

Лаборатория автономных робототехнических систем

Руководитель лаборатории: Савельев Антон Игоревич, старший научный сотрудник, кандидат технических наук – математические модели управления робототехническими средствами, методы и алгоритмы для построения траекторий движения робототехнических систем, управление робототехническими средствами, сервисы киберфизического пространства, обработка изображений, saveliev@iias.spb.su.

Области исследований лаборатории

Разработка математического и программно-аппаратного обеспечения автономных робототехнических систем, включая методы группового управления, топологической робототехники, кинематики и динамики движения многосвязных систем, обработку изображений и опытных образцов распределенных систем для обработки информации на борту роботов.

Общая численность: 16 сотрудников.

Научные сотрудники и краткое наименование направления работ

Антонов Максим Александрович, младший научный сотрудник – математические модели эргатических систем, max0594@yandex.ru.

Быков Александр Норайрович, младший научный сотрудник – разработка и прототипирование робототехнических систем, 124alex.96@mail.ru.

Ватаманюк Ирина Валерьевна, младший научный сотрудник – методы, алгоритмы и архитектуры робототехнических и информационно-управляющих систем, vatamaniuk@iias.spb.su.

Захаров Константин Станиславович, младший научный сотрудник – методы и алгоритмы планирования пути движения робототехнических средств, konstantizaharov@gmail.com.

Козырь Полина Сергеевна, младший научный сотрудник – методы и алгоритмы позиционирования и перемещения робототехнических наземных и воздушных робототехнических средств, polinatrump@mail.ru.

Крестовников Константин Дмитриевич, младший научный сотрудник – модели и алгоритмы для распределения энергетических ресурсов в рое робототехнических средств путем двунаправленной беспроводной передачи энергии, k.krestovnikov@iias.spb.su.

Лебедев Игорь Владимирович, младший научный сотрудник – методы и алгоритмы управления беспилотными летательными аппаратами, lebedev@iias.spb.su.

Лебедева Валерия Валентиновна, младший научный сотрудник – методы и алгоритмы управления беспилотными летательными аппаратами, lebedeva.v@iias.spb.su.

Пухальский Ян Викторович, младший научный сотрудник – системы управления агроэкологического производства, puhalskyuan@gmail.com.

Черских Екатерина Олеговна, младший научный сотрудник – мультиагентные сенсорные системы с событийным принципом работы, cherskikh.e@iias.spb.su.

Янин Антон Павлович, младший научный сотрудник – методы и алгоритмы управления беспилотными летательными аппаратами, anton.ianin8@gmail.com.

Аспиранты

Быков Александр Норайрович, «Разработка алгоритмов и модели для синтеза кинематической схемы и электромеханических параметров многосвязных робототехнических систем» (научный руководитель – к.т.н. Савельев А.И.).

Васюнина Юлия Геннадиевна, «Модель, алгоритмы и программные средства оптимизации расположения воздушных и наземных роботизированных средств для организации бесшовной передачи данных на открытой местности», (научный руководитель – к.т.н. Савельев А.И.).

Егоров Артём Витальевич, «Модели, алгоритмы и программные средства локализации БПЛА на основе обработки гиперспектральных изображений подстилающей поверхности», (научный руководитель – к.т.н. Савельев А.И.).

Ерашов Алексей Алексеевич, «Методы, алгоритмы и программные средства решения прямой и обратной задач кинематики многосвязных систем на основе методов машинного обучения» (научный руководитель – д.т.н., проф. Ронжин А.Л.).

Крестовников Константин Дмитриевич, «Разработка модели и алгоритмов для распределения энергетических ресурсов в рое робототехнических средств путем двунаправленной беспроводной передачи энергии» (научный руководитель – к.т.н. Савельев А.И.).

Лебедев Игорь Владимирович, «Алгоритмы, методы и программное обеспечение управления мультироторным беспилотным летательным аппаратом с многосевыми двигательными блоками для проведения мониторинга инфраструктурных объектов» (научный руководитель – к.т.н. Савельев А.И.).

Лебедева Валерия Валентиновна, «Алгоритмы и подход к планированию пути для группы беспилотных летательных аппаратов мультироторного типа в сложной геометрической среде» (научный руководитель – к.т.н. Савельев А.И.).

Подтихов Артур Владимирович, «Метод, алгоритмы и программные средства локализации наземных роботов на основе пассивных сенсорных устройств в условиях городской среды», (научный руководитель – к.т.н. Савельев А.И.).

Черских Екатерина Олеговна, «Методы, алгоритмы и архитектура мультиагентной сенсорной системы, состоящей из многоцелевых гомогенных ячеек с событийным принципом работы» (научный руководитель – д.т.н., проф. Ронжин А.Л.).

Гранты и проекты

Савельев А.И. Грант РФФИ № 20-08-01109_А «Разработка подхода к выбору оптимальных формаций модульных робототехнических систем исходя из геометрических характеристик внешнего окружения», 2020-2022 гг.

Савельев А.И. Грант РФФИ № 20-79-10325 «Разработка принципов и подходов к адаптивному управлению автономными мобильными киберфизическими системами в условиях изменяющегося окружения», 2020-2023 гг.

Ронжин А.Л., Грант РФФИ № 22-69-00231 «Принципы функционирования беспроводных нодальных сейсмических систем под управлением группы беспилотных воздушных средств на труднодоступных территориях со сложным рельефом местности», 2022-2025 гг.

Савельев А.И., Грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых № МК-3094.2022.1.6 «Подход к позиционированию подводного автономного аппарата для получения беспроводной электрической энергии от зарядной станции надводного аппарата», 2022-2023 гг.

Сотрудничество с ВУЗами

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения – Савельев А.И.

Международное сотрудничество

Савельев А.И., Черноусова П.М., Ронжин А.Л. – организация совместных научных мероприятий и исследований с университетом Цинхуа (Китай), университетом Фучжоу (Китай), компанией Gaitech Intelligence (Китай), издательством Шанхайского университета Цзяо Тун (Китай), Гуандунским университетом нефтехимических технологий (Китай), университетом телекоммуникаций г. Лейпцига (Германия); Эрзурумским техническим университетом (Турция); Факультетом технических наук Университета Нови Сад (Сербия); университетом Богазичи (Турция), университетом Западной Богемии (Чехия), Дрезденским технологическим университетом (Германия), Технологическим институтом Карлсруэ (Германия), Белорусским государственным университетом информатики и радиоэлектроники (Республика Беларусь), Объединенным институтом проблем информатики национальной академии наук (Республика Беларусь), Мексиканским национальным автономным университетом UNAM (Мексика).

Членство в российских и международных организациях, диссертационных советах

Савельев А.И. – сопредседатель организационного комитета международной конференции по интерактивной коллаборативной робототехнике ICR; сопредседатель организационного комитета международной конференции по цифровизации сельского хозяйства и органическому производству ADOP; начальник отдела Инженерный гараж Инженерной школы ГУАП; член национального комитета международных соревнований «RoboCup»; член жюри интеллектуального конкурса среди учащихся 9-11 классов школ, гимназий, колледжей и профессиональных лицеев Санкт-Петербурга, обучающихся в Политехническом классе Инженерной школы ГУАП «Энергия успеха-2022», ментор проекта «Акселератор ГУАП».

Интеллектуальная собственность

Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «Образовательная облачная среда для программирования наземных робототехнических платформ», авторы Савельев А.И., Камынин К.В.,

Крестовников К.Д., Черноусова П.М., Черских Е.О., дата регистрации 10.10.2022, рег. номер № 2022680118.

Награды, дипломы, стипендии

Крестовников К.Д. – Стипендия Президента Российской Федерации на 2022/2023 учебный год.

Савельев А.И. – Нагрудный знак «Молодой ученый» (Приказ Минобрнауки России от 1 июня 2022 г. № 289 к/н).

Новые результаты исследований

1. Разработана событийно-ориентированная модель управления потоками данных наземного робототехнического средства, отличающаяся применением онтологического представления информации о встроенных устройствах и позволяющая снизить вычислительную нагрузку на центральное управляющее устройство посредством предварительной обработки данных на вычислителях сенсорных и исполнительных устройств, например, при решении задачи транспортировки грузов до 41,8%.

2. Разработан алгоритм замены источника питания наземного автономного робототехнического средства (РТС) группой малых мобильных роботов, позволяющий корректировать ориентацию исполнительных механизмов манипулятора при функционировании на неоднородных поверхностях, снижая ошибку смещения до 4 мм по всем трем осям при установке аккумулятора, что сокращает количество итераций и ведет к уменьшению простоя РТС до 30%.

3. Разработан алгоритм планирования траекторий покрытия местности при решении задач аэромониторинга беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) мультикоптерного типа, отличающийся применением принципов оптимального направления развертки и формирования постоянной ориентации БПЛА, позволяющий сократить количество маневров, время полета до 30%, потребление электроэнергии до 19%.

4. Разработан метод точечного орошения и внесения удобрений с использованием группы автономных гетерогенных робототехнических наземных и воздушных средств на крупных сельскохозяйственных угодьях, включающий идентификацию, группировку и приоритезацию потенциальных зон внесения удобрений на основе анализа динамики изменения значений Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) индекса на

исследуемой территории, обеспечивающий возможность замены аккумуляторной батареи двух типов БпЛА и пополнения растворяемых баков в зонах выполнения операций.

5. Разработан подход к автоматизированному мониторингу роста растений в вертикальной ферме с использованием групп беспилотных летательных аппаратов (БпЛА) мультикоптерного типа, отличающийся применением ArUco маркеров для идентификации стоек и каждого контейнера с растениями при движении БпЛА и фотофиксации растений, обеспечивающий отслеживание динамики развития растений с точностью до 96%.

Список публикаций:

Статьи, опубликованные в изданиях, индексируемых в WoS, Scopus:

1. *Denisov A., Cherskikh E.* Algorithm for Placement of Wireless Network Devices for Wide Areas with Variable Soil Moisture. International Conference in Communications, Signal Processing, and Systems. Springer, Singapore. 2022. vol. 878. pp. 18–25. DOI: 10.1007/978-981-19-0390-8_3. (Scopus)
2. *Izboldina V., Lebedev I.* Group movement of UAVs in environment with dynamic obstacles: a survey. International Journal of Intelligent Unmanned Systems. 2022. vol. ahead-of-print. DOI: 10.1108/IJUS-06-2021-0038. (Scopus)
3. *Ryabinov A., Uzdiaev M.* A comparison study of widespread CNN architectures for speech emotion recognition on spectrogram. AIP Conference Proceedings. AIP Publishing LLC. 2022. Т. 2467. №. 1. С. 050008. DOI: 10.1063/5.0092612. (Scopus)
4. *Левоневский Д.К., Яковлев Р.Н., Савельев А.И.* Модель децентрализованной киберфизической системы, устойчиво функционирующей в изменяющемся окружении. Мехатроника, автоматизация, управление. 2022. Т. 23(4). С. 177–187. DOI: 10.17587/mau.23.177-187. (Scopus, ВАК, РИНЦ)
5. *Saveliev A., Lebedeva V.; Lebedev I., Uzdiaev M.* An Approach to the Automatic Construction of a Road Accident Scheme Using UAV and Deep Learning Methods. Sensors. 2022. vol. 22(13). pp. 4728. DOI: 10.3390/s22134728. (Scopus Q1, WoS Q2)
6. *Letenkov M., Iakovlev R., Markitanto M., Ryumin D., Saveliev A., Karpov A.* Method for Generating Synthetic Images of Masked Human Faces. Scientific Visualization. 2022. vol. 14. № 2. pp. 1–17. DOI: 10.26583/sv.14.2.01. (Scopus Q3)

7. *Крестовников К.Д., Ерашов А.А.* Обработка сигналов емкостных датчиков силы, установленных в стопу антропоморфного робота. Информационно-управляющие системы. Т. (4), С. 20–28. DOI: 10.31799/1684-8853-2022-4-20-28. (Scopus Q4)
8. *Носов А.М., Савельев А.И., Вильянинов В.Н., Ромашова Ю.Е., Лебедев И.В., Лебедева В.В., Янин А.П., Самохвалов И.М.* Опыт транспортировки компонентов крови с применением беспилотного летательного аппарата. Медицина катастроф. 2022. № 3. С. 65–69. DOI: 10.33266/2070-1004-2022-3-65-69. (Scopus, РИНЦ, ядро РИНЦ, ВАК)
9. *Gubanov B., Lebedeva V., Lebedev I., Astapova M.* Algorithms and Software for Evaluation of Plant Height in Vertical Farm Using UAVs. Agriculture Digitalization and Organic Production. Smart Innovation, Systems and Technologies. 2023. vol. 331. pp. 351–362. DOI: 10.1007/978-981-19-7780-0_31. (Scopus)
10. *Kozyr P., Vasunina Y., Saveliev A.* Algorithm for Replacing the Battery of a Robotic Tool Using Serving Mobile Robots. 2022 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE. 2022. pp. 700–705. DOI: 10.1109/RusAutoCon54946.2022.9896318. (Scopus)
11. *Cherskikh E., Saveliev A.* Approach to the Dynamic Functioning of a Robotic Complex in Case of Failures and Restoration of Connected Functional Parts. 2022 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE. 2022. pp. 677–682. DOI: 10.1109/RusAutoCon54946.2022.9896316. (Scopus)
12. *Kozyr P., Vasunina Y., Saveliev A.* Algorithm for Replacing the Battery of a Robotic Tool Using Servicing Mobile Robots on Inhomogeneous Surfaces. Ronzhin A., Meshcheryakov R., Xiantong Z. (Eds). In Interactive Collaborative Robotics. ICR 2022. Lecture Notes in Computer Science. Springer, Cham, 2022. vol 13719. pp. 269–283. DOI: 10.1007/978-3-031-23609-9_24. (Scopus)
13. *Lebedeva V., Iakovlev R., Bryksin V., Agafonov V.* Method for Planning a Coverage Trajectory for a Group of UAVs Marking Out Zones for Installing Seismic Modules. Ronzhin A., Meshcheryakov R., Xiantong Z. (Eds). In Interactive Collaborative Robotics. ICR 2022. Lecture Notes in Computer Science. Springer, Cham, 2022. vol. 13719. pp. 236–248. DOI: 10.1007/978-3-031-23609-9_22. (Scopus)

14. *Зайцев Д.Л., Брыксин В.М., Белотелов К.С., Компаниец Ю.И., Яковлев Р.Н.* Алгоритмы и измерительный комплекс классификации источников сейсмических сигналов, определения расстояния и азимута до пункта возбуждения поверхностных волн. Информатика и автоматизация. 2022. № 6(21). С. 1211–1239. DOI: 10.15622/ia.21.6.5. (Scopus)

Статьи, опубликованные в отечественных изданиях, индексируемых в РИНЦ:

15. *Ерашов А.А., Блинов Д.В., Савельев А.И.* Анализ методов решения обратной задачи кинематики модульных реконфигурируемых систем. Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2021. 9(4). DOI: 10.26102/2310-6018/2021.35.4.025. (РИНЦ, ВАК)
16. *Савельев А.И., Блинов Д.В., Ерашов А.А.* Выбор кинематической структуры модульной робототехнической системы в зависимости от типа поверхности передвижения. Известия Юго-Западного государственного университета. 2021. 25(3): С. 120–135. DOI: 10.21869/2223-1560-2021-25-3-120-135. (РИНЦ, ВАК)
17. *Черских Е.О.* Концептуальная модель онтологии сенсорной системы с событийным методом обработки информации. Сенсорные системы. 2022. Т. 36. № 2. С. 123–134. DOI: 10.31857/S0235009222020020. (RSCI, РИНЦ)
18. *Крестовников К.Д., Ерашов А.А.* Исследование эффективности беспроводной системы передачи энергии при эксплуатации в воде и растворах. Датчики и системы. 2022. Т. 2. № 2. С. 19–27. DOI: 10.25728/datsys.2022.2.3. (RSCI, РИНЦ, ВАК)
19. *Крестовников К.Д., Ерашов А.А., Васюнина Ю.Г., Савельев А.И.* Разработка устройства сопряжения для модульной сельскохозяйственной робототехнической платформы. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16(1). С. 78–88. DOI: 10.22314/2073-7599-2022-16-1-78-88. (RSCI, РИНЦ, ядро РИНЦ)
20. *Крестовников К.Д., Семенов А.В., Ерашов А.А.* Структура и схемотехническое решение двунаправленной беспроводной системы передачи энергии для роевых роботов. Известия Юго-Западного государственного университета. 2021. Т. 25. № 4.

- С. 84–103. DOI: 10.21869/2223-1560-2021-25-4-84-103. (РИНЦ, ВАК)
21. *Козырь П.С., Яковлев Р.Н.* Модель оценки величины приложенного давления на основе анализа сигналов тактильного сенсора с применением методов машинного обучения. Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2021. Т. 37. № 4. С. 119–130. DOI: 10.26117/2079-6641-2021-37-4-119-130. (РИНЦ, ВАК)
 22. *Черских Е.О., Савельев А.И.* Анализ и классификация распределенных сенсорных систем коллаборативных робототехнических средств. Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. № 6 (104). С. 78–94. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-6-104-78-94. (РИНЦ, ВАК)
 23. *Савельев А.И., Лебедева В.В., Лебедев И.В., Камынин К.В., Кузнецов Л.Д., Ронжин А.Л.* Управление группой БПЛА при отработке кризисных полетных ситуаций в решении транспортных задач. Известия ЮФУ. Технические науки. 2022. № 1. С. 110–120. DOI: 10.18522/2311-3103-2022-1-110-120. (РИНЦ)
 24. *Лебедева В.В., Лебедев И.В.* Алгоритмы расчета траекторий полета беспилотных воздушных судов для решения сельскохозяйственных задач. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16. № 3. С. 40–47. DOI: 10.22314/2073-7599-2022-16-3-40-47. (RSCI, РИНЦ, ядро РИНЦ)
 25. *Ронжин А.Л., Савельев А.И.* Системы искусственного интеллекта в решении задач цифровизации и роботизации агропромышленного комплекса. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16(2). С. 22–29. DOI: 10.22314/2073-7599-2022-16-2-22-29. (RSCI, РИНЦ, ядро РИНЦ)
 26. *Черских Е.О., Савельев А.И., Ронжин А.Л.* Событийно-ориентированная модель управления робототехническим средством с параллельными вычислениями на микроконтроллерах. Всероссийская научно-техническая конференция "Многопроцессорные вычислительные и управляющие системы" (МВУС-2022). 2022. (РИНЦ)
 27. *Астапова М.А., Савельев А.И.* Оптимизация параметров лазерной стимуляции красного спектра растений салата в закрытом грунте. Электротехнологии и электрооборудование в

- АПК. 2022. Т. 69. N2(47). С. 3–11. DOI: 10.22314/2658-4859-2022-69-2-3-11. EDN VHJLDB. (РИНЦ, ВАК)
28. *Крестовников К.Д., Ерашов А.А.* Разработка архитектуры и обобщенной структуры модулей распределенной системы управления робототехническими комплексами различного назначения. Робототехника и техническая кибернетика. Т. 10. № 3. Санкт-Петербург: ЦНИИ РТК. 2022. С. 201–212. DOI: 10.31776/RTSJ.10305. (RSCI, РИНЦ, ядро РИНЦ, ВАК)
 29. *Крестовников К.Д., Ерашов А.А., Савельев А.И.* Подход к беспроводному заряду аккумуляторной батареи автономных необитаемых подводных аппаратов. Морские интеллектуальные технологии. 2022. № 4 часть 1, С. 144–155. DOI: 10.37220/МІТ.2022.58.4.036. (РИНЦ, ВАК)
 30. *Черноусова П.М., Савельев А.И., Черских Е.О.* Образовательный онлайн-курс наземной робототехники СПб ФИЦ РАН. XIV Санкт-Петербургский конгресс «Профессиональное образование, наука и инновации В XXI веке». 2022. С. 230–234. (РИНЦ)
 31. *Агафонов В.М., Бугаев А.С., Ерохин Г.Н., Ронжин А.Л.* Векторная сейсморазведка в обращенном времени: состояние и перспективы. Геофизика. 2022. № 6. С. 77–83. (РИНЦ)