

Информационно-аналитическое обеспечение предпроектных исследований и системная интеграция: проблемные вопросы формирования задела и внедрения единых технологий

*А.В. Рожнов,
с.н.с., к.т.н., rozhnov@ipu.ru,
ИПУ РАН, Москва,
Н.А. Скорик,
магистрант, na9577@yandex.ru,
МАИ (НИУ), г. Москва*

Доклад является вводным и очередным в серии работ коллектива авторов, в которых мы продолжаем отслеживать и анализировать современное состояние и новые тенденции в актуальной предметной области экологического мониторинга. В рамках комплексной работы приводится краткий тематический обзор смежных типовых публикаций, отражённых к 2017 году в национальной библиографической базе данных научного цитирования, посвящённых рассмотрению ряда сопутствующих вопросов, включая наиболее интересные профильные отечественные патенты. Отдельное внимание уделяется новым средствам автономной и гетерогенной робототехники, конкретным примерам применения таковых в исследуемой междисциплинарной сфере интересов привлекаемых различных специалистов.

В данной части комплексной работы представлены вводные положения, некоторые акценты информационно-аналитического обеспечения, замысел проводимых исследований и формирования задела единой технологии.

The report is the next work of the authors, in which they continue to explore and analyze the current state and new trends in the relevant subject area of environmental monitoring. A brief thematic review of the publications, reflected by 2017 in the national bibliographic database of scientific citation, is devoted to the consideration of a number of related issues, including profile domestic patents. Special attention is paid to new means of autonomous and heterogeneous robotics, specific examples of such applications in the interdisciplinary field of interest under investigation.

In this part of the aggregative work introductory provisions and the main idea of continuing research and the formation of a reserve of an advanced technology are presented.

Введение

Вводный доклад имеет целевую установку освещения некоторых особенностей информационно-аналитического обеспечения предпроектных исследований и практики системной интеграции в сфере экологического мониторинга. Рассматриваемые проблемные вопросы в первую очередь направлены на формирование задела и обоснование приемлемых условий внедрения единых технологий в интересах разработки соответствующих наукоёмких приложений.

Актуальные вопросы включают сценарное планирование и координацию действий группировок гетерогенных автономных робототехнических комплексов при выполнении многоэтапных прикладных задач упреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций различного характера. Как известно, повышение эффективности операций поисково-спасательных формирований МЧС России обеспечивается анализом значительного объёма сведений (данных), совершенствованием методов управления сложными организационно-техническими системами [1], различными мероприятиями и иными средствами, в числе которых применяются результаты исследования закономерностей распределения плотности вероятности местонахождения объектов поиска [2], разработка алгоритмов построения карты вероятности на местности с учётом поведения людей на местности и некоторые другие [3].

В работе подвергаются рассмотрению частные результаты проводимых исследований, направленных на оценку перспектив развития информационного обеспечения в интересах стратегического прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Стратегической целевой установкой работы является анализ новых возможностей контрфактического прогнозирования при проведении поисковых исследований в сфере разработки и применения современных приложений информационно-аналитического и других видов обеспечения сложных систем [1, 2].

Общая проблемная область «Anticipatory Intelligence» (т.н. «упреждающей информации») фокусируется на характеристике и уменьшении неопределённости, предоставляя лицам, принимающим решения, своевременные и точные прогнозы значительных глобальных событий. Примеры этого исследования демонстрирует осуществимость революционных концепций, которые могут предоставлять в реальном времени индикаторы и предупреждение в контексте, чтобы поддерживать быстрое и тонкое понимание потребителями таковых сервисов и инструментальных средств [3, 4] и при этом, как таковые, реализуемые проекты технически разнообразны, хотя каждая такая новая программа [<https://www.iarpa.gov/index.php/about-iarpa/anticipatory-intelligence>]:

- разрабатывает технологии для создания своевременных прогнозов для чётко определенных событий и их характеристик (например, кто, что, когда, где и как);
- использует строгий, открытый и постоянный процесс тестирования и оценки;
- имеет показатели, которые включают время выполнения, точность, ложные положительные и ложные отрицательные ставки и рассчитываются путём сопоставления прогнозов с событиями реального мира;
- сообщает прогнозы в контексте и др.

Основные области исследований включают прогнозирование тех или иных событий, связанных с наукой и технологией: социальные, политические и экономические кризисы, эпидемиологии и биозащиту, контрразведывательную деятельность, кибербезопасность и др.

Также, в различной степени, в работе используются материалы и частные результаты по междисциплинарным вопросам исследования:

- обзор актуальных направлений исследований «Intelligence Advanced Research Projects Activity (IARPA)» в интересах прогнозирования чрезвычайных ситуаций (по материалам публичных информационных ресурсов) [5];
- анализ применимости интеграционных компонентов 3D-визуализации для прикладных задач информационно-аналитического сопровождения на примере «International Charter on Space and Major Disasters» [6].

В предоставленной работе приводятся необходимые в текущей работе краткие сведения по наиболее интересным исследовательским проектам: FOCUS, VirtUE, Mercury и др. [7-9].

Подвергнем разбору перечень докладов авторского коллектива, заявленных на проводимой конференции [1-33]:

1. Сценарное планирование и координация действий группировок гетерогенных автономных робототехнических комплексов при выполнении многоэтапных прикладных задач

Исследуется ряд взаимоувязанных вопросов и осуществляется экспериментальная реализация алгоритмов сценарного планирования и координации действий группировок гетерогенных автономных робототехнических комплексов (ГАРТК) при выполнении многоэтапных прикладных задач, которая представляется немаловажным этапом на предпроектной стадии комплексных исследований и обоснования указанной единой технологии мониторинга.

В соответствии с замыслом основной задачи проекта – разработать и реализовать энергоэффективные алгоритмы и протоколы управления движением ГАРТК в многоэтапных примерах применения групп дистанционно-управляемых (беспилотных, автономных и т.д.) комплексов средств, – опорные сценарии предусматривают ряд условий их функционирования:

- ✓ ограниченная точность измерений и реализации управляющих воздействий; запаздывание в передаче данных измерения и при управлении;
- ✓ дискретность отображения (поведенческой неопределённости) объектов посредством протоколов передачи данных в среде их функционирования;
- ✓ конфликтные ситуации в движении ГАРТК; изменения в составе группы;
- ✓ ряда других технических ограничений и возможных особенностей реализации энергоэффективного управления в рассматриваемых условиях.

Проводимые комплексные исследования и разработка единой технологии мониторинга также включают в себя задел по теме «Обмен опытом и обоснование методических рекомендаций по сопровождению и координации научно-инновационной деятельности» (в т.ч. в части касаясь подготовки и сопровождения кадров наукоёмких отраслей промышленности). Рассматриваются частные задачи предпроектных исследований – ряд особенностей информационно-аналитического обеспечения в примерах планирования и межведомственной координации природоохранных мероприятий водных ресурсов (регионы Волжского бассейна, озера Байкал, арктической зоны и некоторые другие).

2. Прикладные аспекты разработки в составе единой технологии интеграционных компонентов виртуальной семантической среды

В докладе рассматривается сопоставление результатов прикладных исследований новых возможностей методов интеграции и биоинспирированных моделей для формирования компонентов виртуальной семантической среды с идеями проекта «CARLA: An Open Urban Driving Simulator».

Интеграционные компоненты сориентированы по темам: «Автономные системы: гражданско-правовое обеспечение применения», «Обзор некоторых возможностей симулятора «AirSim» с открытым исходным кодом на базе «Unreal Engine» для автономных систем от «Microsoft AI & Research» и др. [www.ipu.ru/smart].

Разработка предполагает также проведение дальнейших комплексных исследований моделей и способов системной интеграции пертинентных данных, кооперации, консенсуса и координации для децентрализованного управления группировками гетерогенных автономных роботов.

3. Информационно-аналитическое обеспечение предпроектных исследований и системная интеграция: проблемные вопросы формирования задела и внедрения единых технологий

Представлены результаты проводимых комплексных исследований и разработки единой технологии мониторинга. Доклад продолжает работы по теме «Обмен опытом и обоснование методических рекомендаций по сопровождению и координации научно-инновационной деятельности». Рассматривается ряд частных задач предпроектных исследований – особенности информационно-аналитического обеспечения в примерах планирования и межведомственной координации природоохранных мероприятий водных ресурсов (регионов Волжского бассейна, озера Байкал и арктической зоны).

Проведение дальнейших исследований моделей и способов интеграции пертинентных данных – производные задачи координации для децентрализованного управления группировками гетерогенных автономных роботов.

4. Информационно-аналитическое обеспечение предпроектных исследований единой технологии мониторинга водных ресурсов

В докладе представлены первичные результаты проводимых комплексных исследований и разработки единой технологии мониторинга. Рассматривается ряд частных задач предпроектных исследований – особенности информационно-аналитического обеспечения в примерах планирования и межведомственной координации природоохранных мероприятий водных ресурсов (регионов Волжского бассейна, озера Байкал и арктической зоны).

Ускоренное макетирование комплекса технических средств предполагает в первую очередь создание набора интеграционных компонентов, реализующих основные функции в распределенной межсубъектной базе данных:

- сбор, хранение и первичная обработка информации, получаемой автоматическими постами; дистанционный, в т.ч. космический, мониторинг;
- системная интеграция пертинентных данных по запросу и автоматически при появлении данных о ЧС; поддержка принятия решений (оценка рисков при превышении измеряемых показателей над нормативными, модельные расчеты и прогнозирование, зонально-географическая оценка и т.д.);

- отбор и передача данных на вышестоящий иерархический уровень;
- обеспечение информационно-системной безопасности и другие.

Предложены интеграционные компоненты виртуальной семантической среды для тренажерных комплексов в составе единой технологии.

5. Исследование способов позиционирования робототехнических воздушных комплексов, способ формирования требуемых конфигураций траекторий летательного аппарата и перспективное приложение LSBN

В настоящее время разработке способов, реализующих функции позиционирования робототехнических воздушных комплексов (РТВК) уделяется внимание, так как повышение точности в различных условиях позволяет качественно иным образом подходить к решению таких задач как: навигация и управление, обработка данных (в текстовом, аудио- или видеоформате), автоматизация работы или реализация беспилотных решений и т.д.

Особенно интересны эти задачи в условиях неопределенности внешних условий. К примеру, это проблемные вопросы автоматизации мониторинга объектов в условиях различных возмущений (сильный ветер, зашумленная обстановка и др.). Реализация проектирования посредством компонентного подхода имеет большой потенциал при создании прорывных технологий позиционирования РТВК. Рассматривается ряд частных вопросов позиционирования РТВК, основанных на патентном обзоре. Среди методов позиционирования выделяются также спутниковая связь, радиочастотные метки, локальное и визуальное позиционирование. Рассмотрены предпосылки к формированию новой методики выбора адаптивных методов позиционирования в задачах с неопределенностью внешних условий. В свою очередь, выделенным подвопросом является необходимость отдельного рассмотрения задач доставки различного рода гуманитарных грузов с использованием летательных аппаратов (ЛА), в т.ч. и посредством РТВК.

Результаты моделирования задач навигации, управления и наведения ЛА могут быть использованы для формирования в процессе наведения спускаемого аэробаллистического ЛА в заданную точку земной поверхности (точку цели) различных траекторий спуска заданной конфигурации. Совершенствуемый способ заключается в формировании спиралевидных траекторий спуска различной конфигурации, а также формации в группе ЛА. В процессе управления спуском единичного ЛА осуществляется программное вращение требуемого направления вектора конечной скорости ЛА по образующей прямого кругового конуса с вершиной в точке цели в прямом или в обратном направлении с заданным постоянным или переменным периодом вращения. Технический результат заключается в возможности реализации маневренных возможностей спускаемых аэробаллистических ЛА путем формирования различных траекторий спуска.

Следует отметить, что на прошлогодней конференции уже были представлены результаты поисковых исследований предпроектной стадии жизненного цикла экспериментальных ЛА. В развиваемом комплексном проекте были приведены характерные аналоги летательных аппаратов VTOL (vertical take-off and landing), т.е. с изменяющейся аэродинамической схемой. В предлагаемых при патентном поиске к сопоставлению условных аналогах в первую очередь были выделены экспериментальный прототип «Bell X-22»; техническое решение, показанное в патенте «Vertical / shorttake-off and landing aircraft» (US 4828203); а также некоторые сведения из футуристического проекта «TriFan 600» (<http://www.xtiaircraft.com/trifan-600>) и др. Обоснован набор возможностей устранения недостатков указанных аналогов в ряде оригинальных технических решений в рассматриваемых условиях эксплуатации.

Новый акцент в текущих исследованиях – приложение в задачах использования дополнительной информации из социальных сетей, основанных на местоположении (Location-Based Social Networks, LSBN); концептуально – на рис.

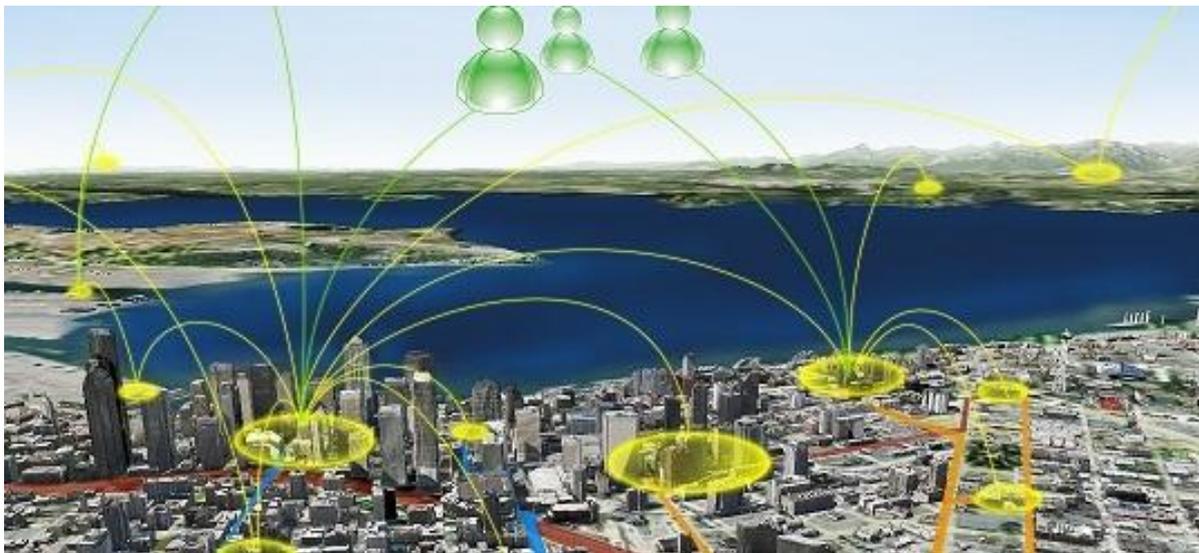


рис. Иллюстрация Location-Based Social Networks, LSBN
 (<https://www.microsoft.com/en-us/research/project/location-based-social-networks>)

Здесь мониторинг («измерение») местоположения возвращает социальные сети к реальности, во многом устраняя разрыв между физическим миром и онлайн-сервисами социальных сетей. В этом случае исследуется LSBN с позиций интересов различных пользователей и их местоположения в рассматриваемых условиях чрезвычайных ситуациях. На иллюстрации, согласно одноименного проекта Microsoft (см. рис.), показан общий вид представления LSBN; доп. комментарии – при детальном обсуждении доклада на секции.

Заключение

При формулировке предварительных выводов в рамках комплексных работ кратко отметим следующее [1-33]:

1. Проведенный краткий анализ направлений исследований «Intelligence Advanced Research Projects Activity, IARPA» по материалам публичных информационных ресурсов подтверждает актуальность работы в предметной области в интересах решения задач прогнозирования чрезвычайных ситуаций.
 2. В результате анализа применимости интеграционных компонентов 3D-визуализации рассмотрен наглядный пример «International Charter on Space and Major Disasters» с позиций реализации прикладных задач информационно-аналитического сопровождения.
 3. Подобное сопровождаемое в общем управление разработкой изделий на всех этапах жизненного цикла посредством детализированного анализа среды функционирования субъектов деятельности имеет хорошие перспективы приложения не только в интересах решения задач прогнозирования чрезвычайных ситуаций, но и в смежных к ним, что во многом способствует в итоге обеспечению ситуационной осведомленности потребителей при их межведомственном взаимодействии [10-12] в последующем [13, 14];
 4. В приложение сформирован и скорректирован задел систематизированных исходных данных (экономико-организационных, финансовых и некоторых других, также включая и нормативные) современных конкурентных условий развития в сфере разработки и применения современных приложений информационно-аналитического и других видов обеспечения сложных систем.
 5. Представленный аспект позволяет сравнивать различные сценарии как в утилитарно технических и, в то же время, так и в экономических и иных аспектах, аргументирован в приведенном кратком библиографическом обзоре [1-15] соответствующего нового инструментария и конкретных примеров визуализации многокритериальных методов принятия решений, прорывных информационных технологий различного назначения и проектов [12].
 6. Одним из наиболее интересных текущих вопросов исследования представляется приложение в задачах социальных сетей, основанных на местоположении (Location-Based Social Networks, LBSN). В этом случае мониторинг («измерение») местоположения возвращает социальные сети к реальности, во многом устраняя разрыв между физическим миром и онлайн-сервисами социальных сетей. В этом случае исследуется LBSN с позиций интересов различных пользователей и их местоположения в рассматриваемых условиях чрезвычайных ситуаций.
- В последующих частях общей работы авторского коллектива приводятся, в основном, результаты поисковых патентных исследований, сопутствующие предложения и рекомендации в контексте проводимых комплексных работ.

Исследование выполнено при частичной поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-06-00237 а.

Литература

1. Барышев П.Ф., Рожнов А.В., Губин А.Н., Лобанов И.А. Обоснование информационно-аналитической системы в развитии методов и моделей согласования иерархических решений // Динамика сложных систем – XXI век. 2014. № 3. С. 43-52.
2. Топольский Н.Г., Семиков В.Л., Яковлев О.В., Прус Ю.В., Береснев Д.С. Информационно-аналитическое обеспечение поддержки управления поисково-спасательными работами // Системы управления и информационные технологии. 2016. Т. 66. № 4.1. С. 194-196.
3. Рожнов А.В., Лобанов И.А., Бимаков Е.В. Обоснование задач системной интеграции и информационно-аналитического моделирования проблемно-ориентированных систем управления на предпроектном этапе жизненного цикла / Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ-2014, Москва). М.: ИПУ РАН, 2014. С. 7474-7479.
4. Counterfactual thinking: https://en.wikipedia.org/wiki/Counterfactual_thinking.
5. Advanced Research Projects Activity: Anticipatory Intelligence. URL: <https://www.iarpa.gov/index.php/about-iarpa/anticipatory-intelligence>.
6. International Charter "Space and Major Disasters": Charter and EM-DAT disaster statistics. URL: <https://www.disasterscharter.org/web/guest/disaster-statistics>.
7. Forecasting Counterfactuals in Uncontrolled Settings (FOCUS) / IARPA. URL: <https://www.iarpa.gov/index.php/research-programs/focus>.
8. Virtuous User Environment (VirtUE) / IARPA. URL: <https://www.iarpa.gov/index.php/research-programs/virtue>.
9. Mercury / IARPA. URL: <https://www.iarpa.gov/index.php/research-programs/mercury>.
10. Рожнов А.В. Проблематика обеспечения ситуационной осведомленности в новых задачах многопрофильных ситуационных и ситуативных центров / Материалы 21-й Научно-технической конференции «Системы безопасности – 2012» (Москва). – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. С. 86-88.
11. Рожнов А.В., Нгуен Б.Т., Прус М.Ю. Развитие виртуальной семантической среды посредством интеграции компонентов тренажерных комплексов различного назначения / Материалы 25-й Международной научно-технической конференции «Системы безопасности – 2016» (Москва). – М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. С. 68-71.
12. Рожнов А.В. Пертинентные информационные потоки и стратегия «балансирование на грани» в оценках масштаба теневой банковской деятельности / Материалы 25-й Международной научно-технической конференции «Системы безопасности – 2016» (Москва). – М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. С. 72-76.
13. Атясова Е.В., Уральсков В.А., Губин А.Н., Червякова А.М. Актуализация просветительской деятельности в сфере нераспространения и разоружения // В сб.: Современные информационные технологии и ИТ-образование. – М., МГУ имени М.В. Ломоносова; ФИЦ "Информатика и управление" РАН; под ред. В.А. Сухомлина. 2016. С. 13-19.
14. Лобанов И.А., Рожнов А.В. Разработка предложений по системной интеграции задач в единой технологии мониторинга чрезвычайных ситуаций // В сб.: Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2016. Труды Девятой международной конференции: в 2-х т. Под ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна; ИПУ РАН. 2016. С. 306-310.
15. Рожнов А.В. Становление гибридных систем и проблема управления пертинентными информационными потоками в виртуальной семантической среде. Часть 1 / XI Международный симпозиум "Рефлексивные процессы и управление" (Москва), 16-17 октября 2017 года.

16. Сигов А.С., Нечаев В.В., Рожнов А.В., Лобанов И.А. Методы интеграции и биоинспирированные модели для формирования компонентов виртуальной семантической среды // Деп. ВИНТИ РАН. 2017. 31-B2017. С. 1-25.
17. A. Dosovitskiy, G. Ros, F. Codevilla, A. Lopez, and V. Koltun. CARLA: An Open Urban Driving Simulator. – Barcelona (Intel Labs, Toyota Research Institute, Computer Vision Center), arXiv:1711.03938v1 [cs.LG], 10 Nov 2017.
18. V.V. Nechaev, V.I. Goncharenko, A.V. Rozhnov, A.V. Lytchev, and I.A. Lobanov, Integration of virtual semantic environments components and generalized DEA model // CEUR Workshop Proceedings: Selected Papers of the XI International Scientific-Practical Conference Modern Information Technologies and IT-Education (SITITO 2016), Moscow, Russia, 2016. Vol. 1761. С. 339-347.
19. Баренбойм Г.М., Венецианов Е.В., Дринева С.Э., Степановская И.А. Разработка информационного обеспечения комплексной системы экологического мониторинга природных поверхностных вод (пилотный проект для регионов Волжского бассейна) // MLSD. - М.: ИПУ РАН, 2007. С. 2002-2004.
20. Рывкин С.Е., Рожнов А.В., Лобанов И.А. Сценарное планирование и координация действий группировок гетерогенных автономных робототехнических комплексов при выполнении многоэтапных прикладных задач // Тезисы докладов 17-й Международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2017). – М.: ИПУ РАН, 2017. С.37.
21. Лобанов И.А., Масюков М.В., Червякова А.М. Информационно-аналитическое обеспечение предпроектных исследований единой технологии мониторинга водных ресурсов // Тезисы докладов 17-й Международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2017). – М.: ИПУ РАН, 2017. С.84.
22. Журавлева Н.Г., Слепко Г.Е., Губин А.Н. Прикладные аспекты разработки в составе единой технологии интеграционных компонентов виртуальной семантической среды // Тезисы докладов 17-й Международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2017). – М.: ИПУ РАН, 2017. С.36.
23. Русаков К.Д., Гончаренко В.И., Крахмалёв Д.В. Исследование способов позиционирования робототехнических воздушных комплексов // Тезисы докладов 17-й Международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2017). – М.: ИПУ РАН, 2017. С.55.
24. Иванова И.Н., Шевцов С.Н., Гудов Г.Н. О способе формирования требуемых конфигураций траекторий летательного аппарата // Тезисы докладов 17-й Международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2017). – М.: ИПУ РАН, 2017. С.65.
25. Интеллектуализация сложных систем. Язык схем радикалов в проблемных вопросах предпроектных исследований, оснащения, сопровождения систем и в экспериментальных задачах внедрения критических наукоемких технологий: коллективная монография / Будко Н.П., Жук А.П., Карпов В.В., Князев В.В., Лепешкин О.М., Пирогов М.В., Разоренов Г.Н., Рожнов А.В., Чечкин А.В., Шевцов С.Н. и др. // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2009. Т. 7. № 3. С. 1-92.
26. Разоренов Г.Н., Шевцов С.Н. Способ формирования траекторий спускаемого аэробаллистического летательного аппарата требуемых конфигураций при наведении в заданную точку земной поверхности / патент на изобретение 2296940 RUS, 2007 (МПК F 41 G 7 22, F 41 G 7 34).
27. Рожнов А.В., Карпов В.В. Разработка предложений по созданию единых технологий с перспективными источниками энергии в космической отрасли / MLSD'2016 (Москва). - М.: ИПУ РАН, 2016. Том II. С. 150-154.
28. Максимов Д.Ю. N.A. Vasil'ev's Logical Ideas and the Categorical Semantics of Many-Valued Logic // Logica Universalis. 2016. Т. 10 (1). С. 21-43 <https://link.springer.com/article/10.1007/s11787-015-0134-8>.
29. Общественный постоянно действующий научный семинар «Проблемы управления автономными робототехническими комплексами» (ИПУ РАН, Москва): www.ipu.ru/smart.
30. Легович Ю.С., Миодушевский П.В., Рожнов А.В. Системная интеграция и ускоренное макетирование смешанной робототехнической группировки на предпроектной стадии жизненного цикла / Труды 16-й Международной молодежной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2016, Москва). М.: ООО "Аналитик", 2016. С. 199-202.
31. Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Лобанов И.А. О новых средствах контрфактического прогнозирования и сопредельном потенциале информационно-аналитического обеспечения сложных систем / XVI Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций» // ФКУ «Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России» (Москва, 27-28 сентября 2017 г.). – М.: ФКУ Центр «Антистихия» МЧС России, 2017.
32. Location-Based Social Networks. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/location-based-social-networks>.
33. International Charter on Space and Major Disasters. URL: <https://disasterscharter.org/ru/web/guest/home>.