Д., Титоренко Т.Н. О некоторых результатах качественного анализа обобщенного гиростата Ковалевской подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 23.
- 376.Казаков А.Л., Орлов Св.С. Качественное исследование некоторых точных решений одного нелинейного параболического уравнения // Тез. XIII всерос. конференции молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 36 (РИНЦ).
- 377.Казаков А.Л., Орлов Св.С. Построение специальных точных решений квазилинейного уравнения теплопроводности // Тез. докл. междунар. конф. «Современные проблемы механики сплошной среды», посвященной памяти академика Л.И. Седова в связи с 110-летием со дня его рождения. М.: МИАН, 2017. С. 114–115 (РИНЦ).
- 378.Казаков А.Л., Орлов Св.С., Орлов С.С. Нелокальная разрешимость и точные решения задачи с заданным тепловым фронтом для уравнения нелинейной теплопроводности // Тез. докл. междунар. конф., посвященной 60-летию Института математики им. С.Л. Соболева «Математика в современном мире». Новосибирск: ИМ СО РАН, 2017. С. 218 (РИНЦ).
- 379.Казаков А.Л., Орлов Св.С., Спесак Л.Ф. Аналитическое и численное исследование некоторых точных решений уравнения нелинейной теплопроводности (фильтрации) // Тез. докл. всерос. конференции с международным участием, посвященной 60-летию со дня основания Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН «Современные проблемы механики сплошных сред и физики взрыва». Новосибирск: ИГиЛ СО РАН, 2017. С. 126–127. (РИНЦ)
- 380.Козлов В.В., Макаров М.М., Аникин А.С. Моделирование процесса всплывания газовых гидратов в озере Байкал подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 24.
- 381.Кононов А.Д. О робастной устойчивости дифференциально-алгебраических уравнений высокого индекса в условиях структурированной неопределенности подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 25.
- 382.Кононов А.Д. О робастной устойчивости стационарных дифференциально-алгебраических уравнений со структурированной неопределенностью // Тез. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск - Ст. Ангасолка, 2017. С. 38.
- 383.Кононов А.Д. О робастной устойчивости стационарных дифференциально-алгебраических уравнений со структурированной неопределенностью // Тез. междунар. школы-конф. «Соболевские чтения». Новосибирск, 2017. С. 66-67.
- 384.Косов А.А. Устойчивость систем с переключениями и знакоопределенность однородных форм подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 26.
- 385.Косов А.А., Семенов Э.И. Точные решения параболических систем реакции-диффузии и связанных с ними нелинейных ОДУ подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 27.
- 386.Костромин Р.О. Извлечение знаний агентами в самоорганизующейся системе управления распределенными вычислениями // Матер. XVIII всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Иркутск, 2017. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. С. 78-79.
- 387.Костромин Р.О. Подход к автоматизации создания самоорганизующейся мультиагентной системы для управления вычислениями в интегрированной НРС-среде



- // Матер. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии – 2017». Иркутск, ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 40.
388. Костылев Д.А. Построение локальной карты автономным подводным аппаратом с гидролокатора бокового обзора для корректирования текущего положения аппарата // Тез. докл. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии – 2017». Иркутск – Старая Ангасолка, оз. Байкал, 2017. Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С.41.
389. Костылев Д.А. Построение локальной карты автономным подводным аппаратом с гидролокатора бокового обзора для корректирования текущего положения аппарата // Тез. докл. «Винеровские чтения – 2017». Иркутск, 2017. Иркутск: ИРНТУ, 2017. С. 38.
390. Костылев Д.А. Разработка модели гидролокатора бокового обзора в среде Unity3d подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 28.
391. Кузнецов П.А. Задача с заданным тепловым фронтом для нелинейного уравнения теплопроводности с источником подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 29.
392. Лакеев А.В. Характеризация интервальных матриц полного ранга подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 30.
393. Лемперт А.А. О задаче упаковки кругов двух типов в ограниченное множество с неевклидовой метрикой подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 31.
394. Лемперт А.А., Казаков А.Л. Задачи об упаковке и покрытии в неевклидовой метрике и уравнение эйконала. // Матер. междунар. конф. «Математика в современном мире». Новосибирск: Изд-во Института математики СО РАН, 2017. С. 404.
395. Малков Ф.С., Черкашин Е.А., Шигаров А.О. Перспективы применения системы управления рабочим процессом TAVERNA в задачах обработки метагеномных данных при исследовании микробиома озера Байкал подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 32.
396. Малтугуева Г.С. критерии оценки методов решения задач принятия решений подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 33.
397. Малтугуева Г.С. Метод обработки индивидуальных предпочтений с помощью мультимножеств // Тез. докл. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск – Старая Ангасолка (оз.Байкал), Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 45.
398. Малтугуева Г.С., Николайчук О.А. метод коллективной обработки нечеткой и неполной информации, извлеченной из концептуальных моделей подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 34.
399. Малтугуева Г.С., Николайчук О.А. Нечеткие мультимножества и прецедентный подход // Тез. докл. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск – Старая Ангасолка (оз.Байкал), 2017. Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 46.
400. Марков Ю.А., Маркова М.А., Бондаренко А.И. Волновое уравнение четвертого порядка в рамках теории Баба-Мадхаварао для спина 3/2 подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 35.
401. Николайчук О.А., Павлов А.И., Столбов А.Б. Шаблоны информационных процессов интеллектуальных мультиагентных систем подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 38.
402. Николайчук О.А., Павлов А.И., Столбов А.Б. Об одном подходе к разработке агентных имитационных моделей на основе модельно-управляемого подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 39.
403. Новицкий Ю. А., Гаченко А. С., Хмельнов А. Е. ГИС «Адресный план г. Иркутска» в задачах развития муниципалитета // Тез. докл. XIII всерос. конф. молодых ученых



- «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск – Старая Ангасолка (оз. Байкал), 2017. Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 20.
- 404.Опарин Г.А., Богданова В.Г., Пашинин А.А. Разработка сервис-ориентированного интеллектуального решателя вычислительных задач на основе самоорганизующейся мультиагентной системы подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 40.
- 405.Орлов Св.С. Редукции и семейства специальных точных решений уравнения нелинейной теплопроводности уравнений подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 41.
- 406.Парамонов В.В. Поиск вычислимых значений в табличных документах // XVIII всерос. конф. молодых учёных по математическому моделированию и информационным технологиям. Новосибирск, 2017. С. 85-86.
- 407.Петренко П.С. О наблюдаемости в классе функций Чебышева систем дифференциально-алгебраических уравнений. Тез. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск - Ст. Ангасолка, 2017. С. 54.
- 408.Петренко П.С. О наблюдаемости в классе функций Чебышева систем дифференциально-алгебраических уравнений // Тез. конф. «Ляпуновские чтения», Иркутск: ИДСТУ СО РАН. С. 40.
- 409.Погодаев Н.И. О задаче управления динамической системой в пространстве мер // Тез. междунар. конф. по математической теории управления и механике. Суздаль, 2017. С. 94.
- 410.Погодаев Н.И. Об условиях оптимальности в задачах управления ансамблями динамических систем // Тез. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии» памяти профессора В.И. Гурмана. Иркутск-Старая Ангасолка, 2017. С. 55.
- 411.Ружников Г.М., Федоров Р.К., Шигаров А.О., Парамонов В.В., Хмельнов А.Е. Перспективы развития инфраструктуры цифровой экономики Иркутской области подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 43.
- 412.Самсонюк О.Н. Задачи оптимального импульсного управления с гистерезисом подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 45.
- 413.Самсонюк О.Н. Приложения функций, монотонных относительно управляемой системы, к задачам оптимального импульсного управления // Тез. докл. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск – Старая Ангасолка (оз. Байкал), 2017. Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 58.
- 414.Свинин А.К. О непрерывном пределе интегрируемой иерархии цепочки Богоявленского подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 46.
- 415.Свинина С.В. Об одном итерационном методе численного решения квазилинейной дифференциально-алгебраической системы уравнений в частных производных малого индекса // Тез. конф. «Марчуковские научные чтения – 2017». Институт вычислит. математ. и математ. геофизики СО РАН. Новосибирск, 25 июня - 14 июля 2017. С. 39.
- 416.Свинина С.В. Численное решение квазилинейных дифференциально-алгебраических систем уравнений в частных производных сплайн-коллокационным методом подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 47.
- 417.Семенов А.А., Горбатенко Д.Е., Кочемазов С.Е. Развитие и блокирование атак в компьютерных сетях в рамках процессов сетевой активационной динамики подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 48.
- 418.Соловарова Л.С. Коллокационно-вариационные разностные схемы для дифференциально-алгебраических уравнений // Тез. всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии» памяти профессора В.И. Гурмана. Иркутск-Старая Ангасолка, 13-18 марта 2017 г. С. 58.



419. Соловарова Л.С. Коллокационно-вариационные разностные схемы для дифференциально-алгебраических уравнений // Тез. междунар. конф. «Вычислительная и прикладная математика 2017», Марчуковские чтения – 2017. Новосибирск, 25-30 июня 2017. С. 41.
420. Соловарова Л.С. Коллокационно-вариационные разностные схемы для дифференциально-алгебраических уравнений // Тез. Девятой междунар. молодежной научной школы-конф. «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», посвященной 85-летию со дня рождения академика М.М. Лаврентьева. Новосибирск, 26 июня-2 июля 2017. С. 60.
421. Соловарова Л.С. О применении явных разностных схем для дифференциально-алгебраических уравнений подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 49.
422. Соловарова Л.С., Булатов М.В. О блочных разностных схемах для дифференциально-алгебраических уравнений // Матер. XVIII всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Иркутск, 2017. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. С. 54-55.
423. Сорокин С.П., Васильева Е.А., Сорокина П.Г. Исследование задачи оптимального управления в модели террористической деятельности с помощью позиционного пипа минимума // Матер. XVIII всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Иркутск, 2017. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. С. 55.
424. Сорокиков П.С., Горнов А.Ю. Алгоритм одномерного поиска Евтушенко с автоматической оценкой константы Липшица подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 50.
425. Старицын М.В., Сорокин С.П. К позиционному пипу минимума в задачах импульсного управления с векторной мерой // Тез. докл. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск – Старая Ангасолка (оз. Байкал), 2017. Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 60.
426. Столбов А.Б. Исторический обзор программных разработок для поддержки исследований на основе моделей «Регион» // Тез. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 61.
427. Столбов А.Б. Особенности разработки агентных имитационных моделей на основе MDD подхода // Матер. XVIII всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Иркутск, 2017. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. С. 92.
428. Стрекаловский А.С., Баркова М.В. Численная эффективность метода локального поиска на тестовых задачах оптимизации подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 51.
429. Толстихин А.А. Адаптация алгоритмов компьютерного зрения для обработки эхограмм гидролокатора бокового обзора // Тез. докл. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии – 2017» (Иркутск – Старая Ангасолка, оз. Байкал, 13-18 марта 2017 г.). Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 63.
430. Толстихин А.А. Адаптация алгоритмов компьютерного зрения для обработки эхограмм гидролокатора бокового обзора // Тез. докл. «Винеровские чтения-2017». Иркутск, 2017. Иркутск: ИРНТУ, 2017. С. 65.
431. Толстихин А.А. Модификация алгоритма GWO для управления группой АНПА при решении задачи обследования физического поля подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 52.



432. Ушаков А.В. Параллельный гибридный алгоритм кластеризации на основе задачи о р-медиане подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 53.
433. Федоров Р.К., Шумилов А.С. Организация работы с устройствами и датчиками с помощью системы выполнения композиций сервисов подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 54.
434. Феоктистов А.Г., Костромин Р.О. Модель извлечения знаний в процессе мультиагентного управления распределенными вычислениями подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 55.
435. Финкельштейн Е.А. Методика численного исследования прочностных характеристики здания при сейсмических воздействиях // Матер. XVIII всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Иркутск, 2017. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. С. 59.
436. Финкельштейн Е.А. Нерегулярный алгоритм эйлера типа аппроксимации множества достижимости нелинейной динамической системы // Тез. докл. XIII всерос. конф. молодых ученых «Моделирование, оптимизация и информационные технологии». Иркутск – Старая Ангасолка (оз. Байкал), 2017. Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 66.
437. Финкельштейн Е.А., Гусева И.С. Методика оценки качества аппроксимации множества достижимости на плоскости подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 56.
438. Хмельнов А.Е. Алгоритмы улучшения цифровых моделей рельефа, представленных триангуляциями подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 59.
439. Чайкин С.В. Геометрия относительных равновесий стационарного орбитального гиростата подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 60.
440. Черкашин А.К., Лобычева И.Ю. Математическое моделирование пространственного взаимодействия природных явлений на глобальном уровне подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 61.
441. Чистяков В.Ф. Кольца дифференциальных и интегро-дифференциальных операторов подхода // Матер. конф. «Ляпуновские чтения». Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2017. С. 62.
442. Чистяков В.Ф. О методе прямых при решении дифференциально-алгебраических уравнений в частных производных // Матер. XVIII всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Иркутск, 2017. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. С. 60.
443. Шумилов А.С., Авраменко Ю.В. Сервис идентификации объектов на спутниковых снимках // XVIII всерос. конф. молодых учёных по математическому моделированию и информационным технологиям. Новосибирск, 2017. С. 64-65.
444. Янулевич М.В., Стрекаловский А.С. Оптимизационный подход к решению систем нелинейных алгебраических уравнений // Марчуковские научные чтения – 2017. Новосибирск: ИВМиМГ СО РАН, 2017. С. 68.

#### **Электронные публикации**

445. Markov Yu.A. and Markova M.A. Fourth order wave equation in Bhabha-Madhavarao spin-3/2 theory // e-print ArXiv of Cornell University Library: arXiv:1709.028004, 42 pp.
446. Dorokhov A.E., Kochelev N.I., Martynenko A.P., Martynenko F.A., Radzhabov A.E., Faustov R.N. The contribution of pseudoscalar and axial-vector mesons to hyperfine structure of muonic hydrogen // e-print ArXiv of Cornell University Library: arXiv:1710.04397, 6 pp.

#### **Свидетельства о регистрации программ**



447. Горский С.А., Богданова В.Г. Параллельный решатель задач булевой выполнимости NPСSAT: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017619809 от 7 сентября 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
448. Данчинова Г.А., Ляпунов А.В., Хаснатинов М.А., Болотова Н.А., Манзарова Э.Л., Соловаров И.С., Петрова И.В., Шулепова С.Ю., Лазарева Е.Л., Федоров Р.К., Парамонов В.В. Информационно-справочная система «Обращаемость людей, пострадавших от присасывания иксодовых клещей на Территории Бурятии» (ИСС «Бурятия-клещи»). Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017620505 от 4.05.2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
449. Дородных Н.О. RVML editor: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017618446 от 1 августа 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
450. Дородных Н.О. Web-ориентированный редактор моделей трансформаций: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017618430 от 1 августа 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
451. Дядькин Ю.А. Генератор имитационной модели: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017610648 от 16 января 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
452. Ларионов А.А., Давыдов А.В. Транслятор языка первопорядковых логических формул в формате TRTP в язык позитивно-образовательных формул TRTP2PCF: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017613922 от 4 апреля 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
453. Свинина С.В. Сплайн-коллокационный метод численного решения квазилинейных дифференциально-алгебраических систем уравнений в частных производных: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017618796 от 9 августа 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
454. Свинина С.В. Численная реализация нелинейной разностной схемы с расщепленным матричным пучком для решения квазилинейной дифференциально-алгебраической системы уравнений в частных производных произвольного индекса. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017619532 от 25 августа 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
455. Сидоров И.А. Интеллектуальные средства экспертной поддержки этапов организации мультиагентной среды. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017662470 от 8 ноября 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
456. Столбов А.Б., Батулин В.А. Программный комплекс для поддержки проектирования математических моделей медико-эколого-экономических систем «МЭЭМ 1.0.» Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017619810 от 7 сентября 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
457. Федоров Р.К., Парамонов В.В., Ружников Г.М., Данчинова Г.А., Хаснатинов М.А., Ляпунов А.В. Web-сервис импорта данных из реляционных таблиц в CSV формате: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017615230 от 5 мая 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
458. Федоров Р.К., Шумилов А.С., Бычков И.В., Ружников Г.М. Среда выполнения сервисов и их сценариев: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017617913 от 17 июля 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.
459. Феоктистов А.Г., Дядькин Ю.А. Инструментальный комплекс для автоматизации имитационного моделирования систем массового обслуживания: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2017616449 от 7 июня 2017 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2017.



**СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ В РАМКАХ**  
**ГОУДАРСТВЕННОГО ЗАДАНИЯ ИДСТУ СО РАН**

| Выполнение фундаментальных научных исследований по теме (проекту)                                                                                                                                                                                                                                                                      | Количество научных публикаций в журналах, индексируемых в российских и международных информационно-аналитических системах научного цитирования (Web of Science, Scopus, MathSciNet, Российский индекс научного цитирования, Google Scholar, European Reference Index for the Humanities и др.) |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | План                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Факт |
| I.1.4.1. "Эволюционные уравнения и управляемые системы: теория, численный анализ и приложения " (Руководитель чл.-к. Толстоногов А.А.)                                                                                                                                                                                                 | 30                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 34   |
| I.1.4.2. Развитие математических методов описания процессов в физике высоких энергий, высокотемпературной плазме и механике сплошных сред (руководитель д.ф.-м.н. Ю.А. Марков).                                                                                                                                                        | 12                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 13   |
| I.1.4.3. Качественный анализ динамических свойств и синтез управлений гибридными механическими системами с развитием средств компьютерной алгебры и средств численной реализации (руководитель д.ф.-м.н. Э.И. Дружинин)                                                                                                                | 14                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 16   |
| IV.38.1.1. Технологии разработки проблемно-ориентированных самоорганизующихся мультиагентных систем группового управления: методы, инструментальные средства, приложения (руководитель ак. И.В. Бычков).                                                                                                                               | 23                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 39   |
| IV.38.1.2. Методы и технологии создания распределенной сервисно-ориентированной среды сбора, хранения, обработки больших объемов разноформатных междисциплинарных научных данных и знаний, основанные на конструктивных средствах спецификации, порождающем программировании и интеллектуализации (руководитель д.т.н. Г.М. Ружников). | 23                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 23   |
| IV.38.1.3. Разработка методов непрерывной и дискретной оптимизации и их реализация на высокопроизводительных вычислительных системах                                                                                                                                                                                                   | 19                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 19   |



**Отчет Института динамики систем и теории управления  
имени В.М. Матросова СО РАН за 2017 г.**

|                                                                                                                                                                                                              |            |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| для поддержки междисциплинарных научных исследований (руководитель д.ф.-м.н. А.С. Стрекаловский).                                                                                                            |            |            |
| «Эволюционные управляемые системы и связанные с ними оптимизационные задачи (Руководитель чл.-к. Толстоногов А.А. Программа II.2П СО РАН)                                                                    | 3          | 3          |
| «Неклассические задачи позиционного управления» (Руководитель д.ф.-м.н. В.А. Дыхта. Программа II.2П СО РАН).                                                                                                 | 2          | 2          |
| «Качественная теория и численный анализ дифференциально-алгебраических уравнений» (руководитель ак. И.В. Бычков. Программа II.2П СО РАН).                                                                    | 2          | 2          |
| «Разработка новых подходов к созданию и исследованию моделей сложных информационно-вычислительных и динамических систем с приложениями» (Программа I.33 Президиума РАН руководитель проекта ак. И.В. Бычков) | 6          | 6          |
| <b>ИТОГО</b>                                                                                                                                                                                                 | <b>134</b> | <b>157</b> |



**ЦЕЛЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛАНА МЕРОПРИЯТИЙ ПО  
ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИДСТУ СО РАН**

| №<br>п/п | Наименование показателя (индикатора)                                                                                 | Ед.<br>изм.  | 2014 год | 2015 год     | 2016 год     | 2017 год  |            |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|--------------|--------------|-----------|------------|
|          |                                                                                                                      |              | Факт     | Факт         | Факт         | План      | Факт       |
| 1.       | Среднесписочная численность работников всего                                                                         | чел.         | 128      | 129          | 130          | 129       | 128        |
| 2.       | Численность работников, выполняющих научные исследования и разработки всего, из них:                                 | чел.         | 144      | 144          | 147          | 144       | 161        |
| 2.1.     | Численность исследователей, всего                                                                                    | чел.         | 80       | 78           | 79           | 80        | 84         |
| 3.       | Средняя заработная плата научных сотрудников                                                                         | тыс.<br>руб. | 55,15    | 51,3         | 65,3         | 62,9      | 67,7       |
| 4.       | Отношение средней заработной платы научных сотрудников к средней заработной плате в соответствующем регионе          | %            | 175,8    | 157,00       | 187,00       | 180       | 202,78     |
| 5.       | Удельный вес исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей учреждения                       | %            | 45       | 43,60        | 41,77        | 45        | 45,23      |
| 6.       | Доля исследователей, осуществляющих преподавательскую деятельность в общей численности исследователей                | %            | 43,6     | 47,00        | 47,00        | 47        | 47         |
| 7.       | Объем внутренних затрат учреждения на научные исследования и разработки в общем объеме расходов учреждения всего     | тыс.<br>руб. | 139695,4 | 142<br>454,2 | 134<br>734,9 | 135 087,6 | 173 412,5  |
| 8.       | Удельный вес средств, полученных учреждением из внебюджетных источников                                              | %            | 15,6     | 25           | 23,10        | 20,2      | 24,83      |
| 9.       | Стоимость машин и оборудования в возрасте до 5 лет                                                                   | тыс.<br>руб. | 87750,8  | 90 987,2     | 86 275,1     | 91 000,0  | 22 811,636 |
| 10.      | Число публикаций в ведущих российских и международных журналах по результатам исследований.                          | ед.          | 257      | 394          | 532          | 661       | 726        |
| 11.      | Количество публикаций в мировых научных журналах, индексируемых в базе данных «Сеть науки» (Web of Science) и Scopus | ед.          | 86       | 136          | 197          | 211       | 277        |
| 12.      | Число публикаций в рецензируемых российских и международных периодических изданиях.                                  | ед.          | 130      | 141          | 147          | 135       | 194        |
| 13.      | Число научных публикаций в журналах, индексируемых в базе данных Scopus.                                             | ед.          | 36       | 41           | 40           | 38        | 114        |
| 14.      | Число научных публикаций в журналах, индексируемых в базе данных «Сеть науки» (Web of Science) за год                | ед.          | 27       | 39           | 43           | 37        | 76         |
| 16.      | Количество зарегистрированных объектов интеллектуальной собственности всего                                          | ед.          | 79       | 81           | 89           | 86        | 103        |