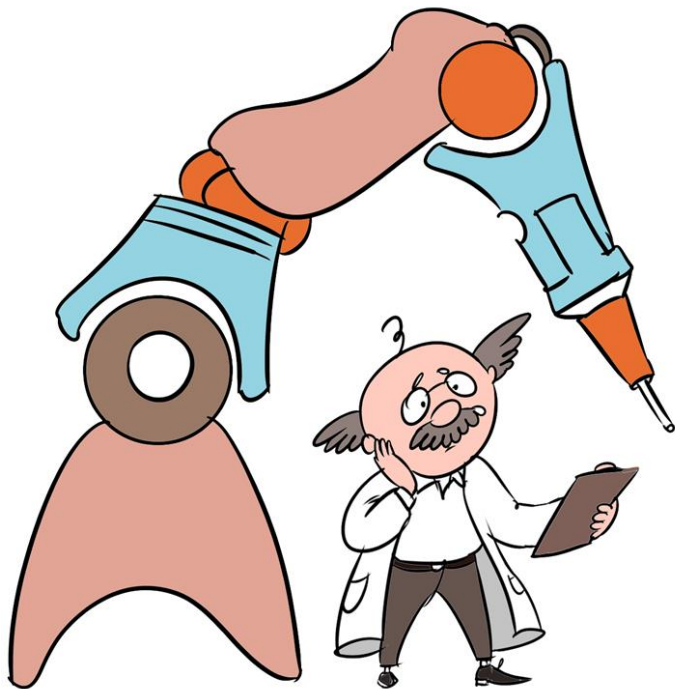


Проблемы управления интеллектуальными робототехническими системами

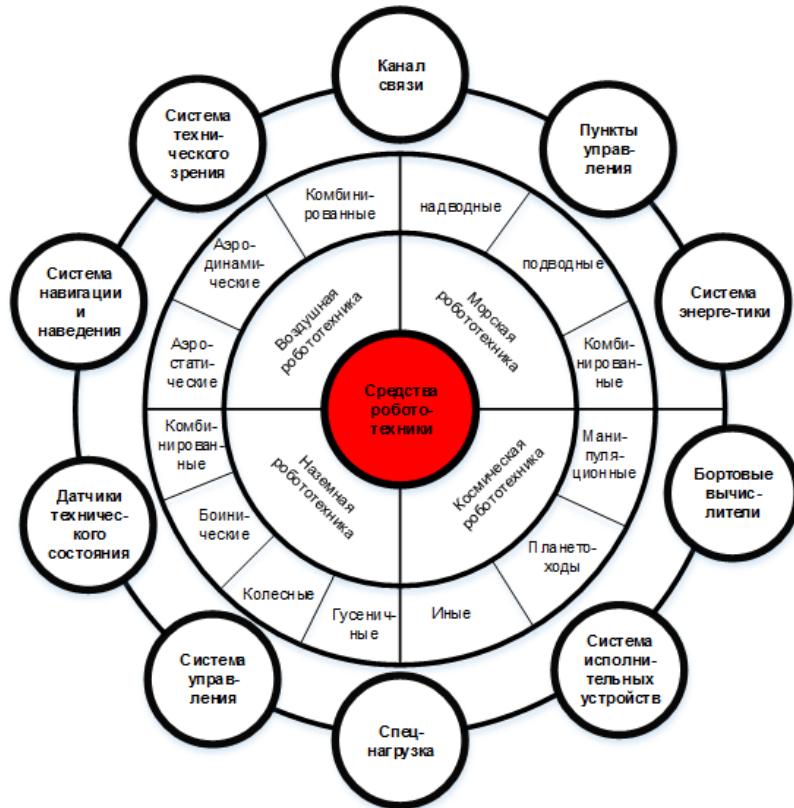
Мещеряков Роман Валерьевич,
д.т.н., зав. лаб. 80 ИПУ РАН

Глобальные вопросы интеллектуальных робототехнических систем



- Отсутствие отработанных эффективных методов управления многоагентными гетерогенными робототехническими комплексами;
- Необходимость отработки действий элементов многоагентного робототехнического комплекса;
- Отсутствие универсального подхода к взаимодействию элементов многоагентного робототехнического комплекса;
- Необходимость разработки принципов информационно-исполнительного взаимодействия робототехнических аппаратов в пространстве;
- Отсутствие виртуальных сред апробации РТК, моделирования процесса управления и выполнения задач;
- Отсутствие спроса на роботов общего назначения;
- Отсутствие юридических норм по робототехнике и искусственному интеллекту.

Робототехника как системообразующий элемент (ФПИ)



- Теоретические основы управления робототехническими системами;
- Особенности использования роботов в инфраструктуре IoT;
- Групповая робототехника. Проблемы децентрализованного взаимодействия;
- Математическое и программное обеспечение виртуальных полигонов робототехнических систем;
- Создание систем коллаборативной робототехники;
- Повышение качества работы человеко-машинного интерфейса в особых условиях;
- Проблемы регулирования развития систем робототехники, наделенных искусственным интеллектом;
- Организации доверенного взаимодействия в робототехнических системах.

Фундаментальные вопросы интеллектуальных робототехнических систем

1	Низкая робастность существующих адаптивных систем управления роботов для их применения в динамических средах	<ul style="list-style-type: none">• Модернизация методов адаптивного управления движением роботов и их коллективов (мультиагентные робототехнические системы) в условиях неопределенности и существенных внешних возмущений;• Разработка баз данных реального времени для представления знаний в робототехнических комплексах;• Создание методов интеллектуального анализа, управления и прогнозирования функционирования робототехнических систем;• Разработка методов, схем и процедур обнаружения неисправностей и отказов систем управления робототехническими системами, а также статистического анализа этих отказов.
2	Развитие интерфейсов «человек-робот» в задаче коллаборации при совместном выполнении сложных задач	<ul style="list-style-type: none">• Развитие новых неинвазивных сенсорных систем, включая силомоментное очувствление, электромиографию и электроэнцефалографию;• Разработка алгоритмов распознавания и синтеза естественной речи;• Синтез алгоритмов распознавания специфических сценариев поведения человека по визуальной информации с целью мониторинга состояния рабочих, хронических больных и престарелых людей, а также предотвращения агрессии в общественных местах;• Развитие методов скоростного обучения роботов (тренажеров).

Фундаментальные вопросы интеллектуальных робототехнических систем

3	Организация обратной связи, предоставляющей полную и значимую информацию о состоянии окружения и самой робототехнической системы	<ul style="list-style-type: none">• Разработка высокоэффективных, малогабаритных и дешевых систем технического зрения для робототехнических систем;• Разработка малогабаритных высокоточных датчиков силомоментной информации для робототехнических систем;• Развитие методов обработки сенсорной информации для задач одновременной локализации и картирования;
4	Отсутствие эффективных способов передвижения и способов воздействия на внешние объекты. Развитие бионических технологий в робототехнике	<ul style="list-style-type: none">• Разработка новых принципов перемещения в пространстве (использование ветра, волн, течений, планирование в воде или восходящих потоках воздуха и т.п.);• Разработка новых принципов воздействия на объекты (использование для манипуляций и воздействий электромагнитного поля, потоков газа или жидкости, электрических разрядов и т.п.).• Создание и развитие новых типов движителей и систем анализа данных, основанных на бионических принципах (рыбьи плавники, глаза стрекозы, крылья бабочки и т.п.).
5	Координированное управление коллективами роботов (мультиагентные РТК), обеспечение надежной и бесперебойной связи в робототехнических системах, самообучение и самопрограммирование	<ul style="list-style-type: none">• Прецизионное манипулирование крупногабаритными и массивными объектами;• Разработка алгоритмов распределения задач между агентами системы с учетом их текущего состояния;• Фундаментальные проблемы связи при когерентной работе группы роботов, в том числе с децентрализованным управлением.

Лидеры в исследованиях и разработке РТС



Massachusetts
Institute of
Technology



Alphabet



AETHON



Boston Dynamics

KUKA ABB

Прикладная задача - Беспилотные авиационные средства

1. Создание симулятора БАС для соревновательных и специальных применений
2. Разработка автоматической системы управления БАС (для спортивных дронов)
3. Формирование системы группового управления
4. Создание системы автономной навигации



Партнеры:

ФПИ, НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского»



Прикладная задача - АНПА, ТНПА, БЭК

1. Обследование акваторий
2. Наблюдение за рыбами
3. Стабилизация движения
4. Обработка данных СТЗ

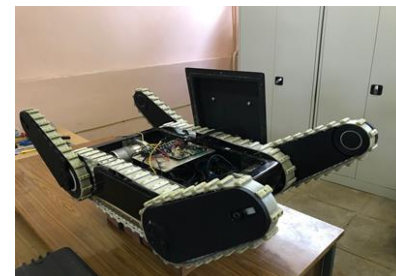


Партнеры:

АО «ПМБМ «Малахит», ИПМТ ДВФО РАН

Прикладная задача - Наземные мобильные РТК

1. Картографирование местности
2. Поиск оптимального маршрута
3. Семантическое картографирование
4. «Умное здание»



Партнеры:

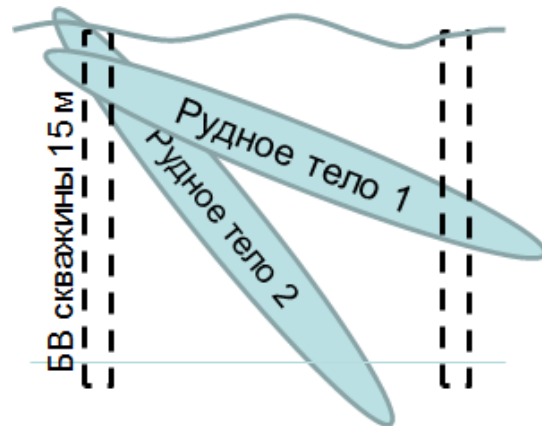
ЦНИИ РТК, ООО “Андроидная техника”, РОСТЕХ, УГТУ
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Прикладная задача – горнотехнологические работы

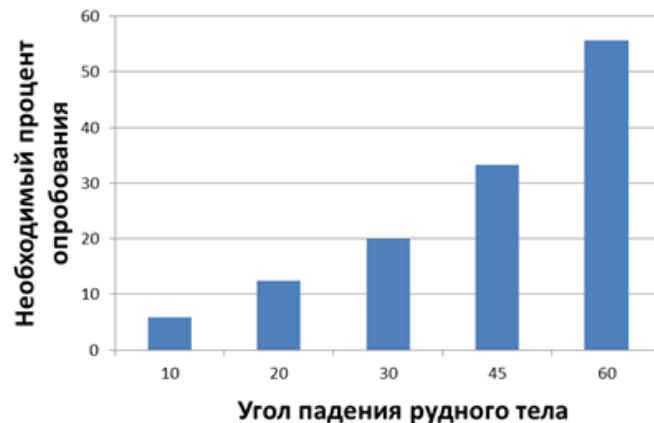
Разработка робототехнической лаборатории, позволяющей выполнять функции отбора проб рудного материала, экспресс-анализа их вещественного состава и последующей обработки массивов информации с использованием методов интеллектуального анализа данных в условиях проведения открытых горных работ.

Партнеры проекта:

- ПАО «Минусинская геологоразведочная экспедиция»
- ПАО «Высочайший» - горнодобывающая компания «GV GOLD»



При угле падения рудного тела мощностью до 3м свыше 60° и ниже 35% опробования вероятные **потери могут составлять до 55%**

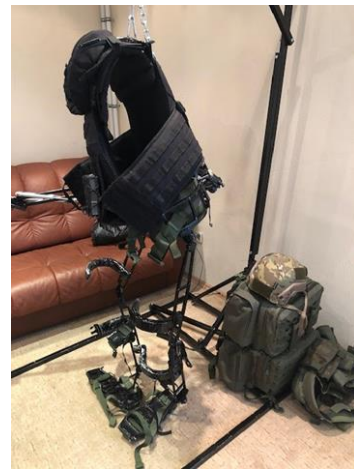


Прикладная задача - Экзоскелет

1. Управление двигателями для суставов
2. Поддержание равновесия
3. Согласование управления двигателями при движении по пересеченной местности (в гору / с горы)
4. Поддержание дополнительной нагрузки

Партнеры:

СУЭК, Норильский никель, РОСТЕХ, ЮЗГУ



Лаборатория № 80 «Киберфизических систем»

Киберфизические системы (Cyber-Physical System, CPS) объединяют вычислители, сети и физические процессы. Они состоят из окружающей среды, датчиков, вычислительных элементов и исполнительных механизмов, в которых вычислители осуществляют мониторинг и управление физическими процессами с использованием обратной связи, а происходящее в физических системах оказывает влияние на вычисления. В них обеспечивается тесная связь и координация между вычислительными и физическими ресурсами.



Лаборатория образована
в июне 2018 года

#индустрия 4.0

#цифровая промышленность

#встроенные системы

#компьютеризация промышленности

#гибридные системы

Киберфизические системы

Особенность процессов, в которые интегрируются CSP, состоит в необходимости:

- непрерывного управления в режиме реального времени,
- обработки больших данных,
- интеллектуального анализа данных,
- синхронизации и взаимодействия множества гетерогенных устройств.



CPS является приоритетным направлением развития в различных государствах (США, страны Европы, Япония, Южная Корея, Россия, Китай, Индия...).

В связи с тем, что CPS системы существуют на сегодняшний день в виде концепции, **возникает необходимость в теоретических работах, связанных с созданием методов для генерации моделей физической составляющей CPS, интерфейсов этих моделей с моделями вычислительных систем, способов сертификации и верификации моделей.**

Лаборатория № 80 «Киберфизических систем» ИПУ РАН

Основные направления работы:

Базовые основы киберфизических систем:

- Математическое и программное обеспечение виртуальных полигонов;
- Создание коллаборативных систем;
- Повышение качества работы человеко-машинного интерфейса в особых условиях.

Управление робототехническими системами:

- Теоретические основы управления робототехническими системами;
- Модели, алгоритмы, программные средства обработки информации в робототехнических системах;
- Особенности использования роботов в инфраструктуре IoT;
- Групповая робототехника. Проблемы децентрализованного управления.

Безопасное функционирование киберфизических систем:

- Протоколы безопасного обмена информацией в гетерогенных робототехнических системах;
- Проблемы регулирования развития систем робототехники, наделенных искусственным интеллектом;
- Организации доверенного взаимодействия в робототехнических системах;
- Особенности защиты систем управления.

Состав лаборатории

Мещеряков Роман Валерьевич - заведующий

к.т.н. (2000), доцент (2002), д.т.н. (2012), профессор (2014) – 05.13.01, профессор РАН 1991-2000 гг. – студент, инженер, ассистент, ст.преп., зам.декана БТИ АлтГТУ им. И.И. Ползунова 1997-2018 гг. – аспирант, доцент, зав.каф., директор центра, проректор ТУСУР

- Лауреат Премии Правительства РФ в сфере образования 2009 г.
- Почетный работник науки и техники Российской Федерации 2017 г.
- Ведомственные и региональные награды
- Член редколлегии журналов: Труды СПИИРАН, Труды НИИ Радио, Вестник СибГУТИ, Безопасность информационных технологий (МИФИ)
- Член Российского акустического общества
- Квалифицированный член IEEE

Руководитель

- ФЦП ИиР «Создание программно-аппаратного комплекса для управления стеганографической информацией для мультимедиа потоков в цифровом телевидении». Период выполнения: 28.11.2014 г. – 31.12.2016 г.
- ГЗ 2.3583.2017/ПЧ «Создание информационной системы защищенного управления гетерогенными сетями и устройствами, образующими инфраструктуру "Интернета вещей". Период выполнения: 2017 – 2019 гг.
- РФФИ 14-07-00449 А «Создание технологии интеллектуального анализа и прогноза на основе формируемых специализированных баз данных патентной и реферативной информации зарубежных электронных ресурсов». Период выполнения: 2014 – 2016 гг.
- Грант Президента РФ НШ-3070.2018.8 «Разработка и исследование базовых принципов безопасного функционирования интеллектуальных робототехнических систем с использованием естественно-языкового интерфейса Интернета вещей». Период выполнения: 2018 – 2020 гг.



Состав лаборатории



Исхаков Андрей Юнусович - с.н.с.

Образование:

Диплом специалиста с отличием, специальность “Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем” (ТУСУР, 2013),

Кандидат технических наук, 05.13.19 (ТУСУР, 2016).

- Лауреат премии Министерства Образования по поддержке талантливой молодежи, 2007 и 2013 г.;
- Лауреат премии Томской области в сфере образования, науки, здравоохранения и культуры, 2013 г.;
- Получатель Президентских и Правительственных стипендий за научные достижения, 2010-2016 гг.;
- Победитель множества профильных конкурсов, конференций по тематике информационной безопасности.

Руководитель и исполнитель грантов (Грант Президента РФ, Грант Фонда содействия инновациям, РФФИ, ГЗ, ФЦП)



Исхакова Анастасия Олеговна - с.н.с.

Образование:

Диплом специалиста с отличием, специальность “Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем” (ТУСУР, 2013),

Кандидат технических наук, 05.13.17 (ТУСУР, 2016).

- Лауреат профессиональной премии в области информационной безопасности «Инфофорум-новое поколение», 2013 г.;
- Лауреат премии Томской области в сфере образования, науки, здравоохранения и культуры, 2015 г.;
- Получатель Президентских и Правительственных стипендий за научные достижения, 2010-2018 гг.;
- Победитель множества профильных конкурсов, конференций.

Руководитель и исполнитель грантов (Грант Президента РФ, Грант Фонда содействия инновациям, РФФИ, ГЗ, ФЦП)

Состав лаборатории



Галин Ринат Романович - м.н.с.

Образование:

Диплом специалиста, специальность “Автоматизированные системы обработки информации и управления” (ТУСУР, 2010),
Диплом о профессиональной переподготовке (МВА), специализация “Менеджмент в научно-образовательной сфере” (НИ ТПУ, 2017).
Исполнитель грантов (Грант Президента РФ, Грант Фонда содействия инновациям, РФФИ, ГЗ, ФЦП)

Опыт работы:

2018 – н.в. – младший научный сотрудник Института проблем управления Российской академии наук.

2010 – 2018 – инженер Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

2014 – 2018 – председатель Профсоюзной организации студентов Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

2015 – 2018 – председатель Студенческого координационного совета Томской области.



Камешева Саня Болаткызы - инженер

Образование:

Диплом бакалавра, направление подготовки “Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии” 18.03.02 (НИ ТПУ, 2015),
Диплом магистра, направление подготовки “Инноватика” (НИ ТПУ, 2017),

Диплом о профессиональной переподготовке, программа подготовки “Экономика и управление на предприятии” (НИ ТПУ, 2015).

Исполнитель грантов (Грант Президента РФ, Грант Фонда содействия инновациям, РФФИ, ГЗ, ФЦП)

Опыт работы:

С 2018 – инженер Института проблем управления Российской академии наук.

Состав лаборатории



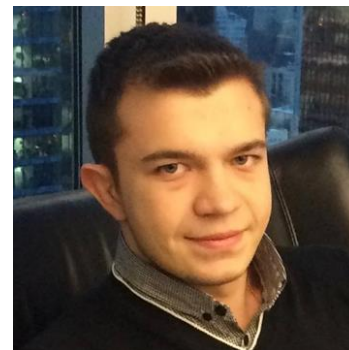
Асмолов Тимофей Александрович - н.с.

Образование:

Диплом специалиста, специальность “Информационная безопасность” (РГГУ, 2005),
Кандидат технических наук, специальность 05.13.19 (РГГУ, 2012),
Диплом о профессиональной переподготовке, направление подготовки “Менеджмент в образовании” (Синергия, 2014).

Опыт работы:

2018 – н.в. – научный сотрудник Института проблем управления Российской академии наук.
2012 – н.в. – заместитель директора по развитию ГБОУ г. Москвы ЦРТДиЮ “Технорама на Юго-Востоке” .
2015 – н.в. – доцент Института цифрового образования Московского городского педагогического университета.
2017 – н.в. – руководитель Городской станции юных техников ГБПОУ “1-й МОК”.



Заведенский Кирилл Евгеньевич - м.н.с.

Образование:

Диплом бакалавра с отличием, направление подготовки “Энерго и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии”, (РУДН, 2017).

Опыт работы:

2018 – н.в. – младший научный сотрудник Института проблем управления Российской академии наук.
2017 – н. в. – научный сотрудник Центр проектного управления и цифрового образования Федерального института развития образования РАНХиГС.
2017 – н. в. – старший специалист департамента инновационных проектов НКО «Фонд образование общества».
2017 – н. в. – руководитель проектного офиса, всероссийская проектная платформа «КосмОдис».
2016 – 2017 – директор, ЦМИТ «Фабрика идей и инноваций».

Центр интеллектуальных робототехнических систем

www.rc.ipu.ru

Цель: Развитие системы внедрения результатов фундаментальных исследований и прикладных разработок в народное хозяйство и образовательную деятельность

Направление деятельности:

Фундаментальные исследования и прикладные разработки технологий, моделей, методов, алгоритмов управления автономными робототехническими системами и группами

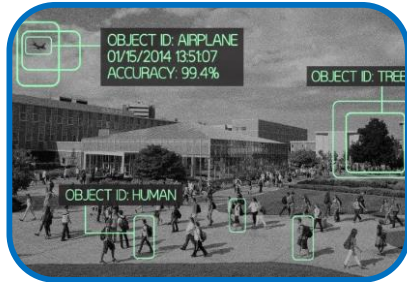


Участники:

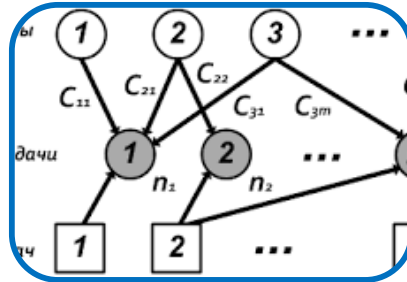
- лаборатории ИПУ РАН (3, 17, 18, 19, 24, 29, 37, 38, 69, 70, 77, 80, НВО 73, ЦМИТ ИПУ);
- государственные организации (Минобороны, МВД, ФСБ, ФСО, ФСТЭК, ГК Росатом и др.);
- научные и образовательные организации (МГУ им. М.В. Ломоносова, МФТИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, НИУ ВШЭ, МТУ (МИРЭА), МИЭТ и др.);
- промышленные партнеры (ЦНИИ РТК, АО «ПМБМ «Малахит» ООО «Андроидная техника», КАМАЗ и др.).

Центр интеллектуальных робототехнических систем

Проведение фундаментальных и прикладных исследований в области:



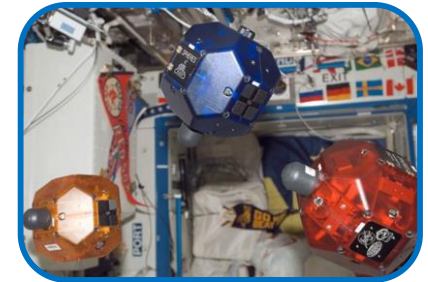
семантического картографирования местности группой автономных мобильных роботов



планирования и распределения действий гетерогенных робототехнических группировок при решении многоэтапных прикладных задач с априорно неизвестным сценарием выполнения



развития гибридного интеллекта человек-компьютер, а также различных интерфейсов управления робототехническими комплексами (окулография, нейроинтерфейс, биологическая обратная связь)



формирования эффективных алгоритмов взаимодействия и управления роботами в различных средах (космос, воздух, земля, вода)

Центр интеллектуальных робототехнических систем



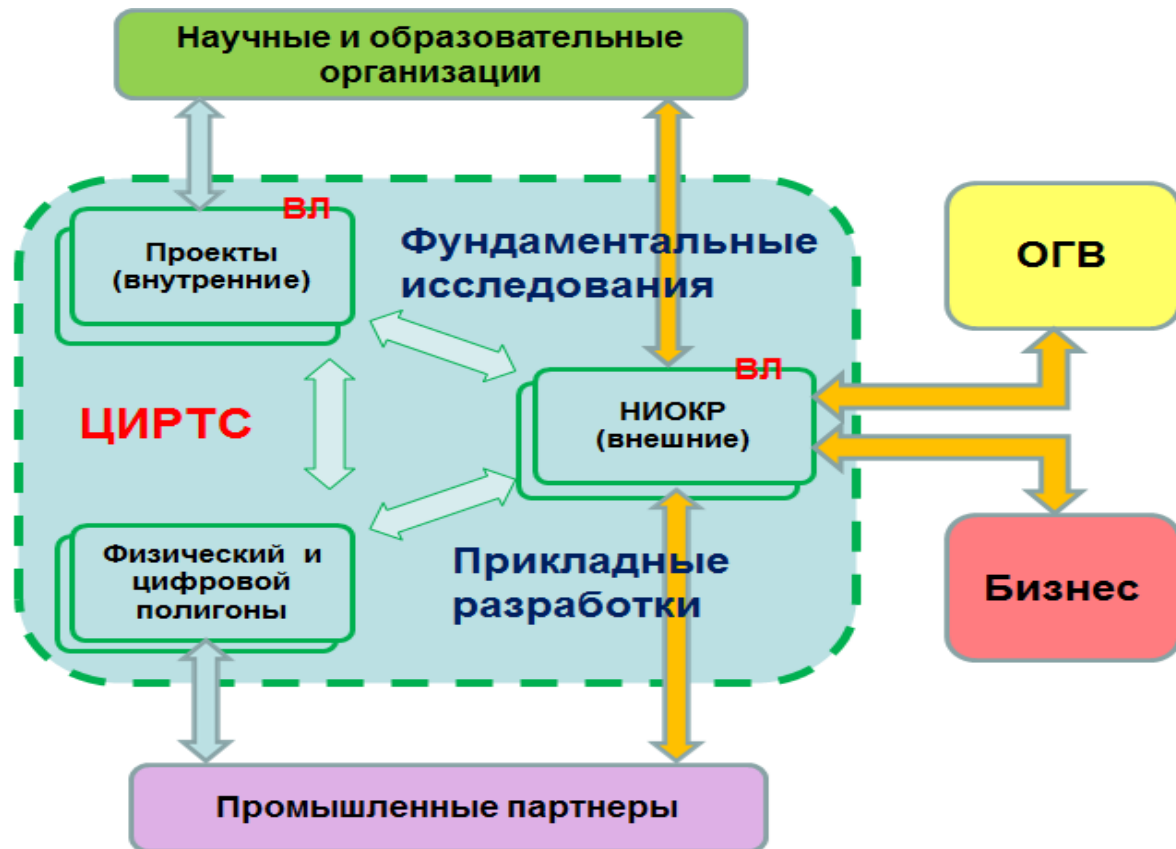
Центр интеллектуальных робототехнических систем

Лаборатории
ИПУ

Лаборатория 3
Лаборатория 17
...
Лаборатория 19
...
Лаборатория 80

НВО 73
ЦМИТ ИПУ

Исследования проводятся
в рамках ЦИРТС
специально
создаваемыми
виртуальными
лабораториями (ВЛ)



Физический полигон

Предназначен для решения задач отработки алгоритмов автономного и группового управления робототехническими системами и комплексами.

Составные

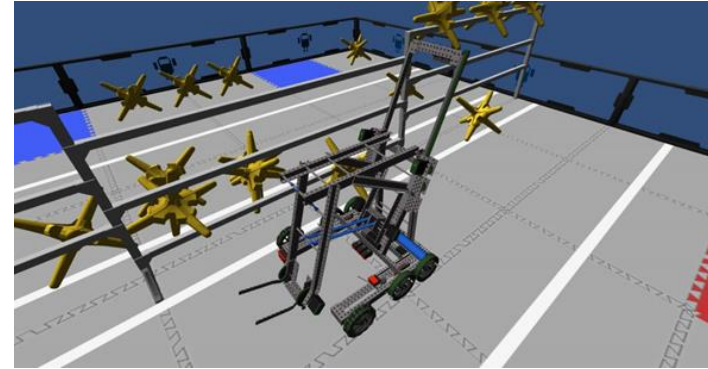
1. «Аэродром» БПЛА (алгоритмы и методы пилотирования, СТЗ, управления, картографирования, одометрии, навигации и пр.).
2. Зона пересеченной местности с динамически изменяемым ландшафтом (алгоритмы и методы картографирования, навигации, движения и пр.).
3. Бассейн (алгоритмы и методы картографирования, навигации, движения, курсовой устойчивости и пр.).
4. Freescale (алгоритмы и методы СТЗ, принятия решений, движения).
5. «Умная квартира» (алгоритмы и методы СТЗ, принятий решений, семантического картографирования, обработки речи, ЧМИ).
6. Детские полигоны: футбол, сумо, спасатели и другие.



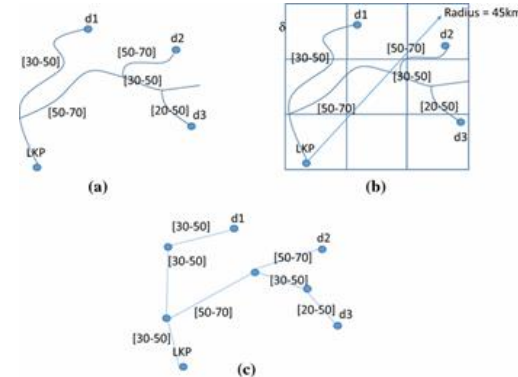
На всех составных частях планируется отработка взаимодействия роботов в гетерогенной группе (воздух-земля, воздух-вода, земля-вода, воздух-земля-вода) с отработкой алгоритмов безопасного взаимодействия, алгоритмов приема-передачи, распределенного выполнения миссий.

Цифровой полигон

Предоставляет возможность проводить исследования с использованием инструментов событийного моделирования, проводить анализ и визуализацию отработки алгоритмов автономного и группового управления робототехническими комплексами в случаях затрудненного или невозможного проведения натурных экспериментов.

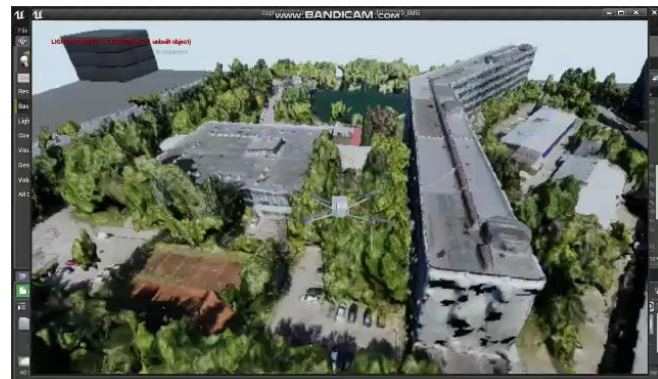


- Оперативное выявление и устранение несоответствий в конструкции робототехнических комплексов;
- Снижение требований к необходимым аппаратным ресурсам физической отладки с целью уменьшения времени запуска автоматизированных систем;
- Облегчение процесса проведения инженерных исследований с учетом эргономических факторов;
- Симуляция обмена данными в условиях динамического возникновения барьеров и преград разных сред и характеристик для увеличения надежности многоагентных систем и оптимизации процессов перераспределения ролей между агентами.



Предложения и планы

1. Создание полигонов:
физического и цифрового.
2. Разработка собственной платформы РТС.
3. Проведение семинара, в том числе с отчетом по программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Теория и технологии многоуровневого децентрализованного группового управления в условиях конфликта и кооперации».
4. Привлечение партнеров и средств для проведения научных исследований и реализации разработок.



Спасибо за внимание!

Мещеряков Роман Валерьевич,
д.т.н., зав. лаб. 80 ИПУ РАН