

Лаборатория автономных робототехнических систем

Руководитель лаборатории: с.н.с., к.т.н. Савельев Антон Игоревич – разработка математического обеспечения, кроссплатформенных программных средств и мобильных сервисов окружающего киберфизического пространства, saveliev.ais@yandex.ru.

Общая численность: 17 сотрудников.

Области исследований лаборатории – разработка математического и программно-аппаратного обеспечения автономных робототехнических систем, включая методы модульной, роевой, облачной, антропоморфной робототехники и прототипирование роботов, киберфизических модулей и специализированных вычислителей.

Научные сотрудники и краткое наименование направления работ

Г.н.с., д.т.н., проф., профессор РАН Ронжин Андрей Леонидович – взаимодействие автономных робототехнических систем и пользователей в окружающем киберфизическом пространстве, ronzhin@iias.spb.su.

С.н.с., к.т.н. Будков Виктор Юрьевич – методы и модели аудиовизуальной обработки сигналов в бортовых вычислителях, budkov@iias.spb.su.

Н.с. Павлюк Никита Андреевич – конструирование наземных робототехнических систем и отдельных мехатронных узлов, antei.hasgard@gmail.com.

М.н.с. Ватаманюк Ирина Валерьевна – методы, алгоритмы и архитектуры робототехнических и информационно-управляющих систем, vatamaniuk@iias.spb.su.

М.н.с. Денисов Александр Вадимович – методы и программные средства управления движением робота с антропоморфной кинематической схемой, sdenisov93@mail.ru.

М.н.с. Крестовников Константин Дмитриевич – методы и конструктивные решения беспроводной передачи энергии, open56it@gmail.com.

М.н.с. Малов Дмитрий Александрович – методы организации передачи данных между устройствами в IoT-сетях, методы машинного обучения, malovdmitrij@gmail.com.

М.н.с. Михальченко Даниил Игоревич – бортовые системы управления роботами, tekatodsham@gmail.com.

М.н.с. Смирнов Петр Алексеевич – конструирование и прототипирование робототехнических систем, petruha.smirnov.1994@gmail.com.

М.н.с. Шумская Ольга Олеговна – методы и алгоритмы интеллектуального анализа цифровых сигналов, shumskaya.oo@gmail.com.

М.н.с. Яковлев Роман Никитич – архитектуры моделей больших данных и киберфизических систем, iakovlev.r@mail.ru.

Аспиранты

Ватаманюк Ирина Валерьевна «Архитектуры, методы и алгоритмы взаимодействия гетерогенных средств киберфизического интеллектуального пространства при обслуживании пользователей» (научный руководитель – д.т.н. Ронжин А.Л.).

Денисов Александр Вадимович «Методы и программные средства управления движением робота с антропоморфной кинематической схемой» (научный руководитель – д.т.н. Ронжин А.Л.).

Ивин Арсений Григорьевич «Математические модели, алгоритмы и программные средства для осуществления комбинированных движений антропоморфных робототехнических средств» (научный руководитель – к.т.н. Будков В.Ю.).

Михальченко Даниил Игоревич «Алгоритмы и программные средства для принятия решений на основе данных сенсорных систем антропоморфных робототехнических средств» (научный руководитель – д.т.н. Ронжин А.Л.).

Малов Дмитрий Александрович «Архитектуры, алгоритмы и программные средства самоорганизующихся технических систем» (научный руководитель – д.т.н. Ронжин А.Л.).

Павлюк Никита Андреевич «Программные средства и структурно-функциональные модели сетевого взаимодействия узлов антропоморфных роботов» (научный руководитель – д.т.н. Ронжин А.Л.).

Смирнов Петр Алексеевич «Разработка алгоритмов и программных средств управления n-звенными механизмами на основе подходов машинного обучения» (научный руководитель – д.т.н. Ронжин А.Л.).

Шумская Ольга Олеговна «Алгоритмические модели и программное обеспечение обработки цифровых данных на бортовых

вычислителях роботизированных систем» (научный руководитель – д.т.н. Ронжин А.Л.).

Гранты и проекты

Савельев А.И. – Грант Президента МК-383.2018.9 «Разработка системы локализации и навигации пользователя киберфизического пространства на основе вероятностных методов машинного обучения», 2018-2019.

Ронжин А.Л. – Проект РФФИ № 16-19-00044 «Принципы распределения задач между сервисными роботами и средствами киберфизического интеллектуального пространства при многомодальном обслуживании пользователей», 2016-2018.

Ронжин А.Л. – Проект РФФИ №18-58-76001 ЭРА_а «Стратегии совместной деятельности гетерогенных роботов, контролируемой с помощью интуитивно понятных человеко-машинных интерфейсов, при решении сельскохозяйственных задач», 2018-2021.

Будков В.Ю. – Проект РФФИ № 17-58-04110_Бел_мол_а Моделирование и разработка энергоэффективных решений задач кинематики и динамики шагающих роботов, 2017-2019.

Ронжин А.Л. – Проект РФФИ №16-29-04101_офи, Технологические основы управления попарными соединениями гомогенных роботов при конфигурировании роя в трёхмерные формы, 2016-2019.

Ронжин А.Л. – Проект РФФИ № 16-08-00696 «Моделирование автоматизированных робототехнических средств транспортировки пострадавших», 2016-2018.

Будков В.Ю. – Проект РФФИ № 16-37-60085_мол_а_дк Разработка методов и программных средств оценки ложности передаваемых речевых сообщений, 2016-2018.

Ронжин А.Л. – «Групповое управление мобильными роботами в интеллектуальном пространстве» по Программе Президиума I.40П «Актуальные проблемы робототехники», 2018 (совместно с лабораторией интегрированных систем автоматизации д.т.н. А.В. Смирнова, СПИИРАН).

Учебные курсы

СПбГУАП: Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем. Проектирование роботов и

робототехнических систем. Нечеткие регуляторы в робототехнических системах. Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике. Компьютерные технологии моделирования и проектирования электромеханотронных устройств. Электромехатроника – Савельев А.И.). Оптимальные системы. Управление роботами и робототехническими системами. Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике. Локальные системы управления. Нейронные сети и нейроконтроллеры – Павлюк Н.А.

Научно-организационная деятельность

Организация и проведение Международной научно-технической конференции «Завалишинские чтения – 2018» (ЗЧ-2018), <http://confs.guap.ru/zav-read>. Санкт-Петербург, 18-21 апреля 2018. Труды опубликованы в онлайн-издании: MATEC Web of Conferences, Volume 161 (2018) 13th International Scientific-Technical Conference on Electromechanics and Robotics «Zavalishin's Readings» – 2018. St. Petersburg, Russia, April 18-21, 2018. A. Ronzhin and V. Shishlakov (Eds.), eISSN: 2261-236X.

Организация и проведение 3 Международной конференции «Интерактивная коллаборативная робототехника» ICR-2016. <http://specom.nw.ru/icr>. Лейпциг (Германия), 18-22 сентября 2018 г. – Ронжин А.Л. (сопредседатель), <http://specom.nw.ru/history/sites/2018/icr2018>, Труды опубликованы: Interactive Collaborative Robotics - Springer International Publishing Switzerland. A. Ronzhin et al. (Eds.): ICR-2018, LNCS 11097, LNAI 11097, 2018, 302 p. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-319-99582-3>.

Международное сотрудничество

Проведение совместных исследований и организация научных мероприятий совместно с Университетом телекоммуникаций г. Лейпцига (Германия); Эрзурумским техническим университетом (Турция); Факультетом технических наук Университета Нови Сад (Сербия); университетом Богазичи (г. Стамбул, Турция), университетом Западной Богемии (г. Пльзень, Чехия), Дрезденским технологическим университетом, 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).

Участие в конференциях и выставках

Международная научно-техническая конференция «Завалишинские чтения – 2018» (ЗЧ-2018), 18-21 апреля 2018, Санкт-Петербург, Россия – Савельев А.И., Смирнов П.А., Ватаманюк И.В., Павлюк Н.А., Малов Д.А.

3-я международная конференция «Интерактивная коллаборативная робототехника» (ICR-2016), 18-22 сентября 2018, Лейпциг, Германия – Ронжин А.Л., Савельев А.И., Малов Д.А., Павлюк Н.А., Ватаманюк И.В., Будков В.Ю., Крестовников К.Д.

1-я международная конференция «Управление бизнесом в цифровой экономике», 22-23 марта 2018, Санкт-Петербург, Россия – Яковлев Р.Н., Ватаманюк И.В., Савельев А.И.

XVIII международная молодёжная конференция «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM-2018)», 16-18 октября 2018, Москва, Россия – Шумская О.О., Смирнов П.А.

Междисциплинарная школа-конференция «Информационные технологии и системы» (ИТиС), 25-30 сентября 2018, Казань, Республика Татарстан – Денисов А.В., Савельев А.И.

Международная научно-техническая конференция «Автоматизация», 16-23 сентября 2018, Сочи, Россия – Малов Д.А., Михальченко Д.И., Смирнов П.А.

Международная научная конференция ММЕТ NW 2018, 10-14 сентября 2018, Санкт-Петербург, Россия – Ватаманюк И.В., Малов Д.А., Яковлев Р.Н.

Международная научно-практическая конференция «Прогресс транспортных средств и систем – 2018», 9-11 октября 2018, Волгоград, Россия – Павлюк Н.А., Михальченко Д.И., Ронжин А.Л.

Международная конференция «Цифровая индустрия: состояние и перспективы развития 2018», 13-15 ноября 2018, Челябинск, Россия – Ронжин А.Л. (пленарный доклад).

Simposio Internacional de Procesamiento Digital de Señales, 21-23 ноября, 2018, Мехико, Мексика – Ронжин А.Л. (пленарный доклад).

Международная конференция Модели мышления и интеграция информационно-управляющих систем (ММИИУС - 2018), 4-9 декабря 2018, Терскол, Россия – Ронжин А.Л. (пленарный доклад).

Членство в российских и международных организациях, редколлегиях журналов и пр.

Ронжин А.Л. – эксперт РАН, член Научного совета РАН по робототехнике и мехатронике; член комитета по восточной Европе Международной ассоциации по речевой коммуникации ISCA; действительный член международной академии навигации и управления движением; сопредседатель международной конференции «Речь и компьютер» SPECOM; сопредседатель международной конференции «Интерактивная коллаборативная робототехника» ICR; член международного программного комитета Международной научной конференции MMET NW 2018; ассоциированный редактор журнала «International Journal of Intelligent Unmanned Systems», член редколлегии научного журнала «Системная инженерия и информационные технологии», член редколлегии научного журнала «Речевые технологии», заместитель главного редактора журнала «Труды СПИИРАН», член экспертного совета ВАК по информатике, управлению и вычислительной технике.

Савельев А.И. – член комитета полуфинала конкурса «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («УМНИК») Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Интеллектуальная собственность

Патент на изобретение № 2638003 от 08.12.2017: Ронжин А.Л., Савельев А.И. «Способ распределения задач между сервисными роботами и средствами киберфизического интеллектуального пространства при многомодальном обслуживании пользователей». Регистрационный номер РИД: №АААА-Г18-618061390003-5: <https://rosrid.ru/rid/DKEKK5PGLPUO71HYB1HPIQNA>.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018614015 от 27.03.2018 г.: Ватаманюк И.В., Павлюк Н.А. «Система моделирования процесса реконфигурации положения распределенных мобильных киберфизических средств». Регистрационный номер РИД: АААА-Г18-618052190033-2: <https://rosrid.ru/rid/OORSYBNH7RBMMSXLB1JHLOW1>.

Новые результаты исследований

1. Разработана структурно-функциональная модель системы проактивной локализации пользователей киберфизического интеллектуального пространства, позволяющая предсказывать активность отслеживаемого объекта на основе модели рекуррентной нейронной сети с длительной краткосрочной памятью (LSTM) и разработано виртуальное окружение для симуляции поведения пользователя внутри интеллектуального пространства в среде Unity3D [13, 23].

2. Разработаны варианты структур модуля видеоконференцсвязи с реализацией частных и контролируемых публичных аккаунтов, обеспечивающие возможность его интеграции в киберфизическую систему, где сетевое взаимодействие представлено в виде трех отдельных слоев, отвечающих за управление сетевым соединением с сервером, соединением пользователей, а также соединением для передачи мультимедийных данных участников видеоконференцсвязи [19].

3. Разработана многокритериальная модель оценки качества восприятия сервисов киберфизического интеллектуального пространства, позволяющая на основе исторических данных об объективных параметрах качества обслуживания пользователей на этапе разработки киберфизического интеллектуального пространства анализировать ключевые показатели производительности системы и корректировать предъявляемые к ним требования [17].

4. Разработаны компьютерная модель и прототип гомогенной модульной автономной реконфигурируемой системы (МАРС) с использованием в конструкции магнитно-механического коннектора в качестве механизма соединения модульных роботов, применяемые для базовых модульных архитектур: змеевидной и шагающей, формируемых автономными единицами МАРС при использовании минимально возможного количества модулей [15].

5. Разработана архитектура системы беспроводной передачи энергии, а также методика расчета принципиальной схемы беспроводного зарядного устройства для робототехнических средств и реализован прототип беспроводного зарядного устройства для мобильной робототехнической платформы, предельно допустимая мощность которого – 110 Вт при КПД не менее 60% [16].

6. Разработана конструктивная и функциональная модели наземной роботизированной платформы, осуществляющей функции

транспортировки и технического обслуживания беспилотных летательных аппаратов (БЛА), позволяющей БЛА приземляться для подзарядки/замены аккумулятора в автоматическом режиме [6, 8, 10].

Награды, дипломы, стипендии

Будков В.Ю. – Грант-субсидия КНВШ Правительства Санкт-Петербурга для молодых кандидатов наук «Алгоритмы проверки корректности траектории движения биотехнического устройства для регистрации и оценки корректности физической нагрузки пациента», 2018.

Павлюк Н.А. – Грант-субсидия КНВШ Правительства Санкт-Петербурга для студентов вузов, расположенных на территории Санкт-Петербурга, аспирантов вузов, отраслевых и академических институтов, расположенных на территории Санкт-Петербурга «Устройство диагностики вестибулярного аппарата пациента на основе регистрации изменения положения и давления стоп», 2018.

Павлюк Н.А. – Победитель конкурсного отбора на получение стипендии Правительства РФ по приоритетным направлениям подготовки на 2018/2019 учебный год.

Список публикаций:

Статьи, подготовленные совместно с зарубежными организациями:

1. *Heilig A., Mamaev I., Hein B., Malov D.* Adaptive particle filter for localization problem in service robotics // MATEC Web of Conferences. 2018. vol. 161. Article no. 01004. 6 p. DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201816101004>. (WoS, Scopus).
2. *Vu Q., Raković M., Delic V., Ronzhin A.* Trends in Development of UAV-UGV Cooperation Approaches in Precision Agriculture // International Conference on Interactive Collaborative Robotics. Springer. LNCS, Vol. 11097, 2018. pp. 213–221. (Scopus).
3. *Шумская О.О., Железны М.* Адаптивный алгоритм встраивания информации в сжатые JPEG-изображения на основе операции замены // Информационно-управляющие системы. 2018. № 5. С. 44–56. DOI: 10.31799/1684-8853-2018-5-44-56. (Scopus).
4. *Ронжин А.Л., Железны М.* Цифровизация управленческих процессов в научно-образовательных организациях. Управленческое консультирование. 2018. №10(118). С. 109–117. DOI: <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2018-10-109-117>.

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

5. *Vatamaniuk I.V., Budkov V.Y., Kipyatkova I.S., Karpov A.A.* Methods and Algorithms of Audio-Video Signal Processing for Analysis of Indoor Human Activity // *Computer Vision in Control Systems-4*. 2018. pp. 139–173. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-67994-5_6. (Scopus).
6. *Nguyen V., Solenaya O., Smirnov P.* Issues of physical interaction of unmanned aircraft manipulators with ground objects // *MATEC Web of Conferences*. 2018. vol. 161. Article no. 03021. 5 p. DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201816103021>. (WoS, Scopus).
7. *Vu Q., Kuzov M., Ronzhin A.* Hierarchical classification of robotic grippers applied for agricultural object manipulations // *MATEC Web of Conferences*, 2018. vol. 161. Article no. 03015. 6 p. DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201816103015>. (WoS, Scopus).
8. *Павлюк Н.А., Крестовников К.Д., Пыхов Д.Э.* Мобильная автономная реконфигурируемая система // *Проблемы региональной энергетики*. 2018. № 1(36). С. 125–135. DOI: [10.5281/zenodo.1217296](https://doi.org/10.5281/zenodo.1217296). (Scopus).
9. *Vu Q., Nguyen V., Solenaya O., Ronzhin A., Mehmet H.* Algorithms for joint operation of service robotic platform and set of UAVs in agriculture tasks // *2017 5th IEEE Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*. 2017. pp. 1–6. DOI: [10.1109/AIEEE.2017.8270525](https://doi.org/10.1109/AIEEE.2017.8270525). (Scopus).
10. *Zhukovskiy Y., Malov D.* Concept of Smart Cyberspace for Smart Grid Implementation // *Journal of Physics: Conference Series*. 2018. vol. 1015. no. 4. Article no. 042067. DOI: [10.1088/1742-6596/1015/4/042067](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1015/4/042067). (Scopus, SJR=0,24, Q3).
11. *Mikhalchenko D., Ivin A., Malov D.* Obtaining depth map from 2D non stereo images using deep neural networks // *International Journal of Intelligent Unmanned Systems*. 2018. vol. 6(3). pp. 134–146. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJIUS-03-2018-0007>. (Scopus, SJR=0,27, Q3).
12. *Saveliev A., Malov D., Edemskii A., Pavliuk N.* Proactive Localization System Concept for Users of Cyber-Physical Space // *International Conference on Interactive Collaborative Robotics*. Springer. 2018. vol. 11097. pp. 233–238. (Scopus).
13. *Levonevskiy D., Vatamaniuk I., Saveliev A.* Providing Availability of the Smart Space Services by Means of Incoming Data Control

- Methods // International Conference on Interactive Collaborative Robotics. Springer. . 2018. vol. 11097. pp. 170–180. (Scopus).
14. *Pavliuk N., Krestovnikov K., Pykhov D., Budkov V.* Design and Operation Principles of the Magnetomechanical Connector of the Module of the Mobile Autonomous Reconfigurable System // International Conference on Interactive Collaborative Robotics. Springer. 2018. vol. 11097. pp. 202–212. (Scopus).
 15. *Denisov A., Saveliev A.* Comparative analysis of wireless data exchange technologies for IoT-system realization // Information technologies and systems. 2018. pp. 422–429. (Scopus).
 16. *Vatamaniuk I.V., Malov D.A., Levonevskii D.K.* Modeling the QoE Estimation for Services of the Cyberphysical Intelligent Space // 2018 IEEE Northwest Russia Conference on Mathematical Methods in Engineering and Technology (MMET NW). 2018. pp. 436–439. (Scopus).
 17. *Mamajev N., Marusenko M., Piotrowska X., Ronzhin A.* Burrows's Delta in Authorship Attribution of Russian Literary Texts // Proc. of the R. Piotrowski's Readings in Language Engineering and Applied Linguistics (LE & AL'2017). 2018. vol. 2233. pp. 107–119. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2233/Paper_9.pdf. (Scopus).
 18. *Карасёв Е. Ю., Ватаманюк И. В., Савельев А. И., Ронжин А. Л.* Архитектурные решения интеграции модуля видео-конференц-связи в киберфизическое интеллектуальное пространство // Информационно-управляющие системы. 2018. № 1. С. 2–10. DOI:10.15217/issn1684-8853.2018.1.2. (Scopus).

Статьи, опубликованные в отечественных изданиях, индексируемых в РИНЦ:

19. *Ронжин А. Л., Нгуен В. В., Соленая О. Я.* Анализ проблем разработки беспилотных летательных манипуляторов и физического взаимодействия БЛА с наземными объектами // Труды МАИ. 2018. № 98. 26 с. (ВАК, импакт-фактор – 0,445).
20. *Павлюк Н.А.* Моделирование опорной конструкции тазового механизма антропоморфного робота АНТАРЕС // Экстремальная робототехника. 2017. № 1. С. 155–160.
21. *Ивин А.Г., Михальченко Д.И.* Программная платформа для проектирования многомодульных систем робототехнических комплексов с асинхронным многопоточным управлением // VI

- Международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании». 2017. Т. 3. С. 243–247.
22. *Дубойский И.В., Павлюк Н.А., Яковлев Р.Н.* Устройство для диагностики вестибулярного аппарата пациента // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. № 10. С. 233–239. (ВАК, импакт-фактор – 0,222).
 23. *Савельев А.И., Едемский А.Ю., Малов Д.А., Кудрин Д.Р., Чухно В.Д.* Передача служебных и мультимедийных данных в IoT-сетях с использованием гибридных устройств связи для проактивной локализации и навигации пользователя в киберфизическом пространстве // Завалишинские чтения'18. 2018. С. 195–204.
 24. *Толстой И.М., Савельев А.И., Денисов А.В.* Разработка жестового интерфейса для взаимодействия пользователя с робототехническими // Робототехника и техническая кибернетика. 2018. №4(21). С. 24–25.
 25. *Захаров К.С., Ватаманюк И.В., Крестовников К.Д.* Алгоритмы самореконфигурации робототехнических систем // Робототехника и техническая кибернетика. 2018. № 21. С. 48–59.
 26. *Ижболдина В.В., Будков В.Ю., Денисов А.В.* Анализ траектории движения конечности на основе данных с микромеханических датчиков // Научный результат. Информационные технологии. 2018. Т. 3. № 4. С. 48-61.
 27. *Яковлев Р.Н., Ватаманюк И.В., Савельев А.И.* Анализ существующих решений по управлению архитектурой больших данных // Первая международная конференция «Управление бизнесом в цифровой экономике»: сборник тезисов выступлений. 2018. С. 527–530.
 28. *Шумская О.О., Исхакова А.О.* Применение цифровых водяных знаков в задаче скрытой передачи управляющего сигнала в многоагентной робототехнической системе // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2018): тезисы докладов 18-й Международной молодежной конференции. 2018. С. 28.
 29. *Шумская О.О., Исхакова А.О.* Применение цифровых водяных знаков в задаче скрытой передачи управляющего сигнала в

многоагентной робототехнической системе // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2018): труды XVIII Международной молодежной конференции. 2018. С. 66–70.

30. *Шумская О.О., Будков В.Ю.* Сравнительное исследование методов классификации в стегоанализе цифровых изображений // Научный вестник НГТУ. 2018. № 3(72). С. 121–134. DOI: 10.17212/1814-1196-2018-3-121-134. (ВАК, импакт-фактор – 0,334).
31. *Смирнов П.А.* Разработка мотор-колеса с встроенным магнитно-механическим устройством сопряжения для мобильной реконфигурируемой системы МАРС // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2018): труды XVIII Международной молодежной конференции. 2018. С. 245–249.
32. *Ронжин А.Л., Павлюк Н.А., Михальченко Д.И.* Конструкция и принципы функционирования магнитно-механических коннекторов модульного робота // Материалы отчетного мероприятия РФФИ по конкурсу «офи-м» (тема 604) в рамках международной научно-практической конференции «Прогресс транспортных средств и систем – 2018». 2018. С. 9–11.

Другие публикации:

33. *Крестовников К.Д., Кондратков А.В., Савельев А.И.* Исследование микропроцессорного модуля ESP32-WROOM// Завалишинские чтения '18. С. 130–141.
34. *Паршин А.Д., Крестовников К.Д.* Применение беспроводного зарядного устройства для БПЛА// Завалишинские чтения '18. С. 388–391.