

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского  
отделения Российской академии наук  
(ИДСТУ СО РАН)**

**Отчет по основной референтной группе 23 Компьютерные науки, включая информаци-  
онные и телекоммуникационные технологии, робототехнику**

Дата формирования отчета: **22.05.2017**

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **Инфраструктура научной организации**

#### **1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности науч- ных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструк- торские и технологические работы гражданского назначения от 19 января 2016 г. № ДЛ-2/14пр**

«Генерация знаний». Организация преимущественно ориентирована на получение новых знаний. Характеризуется высоким уровнем публикационной активности, в т.ч. в ведущих мировых журналах. Исследования и разработки, связанные с получением прикладных результатов и их практическим применением, занимают незначительную часть, что отражается в относительно невысоких показателях по созданию РИД и небольших объемах доходов от оказания научно-технических услуг. (1)

#### **2. Информация о структурных подразделениях научной организации**

Лаборатория Параллельных и распределенных вычислительных систем.

Научная специализация: Развитие средств автоматизации разработки и применения проблемно-ориентированных сред параллельных и распределенных вычислений. Разработка высокоуровневых технологий, систем и сервисов поддержки проведения вычислительных экспериментов в научных исследованиях (планирование вычислений и синтез параллельных программ, организация и управление распределенными вычислениями, применение булевых моделей в качественном анализе двоичных динамических систем).  
Техническая специализация: Развитие и обеспечение деятельности центра коллективного пользования "Иркутский суперкомпьютерный центр СО РАН".

Лаборатория Дискретного анализа и прикладной логики.

Научная специализация: Исследование, разработка и реализация в распределенных вычислительных средах алгоритмов решения проблемы булевой выполнимости (SAT) с последующим применением к задачам криптоанализа, комбинаторики и дискретной оптимизации.



Лаборатория Невыпуклой оптимизации.

Научная специализация: Поиск глобальных решений в невыпуклых непрерывных и целочисленных задачах оптимизации, исследования операций и оптимального управления.

Лаборатория Комплексных информационных систем.

Научная специализация: Исследование, создание и развитие новых высокоуровневых методов, технологий и инструментальных средств автоматизации разработки комплексных информационных систем, включающих в свой состав средства взаимодействия с базами данных, геоинформационными системами, Web-сервисами и т.д. Методы представления и обработки данных и программного кода.

Лаборатория Информационно-управляющих систем.

Научная специализация: Разработка методов исследования и программно-алгоритмического обеспечения для задач группового управления мобильными роботами.

Лаборатория Информационно-телекоммуникационных технологий исследования техногенной безопасности.

Научная специализация: Разработка новых информационных технологий автоматизированного создания систем научных исследований и интеллектуальной поддержки принятия решений. Развитие научно-методических основ информатизации и автоматизации исследований мультидисциплинарной проблемы техногенной безопасности.

### **3. Научно-исследовательская инфраструктура**

Центр коллективного пользования «Иркутский суперкомпьютерный центр СО РАН» (ИСКЦ) осуществляет развитие, поддержку и предоставление коллективного доступа к высокопроизводительным вычислительным установкам для выполнения фундаментальных и прикладных исследований и работ для всех учреждений, подведомственных ФАНО и вузов, находящихся как в г. Иркутск, так и за его пределами.

Оборудование ИСКЦ.

1. Вычислительный кластер «Академик В.М. Матросов»:

Разработчик – «Т-Платформы» (Москва).

Год ввода в эксплуатацию – 2012.

Суммарная пиковая производительность – 33,7 TFlops.

Максимальная производительность на тестах HPL (x86) – 25,12 TFlops.

ТОП-50 СНГ: 26-е место в 16-й редакции рейтинга от 27.03.2012; 33-е место в 19-й редакции рейтинга от 24.09.2013.

Процессоры: 16-ядерные процессоры AMD Opteron 6276 («Interlagos») 2,3 GHz (всего: 220 процессоров, 3520 ядер); графические процессоры NVidia C2070 («Fermi»).

Коммуникационная сеть – QDR Infiniband.

Транспортная и сервисная сети – Gigabit Ethernet.

Система хранения данных Panasas ActiveStor 40TB 1,5GB/s.



Инженерная инфраструктура: система автоматического газового пожаротушения, система энергоснабжения, система бесперебойного электропитания, система холодоснабжения, климатическая система, система автоматического отключения оборудования.

## 2. Вычислительный кластер “Blackford”:

Разработчик – ИДСТУ СО РАН.

Год ввода в эксплуатацию – 2007, год последней модернизации – 2008.

Суммарная пиковая производительность – 1,49 TFlops.

Максимальная производительность на тестах HPL – 0,92 TFlops.

ТОП-50 СНГ: 41-е место в 9-й редакции рейтинга от 23.09.2008.

Процессоры: 4-ядерные процессоры Intel Xeon 5345 EM64T (“Clovertown”) 2,33 GHz (всего: 40 процессоров, 160 ядер).

Коммуникационная и транспортная сети – Gigabit Ethernet.

## 3. Вычислительные серверы с модулями ускорения вычислений на базе:

– Intel Xeon Phi Coprocessor;

– GPU NVidia Tesla;

– FPGA Xilinx Virtex-6.

Результаты, полученные с использованием ЦКП ИСКЦ:

1) Разработаны новые алгоритмы автоматического поиска декомпозиционных представлений трудных вариантов проблемы булевой выполнимости (SAT), кодирующих задачи криптоанализа. В основе разработанных алгоритмов лежит вычислительная схема Монте-Карло оценивания математических ожиданий случайных величин. Для увеличения точности прогнозов приходилось работать со случайными выборками весьма существенных объемов (десятки и сотни тысяч упрощенных задач в одной выборке). Соответственно, для осуществления таких масштабных расчетов использовался вычислительный кластер ИСКЦ. Сопутствующие методу алгоритмы были реализованы в виде MPI-приложения (версии программного средства PD-SAT 2012-2015 годов). Ниже приведены основные публикации, содержащие результаты упоминаемых вычислительных экспериментов. Заикин О.С., Семенов А.А. Применение метода Монте-Карло к прогнозированию параллельного времени решения проблемы булевой выполнимости // Вычислительные методы и программирование. 2014. Т.15, № 1. С. 22-35; Semenov A., Zaikin O. Using Monte Carlo Method for Searching Partitionings of Hard Variants of Boolean Satisfiability Problem // Lecture Notes in Computer Science. 2015. Vol. 9251. Pp. 221-230 [Web of science]; Semenov A., Zaikin O. Algorithm for finding partitionings of hard variants of boolean satisfiability problem with application to inversion of some cryptographic functions // SpringerPlus. 2016. Vol. 5:554 [Web of science].

2) В рамках проекта «Экспериментальные исследования геномов и протеомов» проведена аннотация ядерного генома диатомовой водоросли *Synedra acus*. Предсказано 27337 моделей генов, из которых почти 20000 демонстрируют гомологию с последовательностями других диатомей, для 10207 удалось выполнить функциональную аннотацию (ЛИН СО



РАН. Galachyants Y.P., Zakharova Y.R., Petrova D.P., Morozov A.A., Sidorov I.A., Marchenkov A.M., Logacheva M.D., Markelov M.L., Khabudaev K.V., Likhoshway Y.V., Grachev M.A. Sequencing of the complete genome of an araphid pennate diatom *Synedra acus* subsp. *radians* from Lake Baikal // *Doklady Biochemistry and Biophysics*. 2015. Vol. 461, № 1. Pp. 84-88 [Web of Science].

3) Дискретные и непрерывные двухуровневые модели в задачах поддержки принятия решений. Для задачи о р-медиане разработан параллельный эвристический алгоритм по типу так называемых Лагранжевых эвристик, в котором для поиска прямых оценок оптимального значения задачи разработана гибридная параллельная версия ядровой эвристики, на основе параллельной версии алгоритма имитации отжига. Проведено тестирование алгоритма на вычислительном кластере «Академик В.М. Матросов» (ИДСТУ СО РАН. Ushakov A.V., Vasilyev I.L., Gruzdeva T.V. A computational comparison of the p-median clustering and k-means // *Intern. J. of Artificial Intelligence*. 2015. Vol. 13, № 1. Pp. 229-242 [Web of Science, Scopus]).

Центр коллективного пользования Интегрированная информационно-вычислительная сеть ИНЦ ФАНО (Телекоммуникационный центр коллективного пользования «Интегрированная информационно-вычислительная сеть Иркутского научно-образовательного комплекса» (ИИВС ИРНОК)) основан в 1996 г. и является одним из крупнейших информационно-телекоммуникационных центров ФАНО РФ на территории Восточной Сибири. Основной целью функционирования Центра является поддержка междисциплинарных научных исследований и учебного процесса.

Центр обеспечивает передачу, хранение, обработку данных, а также доступ к информационно-вычислительным и мультимедийным научно-образовательным ресурсам всех учреждений, подведомственных ФАНО в г. Иркутске (12 учреждений), а также вузов г. Иркутска (4 вуза).

На базе Центра осуществлен коллективный высокоскоростной доступ к вычислительным ресурсам Суперкомпьютерного центра (СКЦ) ИДСТУ СО РАН, эксплуатируется масштабируемая сеть хранения и обработки данных, представляющая из себя сложный технологический комплекс оборудования и обеспечивающая Учреждения ФАНО надежным и бесперебойным дисковым ресурсом с резервированием физических носителей. На мощностях центра происходит непрерывное накопление важных научных данных разной тематики и структуры – сейсмологической, космической, экологической, лимнологической (оз. Байкал) и многих других видов информации, активно используемой Институтами ФАНО при проведении исследований.

Оборудование ИИВС ИРНОК.

Система хранения данных:

- Система хранения данных LSI Logic Engenio 3994
- Система хранения данных HP MSA 2040

Телекоммуникационное оборудование:



- Сетевой коммутатор Cisco 4503
- Маршрутизатор Cisco 7201
- Маршрутизатор Cisco 7301
- Маршрутизатор Cisco 2801

Комплекс обработки данных:

- Программно-аппаратный комплекс виртуализации на базе HP BL7000
- Сервер HP Proliant DL380P G8
- Сервер телематических служб на базе IBM x3550M3

Система бесперебойного электропитания:

- Источник бесперебойного электропитания APC Symmetra VT
- Источник бесперебойного электропитания APC Symmetra RX
- Дизель-генераторная установка НИМОИНСА HDW-525-T5 (525 кВА)

Результаты, полученные с использованием ЦКП ИИВС ИРНОК:

1) Информационные технологии интеграции неструктурированных данных из произвольных размеченных таблиц на основе исполнения правил их анализа и интерпретации. Впервые предложена методология анализа и интерпретации произвольных таблиц на основе исполнения правил, отображающих известные факты о табличной структуре, стиле и содержании в отсутствующие метаданные о семантических отношениях между внутренними элементами таблиц и внешними предметными знаниями. Предложенная методология положена в основу развития системы трансформации и очистки табличных данных, предназначенной для построения процессов извлечения информации и материализованной интеграции данных из произвольных электронных таблиц. Реализовано сопутствующее программное обеспечение каноникализации произвольных электронных таблиц (ИДСТУ СО РАН. Shigarov, A.O. Table understanding using a rule engine//Expert Systems with Applications. 2015. Vol. 42(2), pp. 929-937 [Scopus])

2) Технология композиции сервисов, реализованных на разных платформах. Для исследования сложных управляемых систем разработана технология, обеспечивающая композицию сервисов, реализованных на разных платформах, в том числе на основе вычислительных кластеров, облачной инфраструктуры. Технология позволяет объединять гетерогенные вычислительные комплексы в единые вычислительные модули, общедоступные через Интернет. Логика работы композиции сервисов (сценарий) задается с помощью процедурного языка программирования JavaScript. Разработан интерпретатор сценариев, механизмы передачи данных, каталог сервисов. Проведено тестирование на базе ЦКП ИИВС ИРНОК (ИДСТУ СО РАН. Bychkov I., Plyusnin V. et al. The creation of a spatial data infrastructure in Management of regions (exemplified by Irkutsk oblast) // Geography and Natural Resources. 2013. Vol. 34, № 2. Pp. 191 – 195 [Scopus]; Бычков И.В., Фёдоров Р.К., Шумилов А.С., Ружников Г.М. Компоненты среды WPS-сервисов обработки геоданных // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2014. Т. 12, № 3. С. 16-24.)



3) Модель агентной системы для имитационного моделирования динамики технического состояния сложных систем. Разработана модель агентной системы для имитационного моделирования динамики технического состояния сложных систем. Новизна модели основана на комплексном использовании методов онтологического моделирования, прецедентных и продукционных систем, вычислительных моделей, а также методов группового выбора, обеспечивающих моделирование и выбор траектории смены состояния агента. Программная реализация агентной модели в виде многоагентной системы обеспечивает эффективность системы управления рисками аварий и техногенных чрезвычайных ситуаций (ИДСТУ СО РАН. Berman A.F., Nikolaychuk O.A., Yurin A.Yu. Automated Planning with the Aid of Case-based Reasoning and Group Decision-making Methods // Computer Communication & Collaboration. 2014. Vol. 2, Issue 1. P. 7-15.).

**4. Общая площадь опытных полей, закрепленных за учреждением. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»**

Информация не предоставлена

**5. Количество длительных стационарных опытов, проведенных организацией за период с 2013 по 2015 год. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»**

Информация не предоставлена

**6. Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований**

Информация не предоставлена

**7. Значение деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона**

ИДСТУ СО РАН принимает активное участие в реализации проектов муниципального и регионального уровня. В 2013-2015 гг. в интересах администрации города Иркутска в институте разработан (модернизирован) ряд информационно-аналитических систем поддержки градостроительной деятельности и городского хозяйства («Муниципальная информационная система градостроительной деятельности г. Иркутска», «Геоинформационная система «Адресный план г. Иркутска», «Геоинформационная система «Инвестиционная карта города Иркутска (ГИС Инвестор)», «Автоматизированная информационная система Отдел коммунального хозяйства АИС АО», «Автоматизированная информационная система Отдел жилищного хозяйства АИС АО». Системы направлены на автоматизацию деятельности в области градостроительной политики, повышение инвестиционной привлекательности города Иркутска, а также доступности электронных услуг в сфере ЖКХ для населения города.



В рамках решения региональной проблемы распространения клещевого энцефалита в институте выполнены работы по проекту РФФИ 12-07-98005-р\_сибирь\_а «Комплексная информационно-аналитическая среда оценки активности, прогнозирования распространения иксодовых клещей в Иркутской области» (Годы проекта: 2012 – 2013. Финансирование: 240000 руб.). В результате работ разработан прототип геоинформационной системы для оценки активности и прогнозирования распространения иксодовых клещей в Иркутской области, размещенный на базе Геопортала Иркутского научного центра (ИНЦ). Созданная система обеспечивает специалистов в области биологии и медицины средствами сбора и анализа данных по распространению опасного заболевания и как следствие повышает оперативность принятия решений по борьбе с ним.

В рамках сохранения экологии и биоразнообразия всемирно значимого озера Байкал в институте выполнены работы по проекту РФФИ 14-47-04125 р\_сибирь\_а «Технология создания открытой информационно-аналитической системы мониторинга биологического разнообразия Байкальской природной территории (БПТ)» (Годы проекта: 2014-2016. Финансирование: 250000 руб.). В результате работ реализован прототип подсистемы ввода и редактирования данных открытой информационно-аналитической системы мониторинга биологического разнообразия БПТ. Данная система позволяет объединить усилия исследователей разных предметных областей знаний и синтезировать базы данных, включающие совместные данные, пригодные для проведения комплексного анализа с использованием WPS-сервисов.

## **8. Стратегическое развитие научной организации**

В институте налажены долгосрочные партнерские отношения с вузами г. Иркутска: Иркутским государственным университетом (ИГУ), Иркутским национальным исследовательским техническим университетом (ИрНИТУ). Совместно с ИГУ организован и действует Научно-образовательный центр «Информационно-вычислительные технологии и системы» (НОЦ ИВТС). Кафедры «Информационных технологий» и кафедра «Теории систем» ИМЭИ ИГУ в Институте математики, экономики и информатики ИГУ (ИМЭИ ИГУ) являются базовыми кафедрами ИДСТУ СО РАН. Лучшие выпускники ИМЭИ ИГУ традиционно пополняют кадровый состав ИДСТУ СО РАН.

ИДСТУ СО РАН ведет активную международную деятельность. Заключены соглашения с 12 научно-образовательными организациями из 6 стран. В рамках соглашений проводятся совместные исследования и научные мероприятия.

## **Интеграция в мировое научное сообщество**

### **9. Участие в крупных международных консорциумах (например - CERN, ОИЯИ, FAIR, DESY, МКС и другие) в период с 2013 по 2015 год**

Информация не предоставлена



**10. Включение полевых опытов организации в российские и международные исследовательские сети. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»**

Информация не предоставлена

**11. Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов за период с 2013 по 2015 год**

Информация не предоставлена

## **НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований**

**12. Научные направления исследований, проводимых организацией, и их наиболее значимые результаты, полученные в период с 2013 по 2015 год**

Направление 35 "Когнитивные системы и технологии, нейроинформатика и биоинформатика, системный анализ, искусственный интеллект, системы распознавания образов, принятие решений при многих критериях".

1. Метод, алгоритм и программный комплекс для решения дискретных задач размещения и маршрутизации. Разработан новый метод, алгоритм и программный комплекс для решения дискретных задач размещения и маршрутизации. Метод основан на моделях целочисленного программирования, исследования их полиэдральных структур и эвристических алгоритмов поиска субоптимальных решений. Программный комплекс показал высокую эффективность при решении задач диспетчерского управления на многоколейных участках железной дороги (призовое место в конкурсе секции железнодорожных приложений Института исследования операций и научного менеджмента США).

2. Вычислительная технология поиска ситуаций равновесия. Для поддержки принятия решений в полиматричных играх доказана теорема редукции поиска равновесий по Нэшу к невыпуклой задаче оптимизации. На основе теоремы проведено доказательство теоремы Нэша о существовании равновесия в полиматричной игре. Для полиматричной игры трех лиц разработана вычислительная технология поиска ситуаций равновесия, основанная на процедурах локального и глобального поисков. Апробация разработанной технологии на тестовых полиматричных играх и задаче конкуренции в банковском секторе Монголии продемонстрировала эффективность предложенного подхода.

3. Методы решения задач обобщенной отделимости. Разработаны и протестированы новые вычислительные технологии и методы решения задач обобщенной отделимости (билинейной, полиэдральной и сферической), возникающих при исследовании задач классификации данных в технике, медицине, экономике. Разработанные методы базиру-



ются на теории глобального поиска в негладких и билинейных задачах минимизации разности двух выпуклых функций.

Публикации:

1. Avella P., Boccia M., Vasilyev I. Lifted and Local Reachability Cuts for the Vehicle Routing Problem with Time Windows, *Computers and Operations Research*. 2013. 40(8). Pp. 2004-2010. [Web of Science]

2. Strekalovsky A.S., Gruzdeva T.V., Orlov A.V. On the problem polyhedral separability: A numerical solution//*AUTOMATION AND REMOTE CONTROL*. 2015. Vol. 76. Issue 10. Pp. 1803-1816. DOI: 10.1134/S0005117915100082 [Web of Science]

3. Orlov A.V., Strekalovsky A.S., Batbileg S. On computational search for Nash equilibrium in hexamatrix games // *Optimization Letters*. 2014. Vol.10. Issue 2. Pp. 369-381. DOI: 10.1007/s11590-014-0833-8. [Web of Science]

4. Орлов А.В. Численный поиск глобальных решений в задачах несимметричной билинейной отделимости // *Дискретный анализ и исследование операций*. 2015. Т. 22, № 1. С. 64-85.

5. Gaudioso M., Gruzdeva T.V., Strekalovsky A.S. On Numerical Solving the Spherical Separability Problem // *Journal of Global Optimization*. 2014. Vol. 66. Issue 1. Pp. 21-34. DOI: 10.1007/s10898-015-0319-y. [Web of Science]

Направление 36 "Системы автоматизации, CALS-технологии, математические модели и методы исследования сложных управляющих систем и процессов".

1. Алгоритм управления группой движущихся объектов, обеспечивающий безопасный обход препятствий. Разработан новый алгоритм управления группой движущихся объектов, обеспечивающий безопасный обход препятствий при заданных уровнях возмущений. В отличие от известных, алгоритм учитывает неполноту измерений, ограничения на ресурсы управления, неопределенности объектов и внешние возмущения. Синтезирована много-режимная система управления системы управления группой подводных роботов в задаче траекторного обследования заданной акватории.

2. Гибридный эволюционный алгоритм решения для задачи маршрутизации транспорта. Разработан гибридный эволюционный алгоритм решения для новой расширенной постановки задачи маршрутизации транспорта, включающей такие параметры, как радиус действия канала связи и скорость транспорта. Предложена схема интеллектуальной адаптации параметров алгоритма под текущий этап вычислений, позволяющая существенно повысить его эффективность в тех случаях, когда есть существенное различие в работе генетических операторов относительно скорости оптимизации целевой функции.

3. Иерархическая система управления автономными подводными роботами с элементами искусственного интеллекта. Разработана гибридная эволюционная технология решения задачи динамического планирования миссий по регулярному (своевременному) мониторингу заданных целей в акватории гетерогенной группой автономных подводных роботов (АПР) при действующих ограничениях на связь. Динамический характер миссии



обусловлен необходимостью быстрого перепланирования миссии в случае непредвиденных изменений. Предложенная технология совмещает работу генетического алгоритма с процедурами локального поиска, специализированными эвристиками и механизмом самоадаптации внутренних параметров. Осуществлена программная реализация технологии в моделирующей среде «AUV Mission Planner». Разработаны основанные на принципе «лидер-ведомый» децентрализованные алгоритмы управления формацией АПР в предположении, что каждому АПР доступны измерения собственного положения в глобальной системе координат, информацию о которых лидер передает своим ведомым посредством акустических каналов связи, допускающих временные задержки и потерю пакетов данных. С использованием вычислительной технологии анализа и синтеза нелинейных систем управления для типовых конфигураций АПР выполнен синтез параметров управления с учетом неидеальности каналов связи, а также других факторов, присущих реальной подводной среде. Методами теории супервизорного управления частично наблюдаемыми дискретно-событийными системами исследовано влияние на управляемость дискретно-событийной системы дополнительной информации о ее состоянии. Методом логико-алгебраических уравнений, разработанным для исследования вопросов устойчивости свойств динамических систем при различных преобразованиях, получены теоремы о сохранении свойств управляемости и наблюдаемости языка, описывающего желаемое поведение системы.

Публикации:

1. Nagul N. Discrete-event systems with state observation properties studying // Вычислительные технологии. 2015. Т. 20, ч. IV. С. 167-177.
2. Kenzin M., Bychkov I., Maksimkin N. Hybrid evolutionary approach to multi-objective mission planning for group of underwater robots // Mathematical Modeling of Technological Processes, Communications in Computer and Information Science. 2015. Vol. 549. Pp. 73-84. [Scopus].
3. Кензин М.Ю., Максимкин Н.Н. Моделирующая среда для планирования мультиобъектных групповых миссий автономных подводных аппаратов AUV Multiobjective Mission Planner: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015610373 от 20.02.2015 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2015 (Свидетельство о регистрации).
4. Nagul N. A Proportional Distribution of AUVs under Decentralized Control // Proc. of 36th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO). 2013. Pp. 1043-1048. [Web of Science].
5. Nagul. N.V. The logic-algebraic equations method in system dynamics // St. Petersburg Math. J. 2013. Vol. 24, № 4. Pp. 645-662. [Web of Science].

Направление 38 "Проблемы создания глобальных и интегрированных информационно-телекоммуникационных систем и сетей, развитие технологий и стандартов GRID".



1. Сервис-ориентированный подход к организации распределенных вычислений в кластерной Grid. Разработан новый сервис-ориентированный подход к организации распределенных вычислений в кластерной Grid, содержащий оригинальные методы и мультиагентные средства конвертирования пользовательских запросов к сервис-ориентированной среде в вычислительные задания, классификации этих заданий и декомпозиции ресурсов среды в соответствии с классами заданий, новые высокоуровневые средства описания интерфейсов сервис-ориентированных приложений в объектно-ориентированной базе знаний.

2. Технологии проектирования, моделирования и создания предметно-ориентированных систем, формирования сетевых сервисов приложений инфраструктуры пространственных данных для поддержки междисциплинарных научных исследований. Разработаны технологии проектирования, моделирования и создания предметно-ориентированных систем, формирования сетевых сервисов приложений инфраструктуры пространственных данных для поддержки междисциплинарных научных исследований. В отличие от существующих технологии основаны на спецификациях представления и обработки информации, что позволяет гибко их применять для решения широкого круга проблем. Реализованные технологии обеспечивают формирование и передачу данных, запуск сервисов, организацию вычислительного процесса в облачной и кластерной инфраструктуре, представление результатов.

3. Дискретно-автоматные модели коллективного конформного поведения. Построены и исследованы дискретно-автоматные модели коллективного конформного поведения, коллектив в которых представлен синхронной булевой сетью. В рамках моделей введены агенты специального вида, которые либо всегда действуют (агенты-агитаторы), либо всегда бездействуют (агенты-лоялисты). Исследованы комбинаторные задачи размещения агитаторов и лоялистов в узлах сети с целью ее активации или дезактивации. Получены теоремы о свойствах дискретно-автоматных отображений, задаваемых рассматриваемым классом сетей. Разработаны вычислительные алгоритмы решения задач размещения агентов. С использованием современных многопоточных SAT-решателей исследованы сети с 500 и более вершинами.

Публикации:

1. Заикин О.С., Семенов А.А. Применение метода Монте-Карло к прогнозированию параллельного времени решения проблемы булевой выполнимости // Вычислительные методы и программирование. 2014. Т.15. С. 22-35.

2. Bychkov I.V., Oparin G.A., Feoktistov A.G., Bogdanova V.G., Pashinin A.A. Service-oriented multiagent control of distributed computations//AUTOMATION AND REMOTE CONTROL. 2015. Vol. 76. Issue 11. Pp. 2000-2010. DOI: 10.1134/S0005117915110090 [Web of science]

3. Shigarov Alexey O. Table understanding using a rule engine // Expert systems with applications. 2015. Vol. 42, № 2. Pp. 929-937. [Scopus]



4. Манзюк М.О., Заикин О.С., Посыпкин М.А. CluBORun: программный комплекс для использования свободных ресурсов вычислительных кластеров в BOINC-расчетах // Информационные технологии и вычислительные системы. 2014. № 4. С. 3-11.

5. Bychkov I.V., Oparin G.A., Novopashin A.P., Sidorov I.A. Agent-Based Approach to Monitoring and Control of Distributed Computing Environment // Parallel Computing Technologies, LNCS 9251. 2015. P. 253-257. [Scopus]

**13. Защищенные диссертационные работы, подготовленные период с 2013 по 2015 год на основе полевой опытной работы учреждения. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».**

Информация не предоставлена

**14. Перечень наиболее значимых публикаций и монографий, подготовленных сотрудниками научной организации за период с 2013 по 2015 год**

1. Avella P., Boccia M., Vasilyev I. Lifted and local reachability cuts for the vehicle routing problem with time windows // ComputerS & Operations Research. 2013. Vol. 40. № 8. Pp. 2004–2010. Web of Science. DOI: 10.1016/j.cor.2013.03.008. IF = 1,718.

2. Shigarov Alexey O. Table understanding using a rule engine // Expert Systems with Applications. 2015. Vol. 42. Issue 2. Pp. 929-937. Web of Science. DOI: 10.1007/978-3-319-24770-0\_16. IF =2,24.

3. Strekalovsky A.S. Global optimality conditions for optimal control problems with functions of A.D. Alexandrov // Journal of Optimization Theory and Applications. 2013. Vol. 159. № 2. Pp. 297–321. Web of Science. DOI: 10.1007/s10957-013-0355-z. IF = 1,406.

4. Gruzdeva T.V . On a continuous approach for the maximum weighted clique problem // Journal of Global Optimization. 2013. Vol. 56. № 3. Pp. 971–981. Web of Science. DOI: 10.1007/s10898-012-9885-4. IF =1,355.

5. Kochemazov S., Semenov A. Using Synchronous Boolean Networks to Model Several Phenomena of Collective Behavior // PLoS ONE. 2014. Vol. 9. № 12. № статьи e115156. Web of Science. DOI: 10.1371/journal.pone. IF =3,234.

6. Bychkov I.V., Oparin V.N., Potapov V.P. Cloud technologies in mining geoinformation science // Journal of Mining Science. 2014. Vol. 50. Issue 1. Pp. 142-154. Web of Science. DOI: 10.1134/S1062739114010207. IF = 0,239. РИНЦ. IF = 0,365.

7. Bogdanova V.G., Bychkov I.V., Korsukov A.S., Oparin G.A., Feoktistov A.G. Multiagent approach to controlling distributed computing in a cluster Grid system // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2014. Vol. 53. Issue 5. Pp. 713-722. Web of Science. DOI: 10.1134/S1064230714040030. IF = 0,483.

8. Semenov A., Zaikin O. Using Monte Carlo Method for Searching Partitionings of Hard Variants of Boolean Satisfiability Problem // Parallel Computing Technologies (PACT 2015).



Lecture Notes in Computer Science. Vol. 9251. Pp. 222-230. Web of Science. DOI: 10.1007/978-3-319-21909-7\_21.

9. Заикин О.С., Семенов А.А. Применение метода Монте-Карло к прогнозированию параллельного времени решения проблемы булевой выполнимости // Вычислительные методы и программирование. 2014. Т.15.№ 1 С. 22-35. РИНЦ. eISSN: 1726-3522.IF = 0,555

10. Paramonov V., Fedorov R., Ruzhnikov G., Shumilov A. Web-Based Analytical Information System for Spatial Data Processing // Communications in Computer and Information Science. 2013. Vol. 403. P. 93–101. Scopus. DOI: 10.1007/978-3-642-41947-8\_9 IF=0,13

Монографии:

1. Бычков И.В., Батулин В.А., Дьякович М.П., Бадмацыренова С.Б., Бокмельдер Е.П., Будаев Б.С., Горнов А.Ю., Ефимова Н.В., Зароднюк Т.С., Парамонов В.В., Столбов А.Б. Методические модели состояния общественного здоровья на примере Прибайкальского региона. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. 209 с. ISBN 978-5-7692-1334-2. Тираж 320 экз.

2. Груздева Т.В., Стрекаловский А.С. Задачи о клике и невыпуклая оптимизация. Новосибирск: Наука, 2014. 183 с. ISBN 978-5-02-019183-9. Тираж 300 экз.

3. Дыхта В.А., Самсонюк О.Н. Неравенства Гамильтона-Якоби и вариационные условия оптимальности. Иркутск: Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2015. 150 с. ISBN 978-5-9624-1298-6. Тираж 300 экз.

4. Абросимов Н.В., Агеев А.И., Адушкин В.В., Акимов В.А., Алешин А.В., Алешин Н.П., Асмолов В.Г., Афиногенов Д.А., Ахметханов Р.С., Баландин Д.В., Пермяков В.Н., Баранов В.В., Бармин Н.В., Барышов С.Н., Белов П.Г., Белозеров А.С., Беляев И.И., Берман А.Ф., Николайчук О.А., Павлов А.И., Юрин А.Ю. и др. Безопасность России: правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Научные основы техногенной безопасности. М.: Знание, 2015. 936 с. ISBN 978-5-87633-131-1. Тираж 1000 экз.

**15. Гранты на проведение фундаментальных исследований, реализованные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского научного фонда и другие**

Всего 29 грантов РФФИ, 1 - РНФ

1. РНФ № 15-11-20015 «Оптимизационные методы поиска равновесных решений в конфликтных и иерархических системах управления». 2015 – 2017. 18000000 руб. Руководитель проекта – д.ф.-м.н. проф. Ренцен Энхбат (Rentsen Enkhbat) (директор Института математики Национального университета Монголии).

2. РФФИ 11-07-00426 «Технологии создания сервисов инфраструктуры пространственных данных, основанные на декларативных спецификациях форматов представления данных и интеллектуальной обработке знаний для поддержки междисциплинарных фундаментальных исследований». 2011-2013. 900000 руб.



3. РФФИ 12-07-13116 «Разработка и интеграция математических моделей, методов и интеллектуальных информационных технологий для оптимизации инфраструктуры железнодорожного транспорта и повышения эффективности использования подвижного состава». 2012-2014. 2800000 руб.

4. РФФИ 13-07-12080-офи\_м «Информационно-аналитическая среда обработки пространственных данных для исследования окружающей среды региона и управления его природно-ресурсным потенциалом». 2012-2015. 3000000 руб.

5. РФФИ 12-07-33021-мол-а-вед «Алгоритмы решения многоэкстремальных задач оптимизации на основе методов машинного обучения». 2012-2013. 1450000 руб.

6. РФФИ 14-07-00166 «Технология интеграции распределенных web-сервисов и данных в рамках междисциплинарной информационно-аналитической среды». 2014-2015. 1930000 руб.

7. РФФИ 14-07-00403-а «Разработка параллельных алгоритмов решения проблемы булевой выполнимости (SAT) и их реализация в проектах добровольных вычислений». 2014-2016. 1100000 руб.

8. РФФИ 14-07-00740 «Модели и методы исследования режимов функционирования группировки автономных подводных роботов». 2014-2016. 1300000 руб.

9. РФФИ 15-29-07955 «Разработка методов, алгоритмов и инструментальных средств планирования выполнения масштабируемых приложений в разнородной кластерной Grid». 2015-2017. 3000000 руб.

10. 15-37-20042 «Методы интеграции неструктурированных табличных данных». 2015-2016. 2000000руб.

**16. Гранты, реализованные на основе полевой опытной работы организации при поддержке российских и международных научных фондов. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».**

Информация не предоставлена

## **ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **Наиболее значимые результаты поисковых и прикладных исследований**

**17. Поисковые и прикладные проекты, реализованные в рамках федеральных целевых программ, а также при поддержке фондов развития в период с 2013 по 2015 год**

Федеральная целевая программа «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. Проект: 2012-1.2.2-12-000-2007-027 «Система поддержки



принятия решений для предупреждения и ликвидации техногенных чрезвычайных ситуаций на основе прецедентного подхода». Годы выполнения: 2012-2013. Финансирование: 734000 руб.

## **Внедренческий потенциал научной организации**

### **18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований**

В качестве объектов инфраструктуры для прикладных исследований и разработок в ИДСТУ СО РАН действуют два центра коллективного пользования: ЦКП «Иркутский суперкомпьютерный центр СО РАН» (ИСКЦ) и ЦКП «Интегрированная информационно-вычислительная сеть ИНЦ ФАНО (Телекоммуникационный центр коллективного пользования «Интегрированная информационно-вычислительная сеть Иркутского научно-образовательного комплекса» (ИИВС ИРНОК))». Оборудование центров обеспечивает передачу, хранение, обработку данных, доступ к информационно-вычислительным и мультимедийным научно-образовательным ресурсам всех учреждений, подведомственных ФАНО в г. Иркутске, а также организацию высокопроизводительных вычислений. На базе ЦКП проводятся прикладные исследования и разработки в областях биоинформатики, филогенетики, микробиологии, геномики, компьютерного моделирования наноматериалов, криптографии, математической оптимизации и исследований операций, энергетической безопасности, экологии и рационального природопользования, ядерной энергетики, разработки программного обеспечения. На мощностях центра происходит непрерывное накопление важных научных данных разной тематики и структуры – сейсмологической, космической, экологической, лимнологической (оз. Байкал) и многих других видов информации, активно используемой Институтами ФАНО при проведении исследований. Разрабатываемые сотрудниками ИДСУТ СО РАН алгоритмы, модели и технологии апробируются на оборудовании ЦКП. Отдельные разработки ИДСТУ внедрены для проведения междисциплинарных научных исследований с использованием мощностей ЦКП. Например, инструментальные средства организации и мониторинга высокопроизводительных вычислений, информационно-аналитические системы, геоинформационные системы.

### **19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены за период с 2013 по 2015 год**

1. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2014616587 «Программная система нечёткого поиска объектов на растровых изображениях» Бычков И.В., Ружников Г.М., Фёдоров Р.К., Авраменко Ю.В. // Зарегистрировано в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам 16.11.2014. Внедрена в лаборатории картографии, геоинформатики и дистанционных методов ФГБУН Институт географии им. В.Б. Сочавы, акт о внедрении от 7.07.2015 № 15355-01-2115/145.



2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012660364 «TrigLib – динамическая библиотека для построения триангуляций и триангуляций с ограничениями» Хмельнов А.Е. // Зарегистрировано в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам 16.11.2012. Внедрена в лаборатории картографии, геоинформатики и дистанционных методов ФГБУН Институт географии им. В.Б. Сочавы, акт о внедрении от 7.07.2015 № 15355-01-2115/146.

3. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2009616431 «Конвертер картографической информации из формата DXF в формат SXF (DXF2SXF)» Бычков И.В., Ружников Г.М., Хмельнов А.Е., Федоров Р.К., Шигаров А.О. // Зарегистрировано в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам 20.11.2009. Внедрена в лаборатории картографии, геоинформатики и дистанционных методов ФГБУН Институт географии им. В.Б. Сочавы, акт о внедрении от 7.07.2015 № 15355-01-2115/147.

4. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2009616430 «ISAPI расширение для Интернет-публикации векторных карт в формате SMD (ISAPI SMD)» Бычков И.В., Ружников Г.М., Хмельнов А.Е., Шигаров А.О. // Зарегистрировано в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам 20.11.2009. Внедрена в лаборатории картографии, геоинформатики и дистанционных методов ФГБУН Институт географии им. В.Б. Сочавы, акт о внедрении от 7.07.2015 № 15355-01-2115/148.

5. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2011618228 «FlexT BinExpl» Хмельнов А.Е. // Зарегистрировано в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам 19.10.2011. Внедрена на кафедре информационных технологий Института математики, экономики и информатики Иркутского государственного университета, акт о внедрении от 01.09.2015.

6. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007613643 «Программный комплекс для создания автоматизированных рабочих мест с картографической привязкой с использованием метаописаний структуры баз данных (GeoAPM)» Бычков И.В., Гаченко А.С., Фереферов Е.С., Хмельнов А.Е. // Зарегистрировано в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам 27.08.2007. Внедрена на кафедре информационных технологий Института математики, экономики и информатики Иркутского государственного университета, акт о внедрении от 01.09.2015.

7. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2011618229 «FlexT PE Explorer» Хмельнов А.Е. // Зарегистрировано в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам 19.10.2011. Внедрена на кафедре информационных технологий Института математики, экономики и информатики Иркутского государственного университета, акт о внедрении от 01.09.2015.



## ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ

### Экспертная деятельность научных организаций

#### **20. Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами**

1. Письмо «О корректировке ФЦП «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012-2020 годы» министру природных ресурсов и экологии Российской Федерации С.Е. Донскому (исх. № 15701-2115.1/33 от 02.03.2015).

2. Предложения по созданию Представительств РАН в региональных центрах и разработке Положения о Представительстве РАН президенту РАН академику В.Е. Фортову (исх. № 15702-2115.1/120 от 08.07.2015).

3. Аналитическая записка для члена Совета Федерации В.Б. Шубы по исполнению федеральной целевой программы «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012-2020 годы» и оценка проекта постановления Правительства РФ «О внесении изменений в федеральную целевую программу «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012-2020 годы» (2015 г.).

4. Рекомендации по минимизации воздействия на экосистему и водохозяйственный комплекс трансграничного бассейна реки Селенга в границах Российской Федерации в связи с планами строительства гидроэнергетических объектов на территории Монголии и предложения по разработке и апробации универсальной схемы мониторинга прибрежной зоны крупных озёр для включения в систему мониторинга состояния и загрязнения водных объектов (12 ноября 2015 г.).

5. Экспертиза Положения о порядке предоставления из областного бюджета грантов в форме субсидий по результатам регионального конкурса проектов фундаментальных исследований, проводимого Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований» и Правительством Иркутской области, Министерство экономического развития Иркутской области (2015).

6. Предложения по формированию тематики исследований (проектов) в рамках программного мероприятия 1.2 ФЦП «Исследования и разработки по приоритетному направлению развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 годы» (для Минобрнауки РФ по запросу ТП «Национальная информационная спутниковая система»).



## **Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций**

### **21. Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год**

1. «Разработка математической модели для систем ориентации и стабилизации космических аппаратов с крупногабаритными трансформируемыми нежесткими элементами конструкции» (Заказчик ОАО «Информационные спутниковые системы им. ак. М.Ф. Решетнева». 2013-2015)
2. «Услуги по развитию муниципальной информационной системы градостроительной деятельности г. Иркутска» (Заказчик Администрация г. Иркутска. 2013, 2014)
3. Выполнение работ по модернизации геоинформационной системы «Адресный план г. Иркутска» (Заказчик Администрация г. Иркутска. 2013, 2015)
4. Услуги по развитию геоинформационной системы «Инвестиционная карта города Иркутска ГИС Инвестор». (Заказчик Администрация г. Иркутска. 2013)

### **Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении (представляются по желанию организации в свободной форме)**

### **22. Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении, а также информация, которую организация хочет сообщить о себе дополнительно**

ИДСТУ СО РАН принимает активное участие в развитии и продвижении компьютерных наук в России. Специалистами института подготовлены предложения в стратегию развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014-2020 годы, концепцию развития информационных технологий в органах исполнительной власти Иркутской области, подпрограммы "Электронный Иркутск", даны предложения о расширении фундаментальных и прикладных исследований для Министерства природных ресурсов РФ. Сотрудники института ведут деятельность в Совете по информатизации при администрации города Иркутска, Градостроительном совете г. Иркутска, Координационном научном совете при Губернаторе Иркутской области, Научно-техническом совете при главном управлении МЧС по Иркутской области, Научно-координационном совете «Информационные ресурсы СО РАН», научно-координационном совете программы «Телекоммуникационные и мультимедийные ресурсы СО РАН», совете по супервычислениям СО РАН, научно-координационном совете по информатизации ИНЦ СО РАН, в том числе в российских и международных научных сообществах: Association for Computing



Machinery, Mathematical Optimization Society, Society for Industrial and Applied Mathematics, Российская ассоциация искусственного интеллекта.

Сотрудники ИДСТУ СО РАН ведут экспертную деятельность в редколлегиях научных журналов: Автометрия, Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАН, Вестник компьютерных и информационных технологий, Вестник НГУ. Информационные технологии, Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления, Вестник Южно-Уральского государственного университета, серия «Математическое моделирование и программирование», Вычислительные технологии, Известия Иркутского государственного университета. Серия «Математика», Наука Приангарья: идеи, инновации, инвестиции, Промышленная безопасность и защита окружающей среды, Сибирский журнал индустриальной математики, Современные технологии. Системный анализ. Моделирование, Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, Computer Communication & Collaboration, Discussiones Mathematicae, Differential Inclusions, Control and Optimization, Journal of Nonlinear Functional Analysis and Differential Equations, Journal of Optimization Theory and Applications, Safety and Environmental Engineering.

Советом по грантам Президента Российской Федерации поддержан грант ИДСТУ СО РАН «Многофункциональные интеллектуальные информационные и управляемые системы: теория и приложения» на государственную поддержку ведущих научных школ Российской Федерации (2014-2015, 2016-2017).

ИДСТУ СО РАН ведет активную международную деятельность. С 12 научно-образовательными организациями из 6 стран заключены соглашения, в рамках которых проводятся совместные исследования и научные мероприятия. В результате многолетнего сотрудничества с институтами Академии наук Монголии были выполнены совместные проекты: «Технологии создания единого хранилища данных и сервисов для поддержки управления территориальным развитием» (грант РФФИ, 2011-2012), «Модель инфраструктуры пространственных данных научных учреждений Монголии» (интеграционная программа СО РАН. 2013), «Математическое моделирование и информационные технологии в задачах оценки и прогнозирования здоровья населения города Улан-Батор в зависимости от социальных, экологических и экономических факторов» (интеграционная программа СО РАН. 2013-2014), «Технология разработки информационно-аналитических систем с функциями пространственного анализа для поддержки управления социально-экономическим развитием территорий» (грант РФФИ, 2016-2017). ИДСТУ СО РАН регулярно проводит Российско-монгольскую конференцию молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям и управлению. Также в 2017 году ИДСТУ СО РАН проводит II Монгольско-Российско-Вьетнамский семинар «Численное решение интегральных и дифференциальных уравнений», который имеет потенциал стать регулярной международной конференцией (об участии в семинаре заявили более 30 иностранных ученых из 6 стран).



ИДСТУ СО РАН развивает сотрудничество с научно-исследовательскими организациями Китая. С Институтом автоматизации Академии наук провинции Хэйлунцзян было заключено соглашение по обмену опытом в области разработки интеллектуальных систем поддержки принятия решений муниципального уровня. Заключено соглашение между ИДСТУ СО РАН, Northwestern Polytechnical University School of Marine Science and Technology – NWPU-SMST (КНР) и Caton Global Technology Co., Ltd (Пекин, КНР) о проведении совместных исследований и разработок в областях подводной акустики и оптики, создания новых технологий, моделей и алгоритмов, а также конкретных устройств для подводной робототехники. В результате сотрудничества в 2016 году с Caton Global Technology Co., Ltd (Пекин, КНР) заключен контракт на разработку программного обеспечения системы Satellite AIS, обеспечивающей возможность обработки принимаемых спутником сигналов AIS, в том числе в случае их перекрытия для задач управления речным пароходством.

ФИО руководителя

*И.В. Богачев*

Подпись

*[Handwritten signature]*

Дата

*22.05.2017*