



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ**
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Отчет по МНШ

Методы и алгоритмы безопасных киберфизических систем

Научный руководитель:
д.т.н. профессор Мещеряков Р.В.

Цель и задачи на 2021/2022 гг.



Проведение анализа киберфизических систем на предмет выявления уязвимостей. Формирование новой методологии алгоритмического и методического обеспечения функционирования киберфизических систем для обеспечения информационно-управляющих воздействий при обеспечении их безопасности.

1. Обеспечение безопасного функционирования киберфизических систем;
2. Отработка методов взаимодействия человека и машины в эргатической робототехнической системе (коллаборативная робототехника);
3. Создание алгоритмов применения БПЛА в киберфизических системах, отработка алгоритмов навигации на виртуальных робототехнических полигонах.

Полученные результаты



1. Методическое, алгоритмическое и программное обеспечение функционирования инфраструктуры киберфизической системы (включая рассмотрение вопросов анализа рисков, аутентификации и безопасности каналов связи).
1. Рассмотрены критерии и интерфейсы взаимодействия человека и машины в эргатической коллаборативной системе (включая планирование траектории).
1. Разработаны и апробированы алгоритмы обработки информации беспилотных средств в киберфизических системах для мониторинга в реальной и виртуальных средах.

Статистика за 2021/2022 гг.



Публикации:

РИНЦ - 26

Scopus/WoS – 35

Участие в конференциях:

18 выступлений на конференциях

Гранты:

Участники школы: 7

Руководство:

- 1 участник школы (РФФИ)
- 1 участник школы (РНФ)
- 2 участника школы (грант Президента)

РИДы:

- 3 программы для ЭВМ, 1 патент

Проведен 21 семинар, на которых каждый участник школы выступил не менее 2 раз

Некоторые публикации участников МНШ



1. Evsyutin O., Melman A., Мещеряков Р. В. Algorithm of error-free information embedding into the DCT domain of digital images based on the QIM method using adaptive masking of distortions // Signal Processing. 2021. Vol. 179. Article 107811. С. 1–19. **Q1**
2. Исхаков А.Ю., Мамченко М.В., Мещеряков Р.В., Романова М.А., Увайсов С.У., Амиргалиев Е.Н., Gromaszek K.G. A Probabilistic Approach to Estimating Allowed SNR Values for Automotive LiDARs in “Smart Cities” under Various External Influences // Sensors. 2022. Vol. 22, No. 2: 609. С. 1–31. **Q2**
3. Галин Р. Р., Широкий А. А., Магид Е. А., Мещеряков Р. В., Мамченко М. В. Эффективное функционирование смешанной неоднородной команды в коллаборативной робототехнической системе // Информатика и автоматизация. 2021. No. 20(6), С. 1224–1253. **Q3**
4. Исхаков А.Ю., Мещеряков Р.В., Исхакова А.О. Algorithm for building a cyberphysical system operator profile for adaptive authentication // Elsevier: IFAC-PapersOnLine. 2021. Vol. 54, No. 13. С. 493–498.

Состав МНШ



- Галин Ринат Романович
- Диане Секу Абдель Кадер
- Евсютин Олег Олегович
- Исхаков Андрей Юнусович
- Исхакова Анастасия Олеговна
- Камешева Сания Болаткызы
- Мамченко Марк Владиславович
- Русаков Константин Дмитриевич
- Саломатин Александр Александрович
- Тевяшов Глеб Константинович
- Трефилов Петр Михайлович
- Широков Александр Сергеевич



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ**
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Исхаков Андрей Юнусович

к.т.н., с.н.с. лаб. №80



Актуальность:

1. Указ Президента Российской Федерации от от 01.05.2022 № 250 «О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации»
2. Всплеск кибератак на критическую информационную инфраструктуру.
3. К середине марта 2022 г. из России ушли иностранные разработчики средств обеспечения безопасности Norton, Avast и ESET, а также поставщики ИБ-решений Cisco, IBM, Fortinet, Microsoft, Acronis, F-Secure, Palo Alto Networks

Цель:

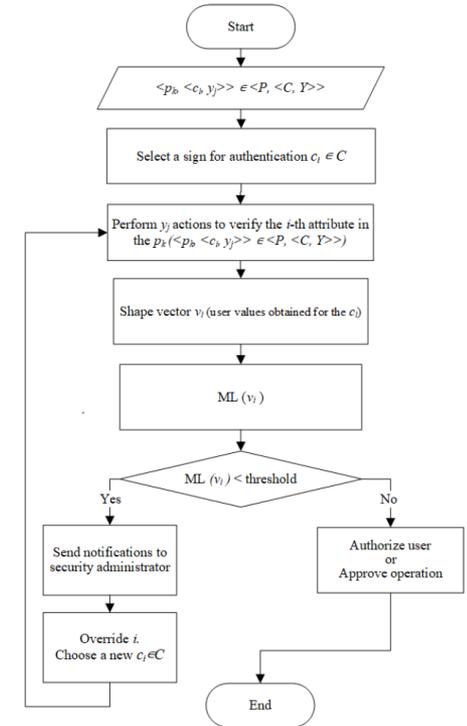
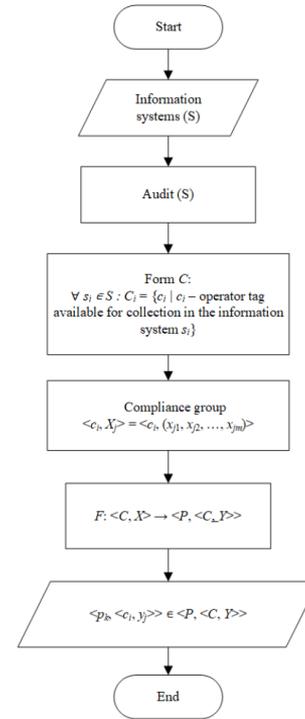
Разработка методов и алгоритмов обеспечения безопасности интерфейсов управления киберфизическими системами

Задачи:

1. Исследование современных методов обхода WAF (межсетевых экранов уровня приложений) в контексте мимикрирования полезной нагрузки протоколов под особенности киберфизических систем.
2. Разработка алгоритмического обеспечения для построения профиля субъектов киберфизической системы с возможностью проведения его адаптивной аутентификации.
3. Разработка подхода к обеспечению безопасности инфраструктуры киберфизической системы с помощью динамической контейнерной виртуализации.

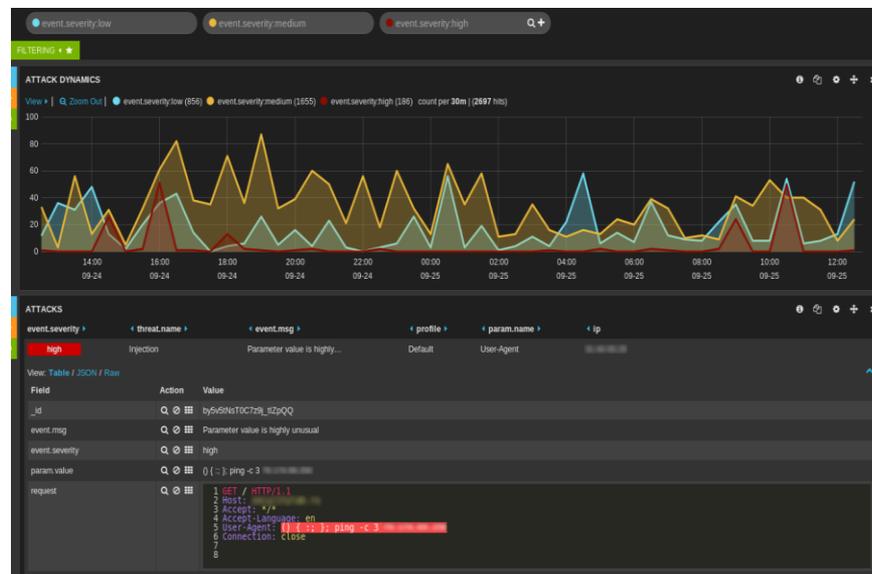
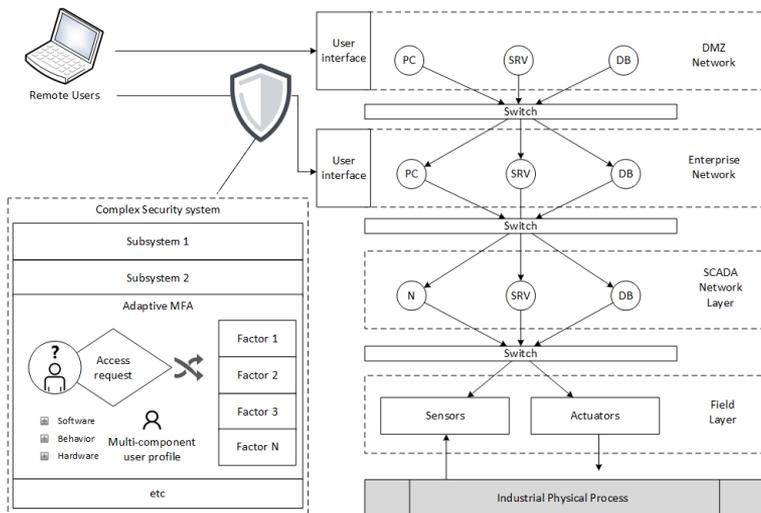


1. Разработан и апробирован подход к обеспечению безопасности инфраструктуры киберфизической системы с помощью динамической контейнерной виртуализации. Расширен функционал полигона с Honeypot-системами, моделирующими уязвимую инфраструктуру киберфизических систем
2. Разработано алгоритмическое обеспечение для построения профиля субъектов киберфизической системы с возможностью проведения его адаптивной аутентификации





3. Исследование методов и программно-алгоритмического обеспечения для обхода современных межсетевых экранов уровня приложений киберфизических систем



Исхаков А.Ю., Исхакова А.О.



Подготовлено 5 публикаций по направлению МНШ (3 Scopus/WoS, 2 РИНЦ):

1. Мещеряков Р.В., **Исхаков А.Ю.**, Мамченко М.В., Романова М.А., Увайсов С.У., Амиргалиев Е.Н., Gromaszek K.G. A Probabilistic Approach to Estimating Allowed SNR Values for Automotive LiDARs in “Smart Cities” under Various External Influences // Sensors. 2022. Vol. 22, No. 2: 609. С. 1–31.
2. **Исхаков А.Ю.**, Мещеряков Р.В., **Исхакова А.О.** Algorithm for building a cyberphysical system operator profile for adaptive authentication // Elsevier: IFAC-PapersOnLine. 2021. Vol. 54, No. 13. С. 493–498.
3. Саломатин А.А., **Исхаков А.Ю.**, **Исхакова А.О.** Web user identification based on browser fingerprints using machine learning methods // IFAC-PapersOnLine. 2021. Vol. 54, No. 13. С. 582-587 .
4. **Исхакова А.О.**, Мещеряков Р.В., **Исхаков А.Ю.**, Кулагина И.В. Analysis of textual content as a mechanism for ensuring safety of the socio-cyberphysical system / Proceedings of the 2021 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). Kazan: IEEE, 2021. С. 1-10.
5. **Исхаков А.Ю.**, Смирнов А.А. Алгоритм двухфакторной аутентификации как инструмент снижения FRR для проактивного фильтра выявления атак / Труды конференции “Проблемы управления безопасностью сложных систем” С.253-259

Участие с докладами на конференциях:

1. International Conference «TECIS 2021», 14 сентября 2021 г.
2. Международная научно-техническая конференция "Экстремальная робототехника", 02-04 июня 2021 года;
3. Четырнадцатая международная конференция «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2021), 27-29 сентября 2021 г.
4. XIV-я Всероссийская Мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2021).
5. Международная научно-техническая конференция "Автоматизация" (RusAutocon 2021).



Планы на 2022 / 2023 гг.

1. Продолжение исследования методов и программно-алгоритмического обеспечения для обхода современных межсетевых экранов уровня приложений, в том числе использующих методы машинного обучения
2. Разработка алгоритмического обеспечения для улучшения защитных механизмов Web Application Firewall, учитывающих прикладные аспекты систем управления киберфизическими системами



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ**
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Русаков Константин Дмитриевич

н.с. лаб. №80



В последнее время решение проблем распространения деструктивного контента осуществляется на законодательном уровне – путем обязывания социальных сетей удалять определенный визуальный контент и нецензурную лексику. Однако очевидно, что данные меры хоть и положительно влияют на содержимое популярных социальных сетей, все же не позволяют эффективно бороться с проблемой в более крупном масштабе.

Детектирование деструктивного мультимедиа контента



Разработка методик и алгоритмов автоматического распознавания деструктивного медиаконтента в сети Интернет

В целях оперативного решения широкого спектра задач с использованием БПЛА в различных секторах экономики: поиска объектов, мониторинга, автономной навигации, - актуальной является задача автономного распознавания окружающих объектов на борту БПЛА.

Развитие автономного распознавания на борту БПЛА



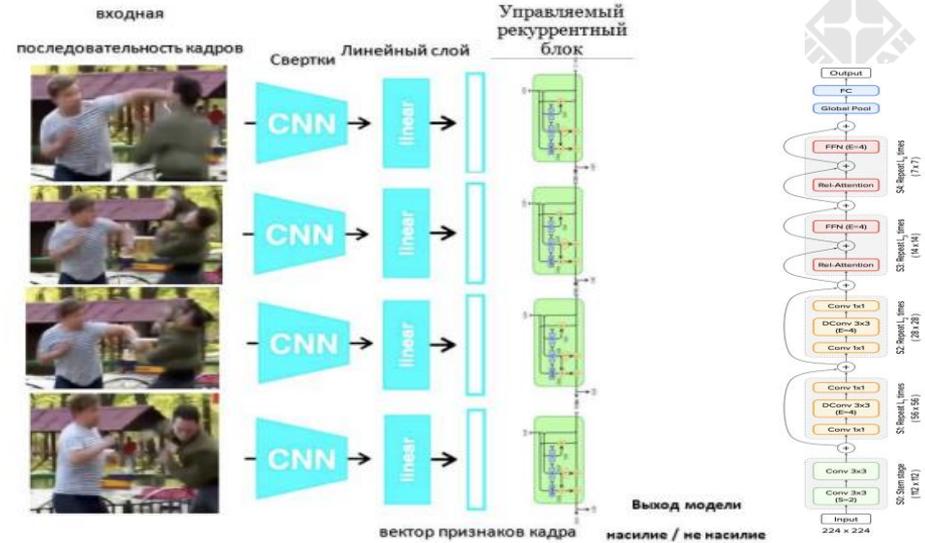
Разработка методик и алгоритмов автономного распознавания, оптимизации алгоритмов под оборудование БПЛА

Решаемые задачи

1. Разработка методики детектирования мультимедиа контента на примере агрессии в социо киберфизической системе мониторинга сети Интернет.
2. Разработка методики детектирования деструктивного контента по единичному изображению

Автономное распознавание на борту

1. Распознавание логотипов с целью определения их местоположения,
2. Распознавание линии на полу с целью полета вдоль линии,
3. Распознавание рамок с целью пролета через них
4. Распознавание мобильных роботов с целью полета за ними

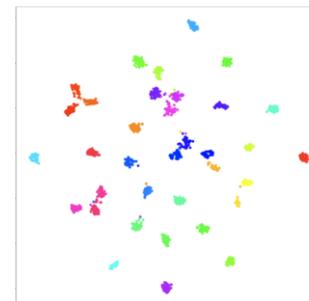
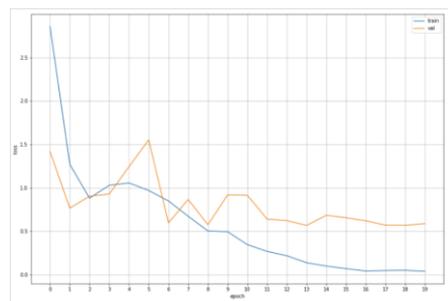




Результаты:

1. Исследованы методики детектирования мультимедиа контента на примере агрессии в социо-киберфизической системе мониторинга сети Интернет. Предложена совмещенная архитектура блока GRU и CNN для решения задачи
2. Для построения системы, распознающей различные типы деструктивного контента предложена методика на основе совмещения сверточных блоков трансформеров и рекуррентной нейронной сети
3. Исследованы подходы к анализу сцены при выполнении задач соревнования АЭРОБОТ: распознавание логотипов, распознавание линий, распознавание рамок - **1 место**
4. Реализована методика мобильного робота с цветовым индикатором на основе нейронной сети YOLOX при выполнении задач соревнования 2022 IEEE UAV Competition - **1 место**

Модель	Точность	Количество параметров модели
LSTM	94,6	77,5М
convLSTM	97,1	9,6М
GRU	93,2	0,1М



Команда ИПУ РАН стала 1-й на 2022 IEEE Autonomous Unmanned Aerial Vehicles Competition

Возможно, успех принёс Кецалькоатль?

14 апреля 2022



Наша команда победила в соревнованиях «Аэробот 2021»

Поздравляем А. Абдулова, А. Абраменкова, К. Русакова и А. Шевлякова!

9 декабря 2021



Публикации:

1. **Русаков К.Д.**, Исхакова А.О., Мещеряков Р.В. Распознавание деструктивного мультимедиа контента в социо-киберфизической системе мониторинга сети интернет по одному кадру / Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2022. № 2. Т.24 С. 5-17
2. Шевляков А.А., Абраменков А.Н., Абдулов А.В., **Русаков К.Д.** AERObOT-2020 UAV Challenge: a Report / Proceedings of the 14th International Conference "Management of Large-Scale System Development" (MLSD). M.: IEEE, 2021.
3. Alexander Abdulov, Alexander Abramenkov, **Konstantin Rusakov**, Andrey Shevlyakov Problems solved during AERObOT-2021 UAV Challenge / 26th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (KES 2022)
4. **Русаков К.Д.**, Чехов А.В. Двухэтапный подход к распознаванию коррозии металлических конструкций с использованием сверточных нейронных сетей в ходе проведения инспекций промышленных объектов // Известия Юго-Западного Государственного университета. 2021. Том 25, № 3. С. 152-166.

Конференции:

2 доклада на 17-й Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами» (УБС'2021, Москва). Москва - Звенигород



План 2022/2023 гг.:

1. Детектирование деструктивного мультимедиа контента: распознавание текстовой информации на предмет наличия деструктивного контента с помощью методов глубокого обучения
2. Развитие методов и алгоритмов автономного распознавания объектов на борту БПЛА
3. Защита диссертационной работы в течении года.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ**
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Диане Секу Абдель Кадер

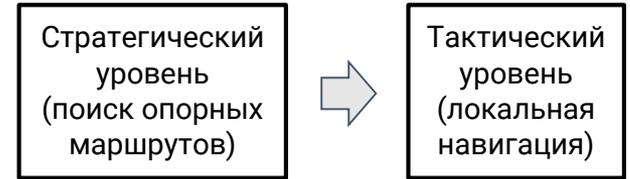
к.т.н, с.н.с. лаб. №90



Управление группами колесных роботов

Актуальность решаемых задач определяется потребностями в применении автономных мобильных роботов при решении задач сельского и коммунального хозяйства, выполнении аварийно-спасательных операций.

Цель – разработать комплекс моделей и алгоритмов для планирования движений и навигации групп колесных роботов.

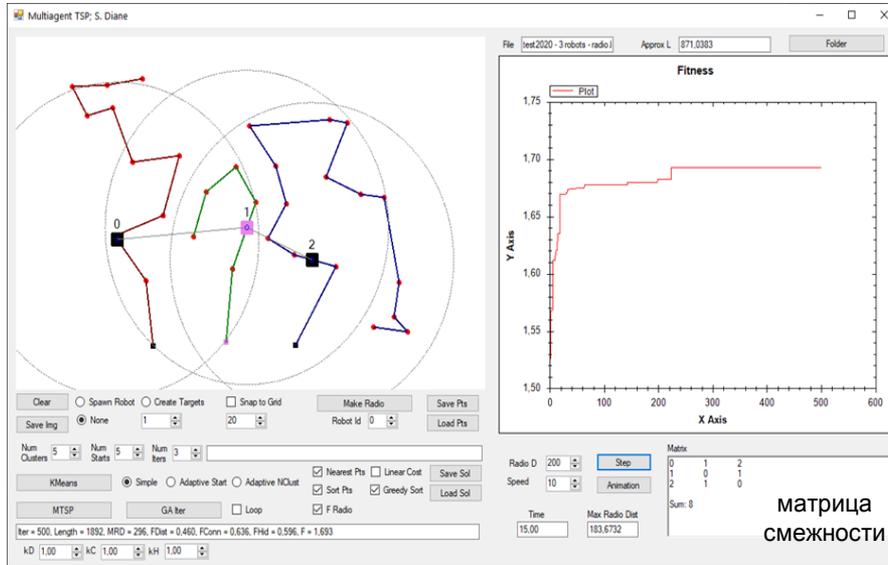


Задачи:

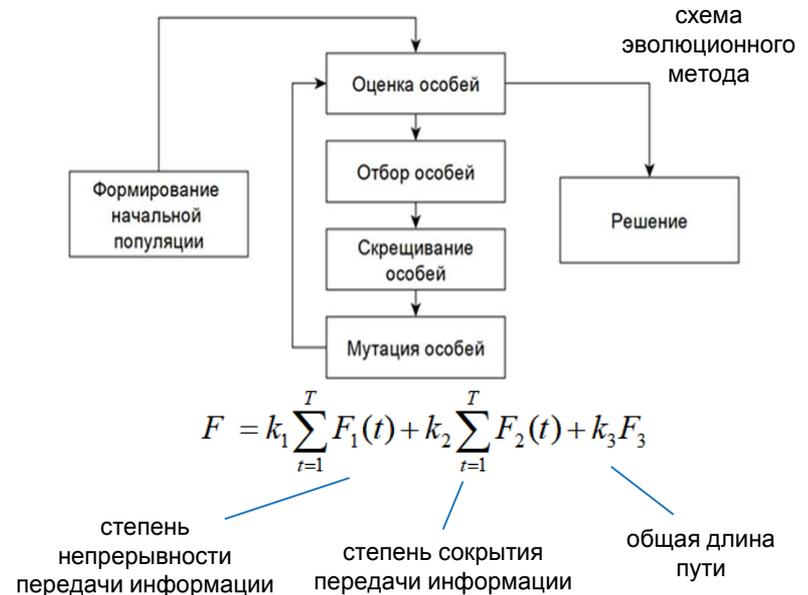
1. Разработка моделей и алгоритмов планирования движений группы гетерогенных колесных роботов на основе эволюционного метода с учетом минимизации суммарной длины пути, проходимого роботами, поддержания непрерывности беспроводной сетевой связи и обеспечения сокрытия управляющих сигналов.
2. Разработка программно-алгоритмического обеспечения для отработки алгоритмов нейросетевой визуальной одометрии и комплексирования разнородной навигационной информации в виртуальной среде.



1. Модели и алгоритмы планирования движений группы гетерогенных мобильных роботов на основе эволюционного метода с учетом минимизации суммарной длины пути, проходимого роботами, поддержания непрерывности беспроводной сетевой связи и обеспечения сокрытия управляющих сигналов.



■ робот-связист ■ роботы-исполнители

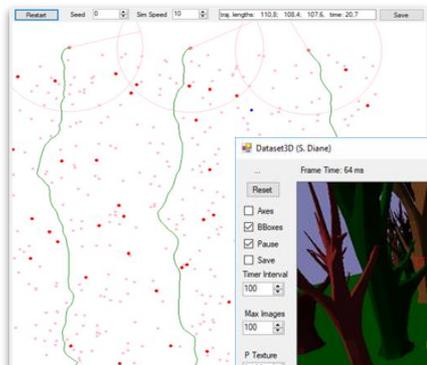


2. Методика и программно-алгоритмическое обеспечение для отработки технологий нейросетевой визуальной одометрии и комплексирования разнородной навигационной информации в виртуальной среде

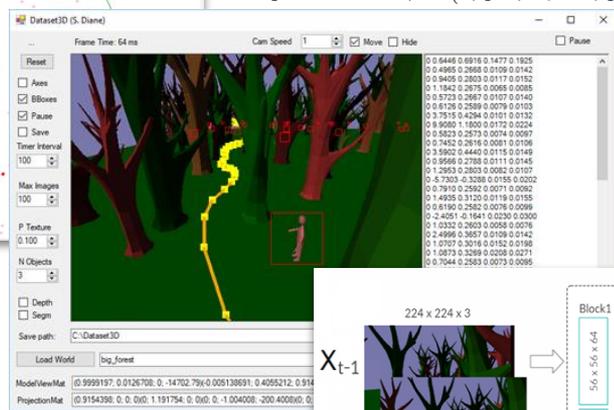
Первичные данные для генерации обучающей выборки: $\{X_1, p_1, \dots, \{X_N, p_N\}\}$,
 Обработанные обучающие данные для настройки нейронной сети: $s_i = \{X_{i-1}, X_i, p_i - p_{i-1}\}, i=2..N$

Комплексирование навигационных данных

$$\begin{cases} p_i = \alpha \cdot a_i + (1-\alpha) \cdot b_i, \\ \alpha = \max(0, 1 - |\omega|/\omega_0), \end{cases}$$

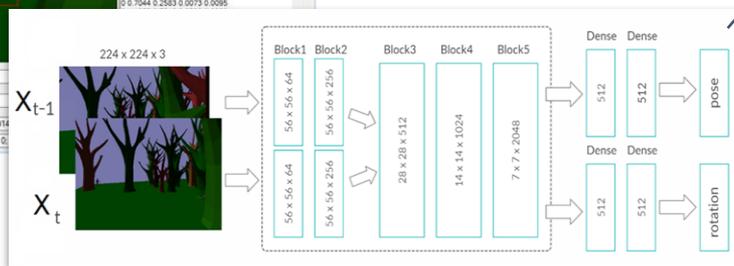
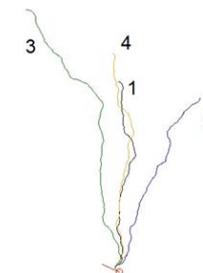


Генератор обучающих траекторий



Моделирующий комплекс

Виртуальный инерциальный датчик



Сверточная нейронная сеть



Публикации (1 ВАК, 1 Arxiv, 1 Scopus, 1 РИНЦ):

1. **Диане С.**, Исхаков А.Ю., Исхакова А.О. Алгоритм сетецентрического управления движением группы мобильных роботов. Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2022;10(1).
2. Максимов Д.Ю., **Диане С.А.** Object Recognition by a Minimally Pre-Trained System in the Process of Environment Exploration / ArXiv.org. Cornell, UK: Springer Nature, 2021. С. 1-28
<https://arxiv.org/pdf/2111.11965.pdf>.
3. **Diane, S. A. K.** and Lesiv, E. A. "Neural-based Visual Odometry Trained in a Virtual Environment for a Mobile Robot Navigation", 2021 14th International Conference Management of large-scale system development (MLSD), 2021, pp. 1-5
4. **Диане С.А.К.**, Зинченко И.В. Модели и алгоритмы комплексирования разнородных сенсорных данных в задаче навигации мобильного робота //Труды XVII Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами», 6–9 сентября 2021 г., Москва - Звенигород / под общ. ред. Новикова Д.А.; Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Минобрнауки России. – Москва: ИПУ РАН, 2021, С. 330-340.

Конференции:

1. 14-я Международная конференция "Управление развитием крупномасштабных систем" (MLSD-2021)
2. 17-я Всероссийская школа-конференция молодых ученых «Управление большими системами» (УБС'2021)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ**
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Трефилов Петр Михайлович

н.с. лаб. №80
аспирант 2-го года



Актуальность:

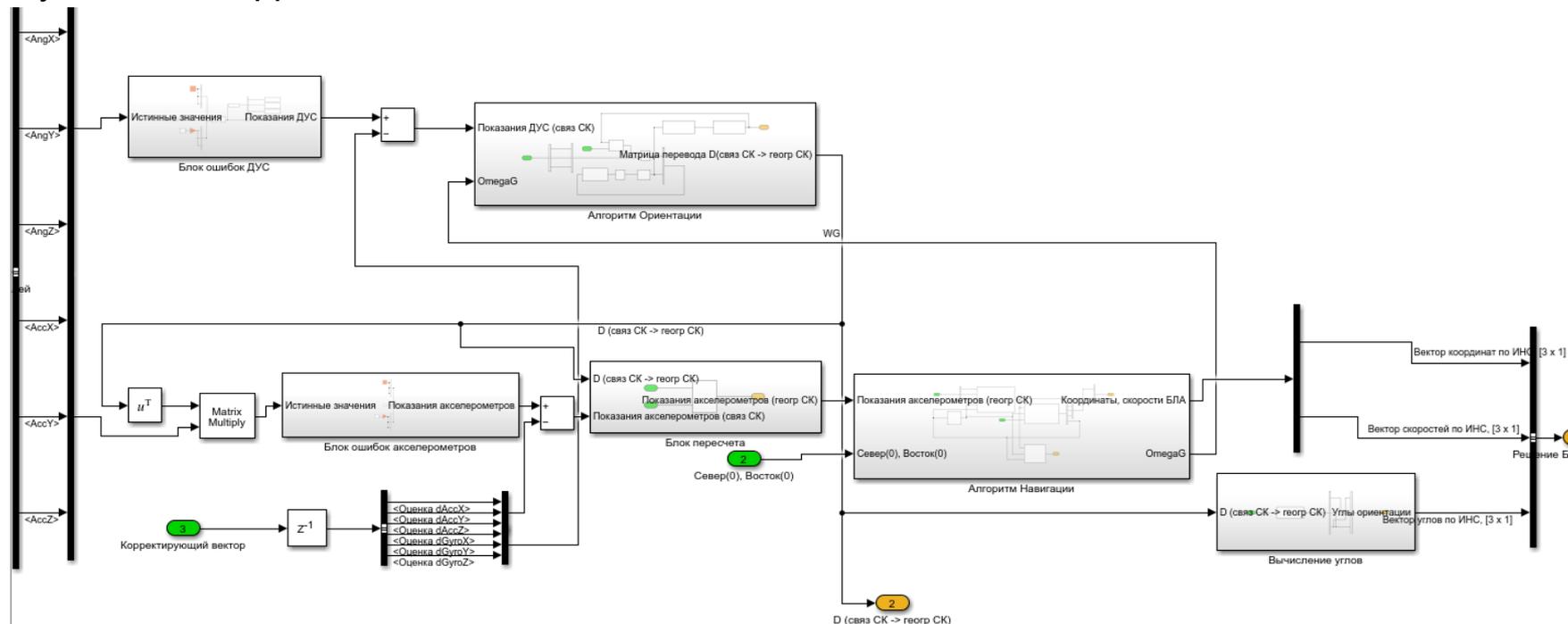
Для создания эффективно функционирующих систем траекторного сопровождения, реализация которых требует применения комплексной обработки информации, необходимо иметь связанные математические модели координат и параметров движения БПЛА и модели наблюдения.

Цель: Разработка программных и алгоритмических решений комплексной системы, способной непрерывно обеспечивать достоверной навигационной информацией систему управления беспилотного летательного аппарата в различных условиях его функционирования.

Задачи:

1. Создание кинематической и динамической модели БПЛА типа квадрокоптер;
2. Создание алгоритмов ориентации и навигации с использованием инерциальных систем;
3. Формирование алгоритмов комплексной обработки информации навигационных параметров.

Разработан алгоритм инерциальной навигационной системы с использованием спутниковой коррекции





Scopus/WoS:

- Тевяшов Г.К., Мамченко М.В., Мигачев А.Н., Галин Р.Р., Кулагин К.А., **Трефилов П.М.**, Анисимов Р.О., Голобурдин Н.В. Algorithm for Multi-drone Path Planning and Coverage of Agricultural Fields / Agriculture Digitalization and Organic Production. St. Petersburg, Russia: Springer Singapore, 2021. С. 299-310
- Мамченко М.В., Романова М.А., **Трефилов П.М.** Defining the Critical Characteristics of Unmanned Vehicles in a Smart City / IFAC-PapersOnLine. Moscow: Elsevier, 2021. Vol.54, Issue 13 . С. 488-492 .

ВАК:

- Кофнов О.В., Потрясаев С.А., Соколов Б.В., **Трефилов П.М.** Специальное модельно-алгоритмическое и программное обеспечение проактивного управления групповым поведением робототехнических средств // Известия ЮФУ. Технические науки. 2021. № 1(218). С. 138-146.

РИНЦ

- Мещеряков Р.В., **Трефилов П.М.**, Шальнев, И.О., Костюков В.А. Модель движения БПЛА в условиях отсутствия связи / Труды Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления» (Таганрог, 2021). Таганрог: ИП Марук М.Р., 2021. С. 191-194.
- **Трефилов П.М.**, Тевяшов Г.К. Моделирование математической модели БПЛА мультироторного типа в среде Matlab / Труды 17-й Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами» (УБС'2021, Москва). М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2021. С. 503-514.

Конференции:

1. XIV-я Всероссийская Мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2021), 27 сентября - 2 октября 2021 г., с. Дивноморское, Геленджик.
2. «Перспективные системы и задачи управления» (Таганрог, 2021).
3. 20th IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability Sept 14-17, 2021, ICS RAS, Moscow, Russia



Планы на 2022/2023 гг.:

1. Доработка алгоритмов, добавление внешних возмущений.
2. Проведение натурального эксперимента.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ**
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Тевяшов Глеб Константинович

м.н.с. лаб. №80
аспирант 2-го года



Применение БПЛА

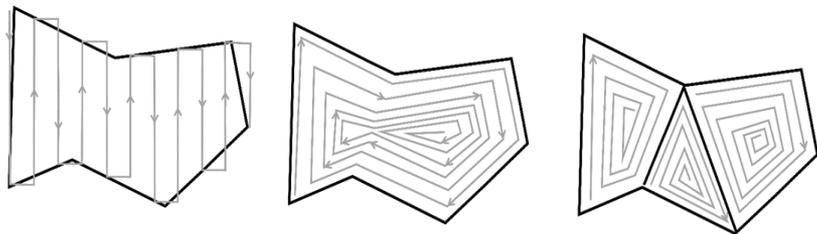
Актуальность:

Применение БПЛА находит отражение во многих сферах жизнедеятельности человека. Для увеличения производительности можно использовать группу аппаратов. Задача облета сельскохозяйственных полей группой беспилотников является, несомненно, актуальной в настоящее время.

Цель: Разработка виртуального моделирующего комплекса, который позволит проверять работоспособность и адекватность исследуемых алгоритмов инспектирования БПЛА.

Задачи:

- Рассмотреть существующие алгоритмы для покрытия территории;
- Сформировать алгоритм облета;
- Смоделировать и провести экспериментальную отработку алгоритмов полета.

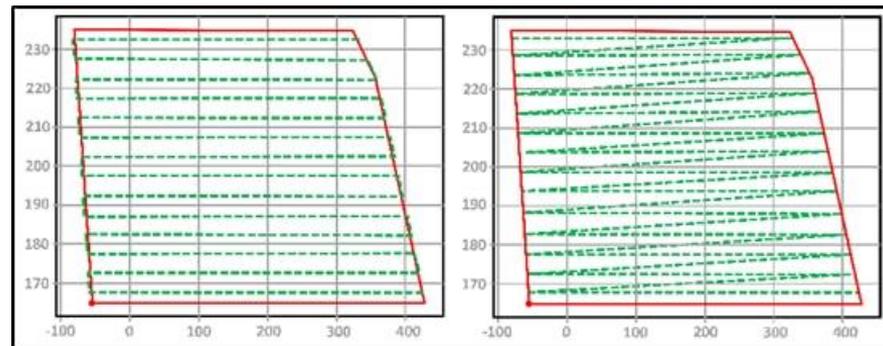


Простые алгоритмы покрытия движения предполагают линейное движение от одной границы области к противоположной с определенными сдвигами (лев.).

В сложных алгоритмах траекторий полета маршрут минимизируется с учетом как площади, так и формы целевого поля, которое необходимо покрыть (центр).

Кроме того, для улучшения характеристик покрытия можно использовать более одного БПЛА, в этом случае используются алгоритмы совместного покрытия (прав.).

Полученные результаты:



Разработан программный модуль виртуального тренажера для проверки работы алгоритма инспектирования БПЛА сельскохозяйственных полей.



Публикации за отчетный период:

2 Scopus:

1. Ivanenkov, V. & **Tevyashov, G.** & Smirnova, Y. & Pavlov, M.. (2021). A Method for Realizing the Connection Between the Movements of the Operator's Fingers and the Model of an Anthropomorphic Gripping Device.
2. **Тевяшов Г.К.**, Мамченко М.В., Мигачев А.Н., Галин Р.Р., Кулагин К.А., Трефилов П.М., Анисимов Р.О., Голобурдин Н.В. Algorithm for Multi-drone Path Planning and Coverage of Agricultural Fields / Agriculture Digitalization and Organic Production. St. Petersburg, Russia: Springer Singapore, 2021.

3 РИНЦ:

1. Саломатин А.А., **Тевяшов Г.К.** Применение роботов-стенолазов в маркетинговых исследованиях / Труды 17-й Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами» (УБС'2021, Москва). М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2021. С. 645-650.
2. Трефилов П.М., **Тевяшов Г.К.** Моделирование математической модели БПЛА мультироторного типа в среде Matlab / Труды 17-й Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами» (УБС'2021, Москва). М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2021.
3. **Тевяшов Г.К.** Мониторинг химического состава водной среды обитания с помощью системы интернета вещей / Материалы 14-й Мультиконференции по проблемам управления (МКПУ-2021, Дивноморское, Геленджик). Дивноморское, Геленджик: Южный федеральный университет, 2021.

Участие в конференциях за отчетный период:

- Современные Проблемы РОБОТОТЕХНИКИ / МГТУ им. Н.Э. Баумана
- Международная конф. по цифровизации сельского хозяйства и органическому производству / СПб ФИЦ РАН
- Всероссийская школа-конференция молодых ученых "УПРАВЛЕНИЕ БОЛЬШИМИ СИСТЕМАМИ" / ИПУ РАН
- Мультиконференция по проблемам управления / ООО «НИИ МВУС»

Планы на 2022/2023 гг.:



Комплект для сборки
подводного телеуправляемого
аппарата MiddleROV



Группа надводных аппаратов
лодочного типа



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ**
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Широков Александр Сергеевич

инженер лаб. №80



Актуальность:

Активно развивается применение БПЛА, в том числе в составе групп роботов. Особенно актуально применение группы роботов при выполнении сложных, масштабных и комплексных задач.

Цель:

Разработка сценариев поиска, выявления и борьбы с инвазивными видами растений группой БПЛА.

Задачи:

- Определить состав группы БПЛА
- Описать взаимодействие БПЛА внутри группы
- Описать действия группы

Актуальность:

Взаимодействие групп роботов с разными средами базирования, в частности наземной и воздушной, является перспективным направлением развития групповой робототехники.

Цель:

Решение задачи образования формации наземными роботами и посадки на них БПЛА в условиях неизвестной местности.

Задачи:

- Рассмотреть методы планирования траектории и определить подходящие для использования в задаче
- Разработать алгоритм выполнения задачи группой



1. Определены используемые типы БПЛА и их назначение.

Описано взаимодействие между БПЛА в группе.

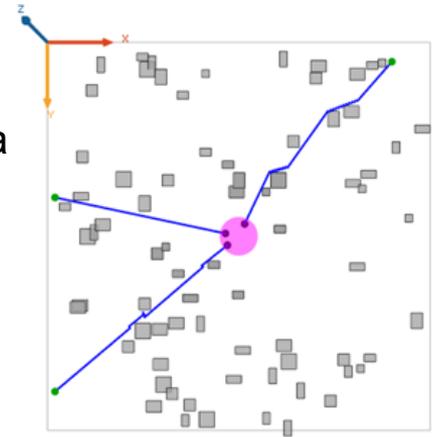
Составлена многокритериальная задача оптимизации распыления гербицидов с помощью БПЛА, позволяющая сформировать группу БПЛА, необходимую для выполнения задачи за желаемое время с учетом ограничений.

2. Исследованы различные методы планирования траектории.

Предложен модифицированный метод планирования траектории.

Произведено моделирование работы полученного алгоритма обхода препятствий.

3. Разработан алгоритм выполнения задания группой. ■





Полученные результаты:

1. Предложен сценарий проведения комплекса мероприятий по поиску, обнаружению и борьбе с инвазивными видами растений автономно действующей гетерогенной группой БПЛА.
2. Решена задача образования формации мобильными роботами и посадки на них БПЛА. Также данное исследование стало основой в написании моего магистерского диплома, защищаемого в этом году.



Публикации и участие в конференциях за отчетный период:

Scopus 1 + 1 на публикации:

1. Мещеряков Р.В., Саломатин А.А., Сенчук Д.В., **Широков А.С.** Scenario of Search, Detection, and Control of Invasive Plant Species Using Unmanned Aircraft Systems / Agriculture Digitalization and Organic Production. St. Petersburg, Russia: Springer Singapore, 2021. С. 259-270
2. Shirokov A., Salomatin A., Galin R., Zorin V., The problem of joint motion planning of a group of mobile robots and an unmanned aerial vehicle / Frontiers in Robotics and Electromechanics (отправлена в печать)

РИНЦ - 1:

1. Галин Р.Р., Камешева С.Б., Исхакова А.О., **Широков А.С.**, Управление смешанной неоднородной командой в коллаборативной робототехнической системе / Труды 17-й Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами» (УБС'2021, Москва). Москва - Звенигород: ИПУ РАН, 2021. С. 311-319.

Конференции:

Всероссийская школа-конференция молодых ученых "УПРАВЛЕНИЕ БОЛЬШИМИ СИСТЕМАМИ" (ИПУ РАН)



Планы на 2022/23 гг.:

1. Поступление в аспирантуру ИПУ РАН
2. Продолжение исследования управления и взаимодействия гетерогенной группой роботов разных сред базирования
3. Продолжение исследований и разработки методов группового управления БПЛА в различных сценарных задачах
4. Проведение натурных экспериментов



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ**
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Саломатин Александр Александрович

м.н.с. лаб. №80



Безопасность киберфизических систем

Актуальность:

В настоящее время актуальна проблема кибербезопасности для критических инфраструктур. Основной областью исследования является защита учетных данных субъектов доступа от кибератак. Для снижения рисков кражи информации разрабатываются методы с динамической конфигурацией факторов проверки, которые эффективно определяют легитимность пользователя.

Цель: разработать эффективный способ применения цифрового следа пользователя на основе браузерных отпечатков в задаче адаптивной аутентификации

Задачи:

- исследовать существующие технологии и методы получения браузерных отпечатков
- исследовать существующие меры противодействия отслеживанию браузерных отпечатков
- реализовать практически собственную систему получения браузерных отпечатков пользователя



Средства исследований

- Оценка подлинности пользователя проходит с помощью вычисления статистических характеристик, в том числе энтропии Шеннона, в зависимости от рассматриваемых браузерных атрибутов
- Языки программирования: JavaScript, HTML, Python
- Браузеры: Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge и др.
- Плагины: Canvas Blocker (Fingerprint Protect), CyDec Security Anti-FP, Font Fingerprint Defender и др.



Проведена оценка робастности методов получения браузерных отпечатков на различных аппаратных платформах. Проведен ряд экспериментов по расширению ранее разработанной модели профиля субъекта доступа на основе гетерогенных браузерных отпечатков

```
▶ 6: {key: "screenResolution", value: Array(2)}
▶ 7: {key: "availableScreenResolution", value: Array(2)}
▶ 8: {key: "timezoneOffset", value: -180}
▶ 9: {key: "timezone", value: "Europe/Moscow"}
▶ 10: {key: "sessionStorage", value: true}
▶ 11: {key: "localStorage", value: true}
▶ 12: {key: "indexedDb", value: true}
▶ 13: {key: "addBehavior", value: false}
▶ 14: {key: "openDatabase", value: true}
▶ 15: {key: "cpuClass", value: "not available"}
▶ 16: {key: "platform", value: "win32"}
▶ 17: {key: "plugins", value: Array(3)}
▶ 18: {key: "canvas", value: Array(2)}
▶ 19: {key: "webgl", value: Array(65)}
```

```
▼ @:
  key: "screenResolution"
  ▶ value: (2) [1920, 1080]
  ▶ __proto__: Object
  length: 1
  ▶ __proto__: Array(0)
```

Браузерный атрибут “Разрешение экрана”

Часть вычисленных браузерных атрибутов

Саломатин А.А., м.н.с., аспирант 2 года



Публикации WoS/Scopus:

1. **Саломатин А.А.**, Исхаков А.Ю., Мещеряков Р.В. Application of the User's Digital Footprint in the Adaptive Authentication Problem / Proceedings of the 2021 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). Kazan: IEEE, 2021. С. 1-5.
2. **Саломатин А.А.**, Исхаков А.Ю., Мещеряков Р.В. Formation of a Digital Footprint Based on the Characteristics of Computer Hardware to Identify APCS Users / Proceedings 2021 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). Sochi, Russia: IEEE, 2021. Proceedings 2021 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). С. 314-320.

Публикации РИНЦ:

1. **Саломатин А.А.** Методы противодействия отслеживанию браузерных отпечатков пользователей / Материалы 29-й Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем» (ПУБСС'2021, Москва). М.: ИПУ РАН, 2021. С. 248-252.

Конференции:

- 2021 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON 2021)
- 29-я Международная конференция «Проблемы управления безопасностью сложных систем» (ПУБСС'2021)
- Международная научно-техническая конференция "Автоматизация" RusAutocon 2021.

Саломатин А.А., м.н.с., аспирант 2 года



Планы на 2022/2023 гг.:

- Исследование альтернативных реализаций систем сбора браузерных отпечатков
- Исследование отдельных информативных браузерных атрибутов (Canvas, WebGL и т.д.)
- Дальнейшее исследование других источников цифрового следа пользователя, в том числе, источника, где цифровой след на основе характеристик аппаратного обеспечения



Применение БПЛА

Актуальность:

Область применения БПЛА с каждым годом все более расширяется. Они применяются во многих областях промышленного производства, в условиях боевых действий и космических исследований и др.. Для применения БПЛА в комплексных задачах необходимо не только формирование необходимой группы БПЛА, но и четкое планирование их действий, позволяющее добиться наибольшего качества выполнения миссии.

Цель: разработать программно-алгоритмическое обеспечение группового управления БПЛА в сценарной задаче

Задачи:

- исследовать сферы деятельности, где возможно эффективное применение групп БПЛА
- исследовать существующие методы группового управления БПЛА для решения сценарной задачи
- разработать собственный алгоритм группового управления БПЛА для решения сценарной задачи

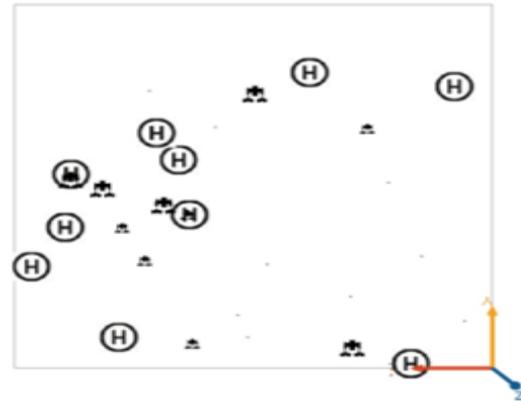


Средства исследований

- Программы: GAMA, MATLAB
- Методы: методы решения одно- и многокритериальных задач оптимизации, методы планирования траекторий движений с учётом препятствий.

Результат

Разработан программный комплекс системы управлениями звеньями БПЛА с заданным набором технико-эксплуатационных характеристик для выполнения полета по маршруту с учетом внешних ограничений



Имитационная модель полёта беспилотной авиационной системы

Саломатин А.А., м.н.с., аспирант 2 года



Публикация WoS/Scopus: Мещеряков Р.В., **Саломатин А.А.**, Сенчук Д.В., Широков А.С. Scenario of Search, Detection, and Control of Invasive Plant Species Using Unmanned Aircraft Systems / Agriculture Digitalization and Organic Production. St. Petersburg, Russia: Springer Singapore, 2021. С. 259-270.

Публикация РИНЦ: **Salomatin A.**, Podvesovskii A., Smolin A. Formation of Unmanned Aerial Vehicle Link Configuration in the Problem of Cargo Transportation Scenario Selection Using Geospatial Data // Geocontext. №1(2021). С. 5-16.

Конференции:

First International Conference “Agriculture Digitalization and Organic Production 2021” (ADOP 2021)



Планы на 2022/2023 гг.:

- Исследование и разработка методов и алгоритмов группового управления БПЛА в различных сценарных задачах
- Программная реализация разработанных методов
- Сравнение результатов выполнения полёта группы БПЛА в программе с полученными в ходе реальных испытаний



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ**
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Мамченко Марк Владиславович

н.с. лаб. №80



Актуальность исследования:

1. Для обеспечения запаса по точности измерения лидара необходимо проведение оценки его максимальной суммарной погрешности.
2. Требуется учитывать влияние деградации используемой в лидарах элементной базы при их применении в беспилотных системах.

Цель: Исследовать влияние погрешности и процессов деградации на функционирование лидара в беспилотных системах.

Задачи:

1. Разработать математическую модель процесса измерений в лидаре.
2. Разработать способ оценки максимального значения суммарной и средневзвешенной погрешности лидара БПЛА.
3. Разработать моделирующий комплекс для оценки эффективности функционирования лидара в различных условиях.
4. Провести оценку влияния процессов деградации элементной базы лидара на базе моделирующего комплекса.



Расчет максимальной оценки суммарной погрешности лидара

Математическая модель процесса измерений в лидаре: $Z(t) = AY(t) + BX(T) + W\Psi(t)$,

где A, B, W – матрицы коэффициентов векторов $Y(t), X(t)$ и $\Psi(t)$; $\Psi(t)$ – суммарная составляющая систематических и случайных погрешностей.

Суммарная составляющая погрешности: $\Psi(t) = \Theta_{\Sigma} * S_v$, где Θ_{Σ} – суммарная составляющая систематической погрешности; S_v – суммарная оценка среднеквадратичного отклонения случайных погрешностей.

Суммарная составляющая случайных погрешностей: $S_v = S_{\xi_{out}} + S_{\zeta_{out}} + S_{\xi_m} + S_{\zeta_m}$

Составляющие систематической погрешности: $\Theta_{\Sigma} = \Delta_{const} + \Delta_r + \Delta_d + \sum_{i=1}^l \Delta_{i_{add}}$, где Δ_{const} – неизменная составляющая; Δ_r – прогрессирующая составляющая; Δ_d – динамическая составляющая, обусловленная влиянием скорости изменения параметров; $\sum_{i=1}^l \Delta_{i_{add}}$ – объединение дополнительных погрешностей обусловленные действием влияющих величин.

Условие для удовлетворения к заданной точности: $T^{-1} \geq k(S_{\Psi(t)})$

Расчет весов (значимостей) систематических и случайных погрешностей: $g_{j\theta} = \frac{s_{\theta_j}^2}{\sum_{j=1}^N s_{\theta_j}^2}$ $g_{jv} = \frac{s_{v_j}^2}{\sum_{j=1}^N s_{v_j}^2}$

Оценивание погрешностей совокупного среднего: $\theta = k \sqrt{\sum_{j=1}^L g_j^2 \theta_j^2}$ $S_v = \sqrt{\sum_{j=1}^L g_j^2 \theta_j^2}$



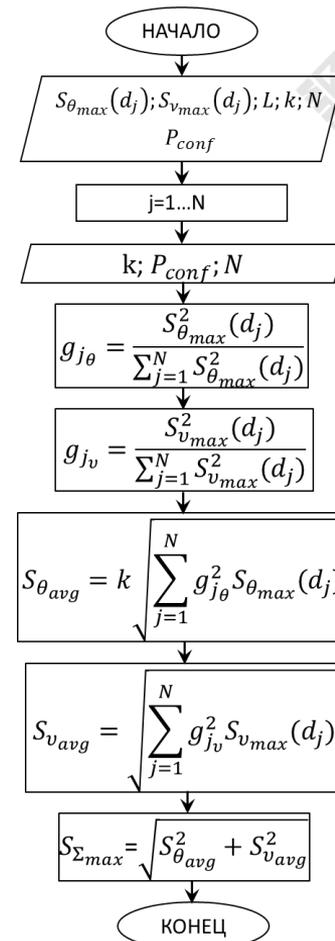
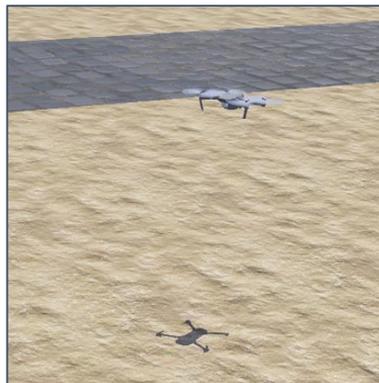
Влияние деградации лидара:

- Моделирование проводилось в среде Webots.
- Свойству “noise” лидара было присвоено значение 1.0, что соответствует гауссовскому шуму с СКО, равным максимальной дальности.
- В каждый момент времени значение частоты изменялось в пределах ± 1 Гц.
- Использован алгоритм функционирования системы уклонения от препятствий.

Мамченко М.В.

1. Предложен алгоритм оценки максимального значения суммарной погрешности лидара БПЛА, позволяющий формировать требования к его техническим характеристикам на основе расчетной оценки средневзвешенной погрешности.

2. Разработано средство моделирования для исследования влияния деградации характеристик лидара на решение задач локальной навигации. Предложенный виртуальный симулятор может использоваться также для моделирования функционирования лидара в неблагоприятных условиях окружающей среды.





Публикации (Scopus - 1, РИНЦ - 1):

1. Романова М.А., **Мамченко М.В.** Method and Algorithm for Estimating the Maximum Total Error of an Automotive LiDAR // Journal of Physics: Conference Series. Vladivostok, Russia: IOP Publishing Ltd, 2021. Vol. 2096. No. 012179, С. 1-7.
2. **Мамченко М.В.** Моделирование функционирования датчиков системы автономной навигации беспилотных транспортных средств в виртуальном симуляторе // Материалы 14-й Мультиконференции по проблемам управления. Дивноморское, Геленджик: ЮФУ, 2021. Т. 4. С. 83-85.

Конференции:

1. XIV-я Всероссийская Мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2021), 27 сентября - 2 октября 2021 г., с. Дивноморское, Геленджик.
2. Международная мультидисциплинарная конференция по промышленному инжинирингу и современным технологиям FarEastCon-2021, 5-8 октября 2021 г., г. Владивосток.



Планы на 2022/2023 гг.:

1. Разработка методики оценки взаимного влияния лидаров двух и более БПЛА.
1. Использование разработанного средства моделирования для исследования негативного влияния различных погодных условий на функционирование лидара.



Актуальность исследования: Существует тенденция по наращиванию использования коллаборативных робототехнических систем (КРТС) в производстве. Однако предлагаемые системы управления основаны чаще на примере коллаборативных ячеек. Кроме того, слабо исследованным является вопрос оценки затрат участников в подобных организационно-технических системах, массово используемых на производстве.

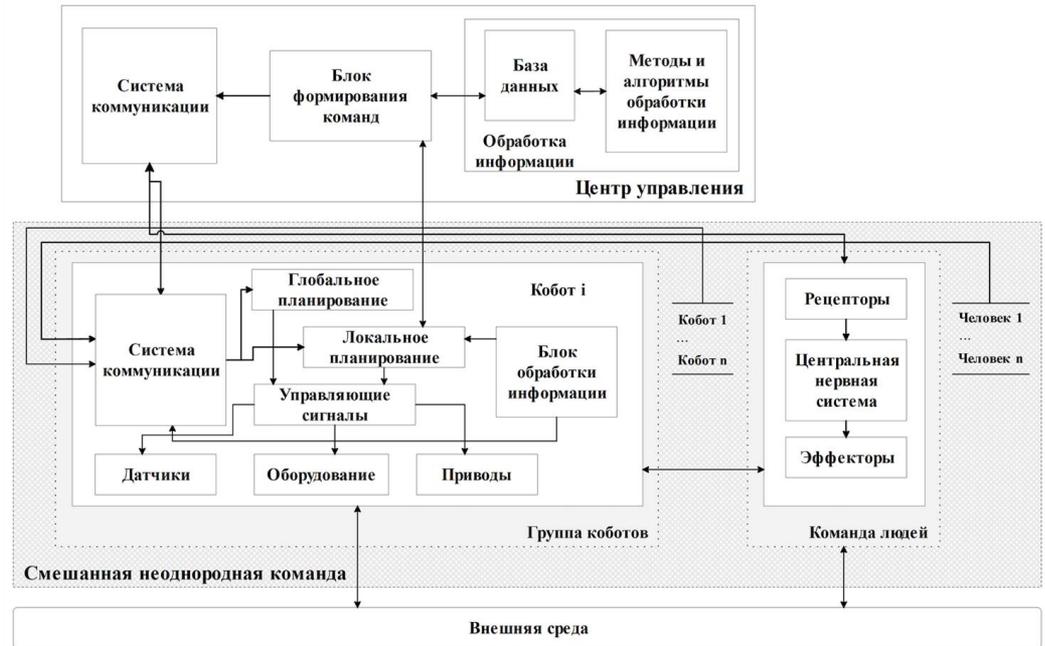
Цель: Разработать структуру системы управления КРТС, методы и алгоритмы распределения работ среди участников.

Задачи:

1. Провести анализ существующих систем управления КРТС.
2. Разработать модульную структуру системы управления КРТС.
3. Разработать методы и алгоритмы распределения работ в КРТС, учитывающие функции затрат участников.



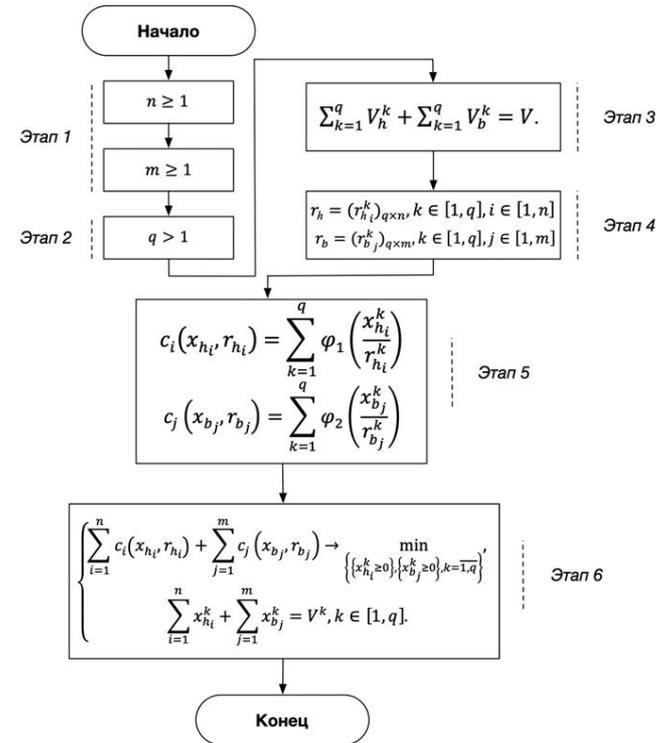
Разработанная структура системы управления КРТС обеспечивает эффективное формирование и функционирование смешанной неоднородной команды, в состав которой входят роботы и люди.





Разработанные методы и алгоритм распределения работ в КРТС обеспечивают повышение эффективности функционирования смешанных неоднородных команд за счет минимизации затрат на выполнение производственных операций. Рассмотрена общей постановка задачи для минимизации функций затрат для участников гетерогенных смешанных команд, а также частные случаи со следующими условиями:

- в случае, когда разные виды функций затрат для разных видов членов команды — людей и роботов.
- в случае ограниченной активности роботов в команде.
- для случая зависимости затрат роботов на выполнение некоторого вида работ от количества людей, назначенных на выполнение того же вида работ.



Галин Р.Р., Камешева С.Б.



Подготовлено 4 публикации:

1. Галин Р.Р., Камешева С.Б. Эффективное функционирование коллаборативной робототехнической системы в едином пространстве // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 1(99). С. 5-15.
2. Галин Р.Р., Камешева С.Б., Исхакова А.О., Широков А.С. Управление смешанной неоднородной командой в коллаборативной робототехнической системе / Труды 17-й Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами» (УБС'2021, Москва). Москва - Звенигород: ИПУ РАН, 2021. С. 311-319.
3. Галин Р.Р., Широкий А.А., Магид Е.А., Мещеряков Р.В., Мамченко М.В. Effective Functioning of a Mixed Heterogeneous Team in a Collaborative Robotic System // Informatics and Automation. 2021. Vol 20 No 6. С. 1224-1253.
4. Галин Р.Р., Мещеряков Р.В., Мамченко М.В. Analysis of Intersection of Working Areas Within the Human-Robot Interaction in a Shared Workspace / Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS, volume 232), book series. Cham: Springer, 2021. С. 749-759.

Конференции:

1. «Управление большими системами» (УБС'2021, Москва). Москва - Звенигород: ИПУ РАН, 2021.



Планы на 2022/2023 гг.:

1. Разработка алгоритма распределения работ в КРТС с минимизацией времени выполнения операций участниками в рамках технологического процесса, описываемого сетевой моделью.
2. Проведение дополнительного моделирования работы предложенных алгоритмов в среде MATLAB.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ**
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Отчет по МНШ

Методы и алгоритмы безопасных киберфизических систем

**Научный руководитель:
д.т.н. профессор Мещеряков Р.В.**