РЕЗОЛЮЦИЯ
по итогам 36-й Международной научно-технической конференции
«ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА»

С 23 по 24 октября в Санкт-Петербурге состоялось крупнейшее и одно из самых важных событий 2025 года в календаре российской робототехники, которое привлекло внимание представителей научных и образовательных организаций высшего образования, отраслевых министерств и ведомств – 36-я Международная научно-техническая конференция «Экстремальная робототехника».

Организатором этого ежегодного научно-технического мероприятия выступил Государственный научный центр Российской Федерации – ФГАНУ «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (ГНЦ РФ ЦНИИ РТК) при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ.

В конференции приняли участие представители научного и предпринимательского сообществ из Российской Федерации и зарубежных стран: Республики Беларусь, Исламской Республики Иран, Исламской Республики Пакистан, Сирийской Арабской Республики, Социалистической Республики Вьетнам.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ

Торжественное пленарное заседание открыл директор-главный конструктор ГНЦ РФ ЦНИИ РТК, председатель Правления Национальной ассоциации участников рынка робототехники (НАУРР) - Александр Витальевич Лопота. Его выступление было посвящено национальной цели — войти в топ-25 стран лидеров в области роботизации и содержало комплексное видение развития робототехники, структурированное по ключевым направлениям.

Александр Витальевич обозначил системную роботизацию в качестве основного инструмента обеспечения технологического суверенитета страны и кардинального повышения производительности труда. Особый акцент был сделан на необходимости глубокой кооперации между научными институтами, вузами и промышленными предприятиями для успешной реализации данной масштабной задачи. По мнению спикера, именно интеграция усилий всех участников экосистемы позволит достичь прорывных результатов.

В выступлении были выделены три магистральных направления внедрения робототехники. Первое — обеспечение связности территории РФ, развитие беспилотной логистики и автоматизации, создание автономных логистических систем федерального масштаба. Второе направление — внедрение автономных сервисных систем в жизнеобеспечении, коммунальном хозяйстве, сфере обслуживания, медицине и др. Третье — использование робототехнических средств для обеспечения территориальной целостности и государственной безопасности.

Отдельное внимание было уделено вопросам подготовки профессиональных кадров. Александр Витальевич представил необходимость подготовки трех типов специалистов: разработчиков, производителей и эксплуатантов средств робототехники. Для каждой категории специалистов требуется разработка специализированных образовательных программ и формирование соответствующей инфраструктуры, создание учебных центров и лабораторий, работающих в тесной взаимосвязи.

Важным аспектом выступления стало обсуждение институциональных механизмов поддержки робототехники. Была отмечена необходимость разработки стратегии развития робототехники в России и дорожных карт, отражающих запросы ключевых потребителей, представляющих промышленность, энергетику, транспорт и другие сферы. Особую роль в этом процессе играет Национальная ассоциация участников рынка робототехники (НАУРР), которая ведет работу по консолидации экспертного сообщества,

формированию нормативной базы и обеспечивает взаимодействие с министерствами и ведомствами.

В завершение выступления Александр Витальевич подчеркнул, что только последовательная реализация обозначенных шагов позволит обеспечить технологическое лидерство страны, повышения эффективности труда и качества жизни населения.

Широкий круг участников пленарного заседания наглядно продемонстрировал комплексный межведомственный и межотраслевой подход к развитию робототехники в России.

С приветственными обращениями выступили представители ключевых министерств, ведущих научных школ, государственных корпораций и реального сектора экономики, подчеркивая масштаб и значимость поставленных задач.

Особый импульс конференции придало обращение ректора Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, главы Санкт-Петербургского отделения РАН, академика **Андрея Ивановича Рудского**, зачитавшего приветственное слово президента РАН **Геннадия Яковлевича Красникова**. В выступлении отмечено стратегическое значение робототехники для экономики и безопасности страны, а также важность создания мотивационной среды через поддержку молодежи и укрепление кадрового резерва.

Официальную позицию государства обозначили **Антон Павлович Шашкин**, директор Департамента государственной политики в сфере научно-технологического развития Минобрнауки России, и **Никита Юрьевич Тканко**, заместитель начальника управления беспилотных систем и робототехники Минпромторга России.

Региональный аспект развития отрасли осветили заместитель полномочного представителя Президента РФ в СЗФО **Роман Викторович Балашов**, Министр промышленности и транспорта Воронежской области **Сергей Олегович Хлызов** и председатель Комитета по науке и высшей школе Санкт-Петербурга **Андрей Станиславович Максимов**.

Неразрывную связь науки, образования и промышленности подчеркнули выступления руководителей и ведущих экспертов:

Руководитель приоритетного технологического направления:

Родион Олегович Степанов, проректор по технологическим разработкам и коммерциализации МГТУ им. Н.Э. Баумана);
Владимир Григорьевич Пешехонов, академик РАН, научный руководитель АО «Концерн «Электроприбор»;
Андрей Леонидович Ронжин, директор СПб ФИЦ РАН;
Геннадий Александрович Костин, проректор по научной и инновационной работе Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова;
Андрей Борисович Шевченко, директор по технологическому развитию ГК «Росатом»;
Виталий Александрович Лопота, научный руководитель – генеральный конструктор ГНЦ РФ ЦНИИ РТК;
Вадим Викторович Медведев, генеральный директор Фонда НТИ;
Евгений Анатольевич Горин, исполнительный вице-президент Союза промышленников и предпринимателей Санкт-Петербурга;
Андрей Дмитриевич Каприн, генеральный директор ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, директор МНИОИ имени П.А. Герцена — филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России.

Широкий спектр представленных секторов экономики демонстрирует важность междисциплинарного подхода в современной робототехнике, где успешные решения рождаются на стыке различных областей знаний.

ОТ МЕДИЦИНЫ ДО КОСМОСА: КЛЮЧЕВЫЕ ПРОЕКТЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ

В рамках пленарного заседания были представлены шесть ключевых докладов, охвативших самые актуальные направления развития робототехники - от медицины до космических исследований.

Сергей Валерьевич Попов, главный врач, руководитель городского центра эндоскопической урологии и новых технологий, СПб ГБУЗ «Клиническая больница Святителя Луки», в докладе «Медицинские робот-ассистированные системы» проанализировал современное состояние и перспективы роботической хирургии в России. Несмотря на наличие более 100 мировых производителей подобных систем, до сих пор отсутствует автономный робот-хирург.

Докладчик подробно охарактеризовал преимущества робот-ассистированных операций, включая снижение травматичности, сокращение реабилитации и продление профессиональной деятельности хирургов. Особое внимание было уделено технологическим трендам: развитию тактильной обратной связи, дистанционных операций и однопортовых систем. В качестве основных барьеров внедрения отмечены высокая стоимость операций и нерешенные вопросы юридической ответственности при использовании автономных систем.

Константин Геннадьевич Райкунов, начальник отделения «Космические системы фундаментальных и научно-прикладных исследований» АО «ЦНИИмаш», представил дорожную карту российской лунной программы, где робототехника играет ключевую, а не вспомогательную роль. Докладчик детализировал планы по созданию инфраструктуры Международной научной лунной станции совместно с Китаем, предусматривающей запуск орбитального аппарата «Луна-26» и посадочного аппарата «Луна-27», луноходов различной грузоподъемности и систем добычи местных ресурсов. Особый акцент был сделан на требованиях к новой космической робототехнике: обеспечение высочайшей автономности, возможность преодоления расстояний до 700 км и функционирование в условиях отсутствия связи с Землей.

Альберт Рувимович Ефимов, вице-президент, директор Управления исследований и инноваций, ПАО «Сбербанк», в выступлении «AI для космической деятельности» обозначил искусственный интеллект как решающий фактор развития космонавтики. Были выделены четыре перспективных направления применения ИИ: автономное управление космическими аппаратами и спутниковыми группировками, повышение эффективности научных исследований, медицинское сопровождение длительных миссий и интеграция больших языковых моделей типа GigaChat для работы космонавтов. В качестве конкретной ближайшей задачи анонсирована отправка GigaChat на орбиту до конца 2025 года.

Александр Юрьевич Коноплин, директор Института проблем морских технологий ДВО РАН, в рамках доклада «Перспективные задачи расширения функциональных возможностей необитаемых подводных аппаратов» представил разработки института в области обеспечения устойчивой связи, навигации и выполнения манипуляционных операций, включая алгоритмы синхронного движения с судном-носителем и системы управления, компенсирующие влияние манипулятора на устойчивость аппарата. В качестве стратегического направления выделен переход к «резидентным» роботам, постоянно находящимся на подводных добычных комплексах (ПДК).

Ратибор Сергеевич Коновалюк, директор по развитию АО МГК «ИНТЕХРОС», представил доклад «Применение гидравлических роботов», в рамках которого поделился опытом создания гидравлических роботов для экстремальных условий, продемонстрировав два подхода: разработку специализированных машин и роботизацию существующей техники. Докладчик подчеркнул, что максимальная эффективность достигается при полном перепроектировании технологических процессов под робота, а не при простой замене человека. Ключевыми вызовами названы высокая стоимость автономизации и необходимость сбора больших данных в сложно оцифровываемых средах.

Кирилл Сергеевич Жанайдаров, директор Департамента транспорта и инноваций в городском хозяйстве Фонда «Сколково», в рамках доклада «Создание полигона для тестирования и внедрения робототехнических решений в инновационном центре «Сколково» представил концепцию полигона для тестирования и внедрения робототехнических решений, состоящего из трех зон: стендовой, закрытой испытательной и городской среды. Основными драйверами проекта являются дефицит кадров в ЖКХ и сложность контроля качества услуг. Приоритеты включают роботов для уборки территорий, беспилотные коммунальные машины и технику для обслуживания городской инфраструктуры. Проект позиционируется как открытая коллаборационная площадка при активном участии Москвы как заказчика.

Представленные выступления продемонстрировали интеграцию российской робототехники в мировые технологические тренды и её потенциал для решения ключевых отраслевых задач. Итоги дискуссии обозначили консолидированную позицию - ответом на современные вызовы должна стать системная роботизация всех сфер деятельности.

ОСНОВНЫЕ ТЕМАТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ

Панельные дискуссии, проводившиеся в формате специализированных секций, объединили не только старшее поколение исследователей и ученых, инженеров и конструкторов, но и студентов, которые в настоящее время осваивают образовательные программы бакалавриата, специалитета и магистратуры в междисциплинарной области науки и техники, которой является робототехника.

22 октября в преддверии конференции «Экстремальная робототехника», впервые за 36-летнюю историю её проведения, на базе ГНЦ РФ ЦНИИ РТК была организована работа Молодежной школы робототехники (МШР), в которой приняли участие более сотни студентов, аспирантов и молодых ученых из ведущих технических вузов страны. Это мероприятие превратилось в эффективную коммуникационную площадку, которая открыла участникам доступ к информации о современных достижениях из области робототехнических и смежных цифровых технологий, предоставила возможность продемонстрировать результаты личного вклада в научно-исследовательскую деятельность, а также получить экспертную оценку достигнутого профессионального уровня и, при необходимости, откорректировать векторы его дальнейшего развития.

Программа МШР состояла из образовательного, профориентационного и конкурсного блоков. Образовательный блок содержал сведения об актуальных направлениях, программах базовой подготовки и повышения квалификации в области робототехники. В рамках профориентационного блока представители ПАО «Газпром нефть», Ассоциация «Цифровые Технологии в Промышленности», Фонда перспективных исследований, РТУ МИРЭА и ООО «Карфидов Лаб» – предоставили начинающим робототехникам ценные рекомендации о начале профессиональной деятельности и обозначили перспективы карьерного роста. Конкурсная часть мероприятия позволила выявить наиболее талантливых участников, чьи доклады получили высокую оценку компетентного жюри и будут опубликованы в очередном сборнике материалов конференции «Экстремальная робототехника».

Всего за время проведения конференции «Экстремальная робототехника» в ее работе приняло участие свыше 850 ведущих ученых и исследователей, разработчиков и производителей робототехнических продуктов, а также представителей государственных корпораций и органов власти из России и дружественных стран.

На конференции были представлены 172 доклада, которые были заслушаны и обсуждены на секционных заседаниях по направлениям:

– «Морская робототехника»;

– «Наземная робототехника»;

– «Технологии искусственного интеллекта и цифровые технологии разработки в робототехнике»;

– «Образовательная робототехника»;

– «Теоретические основы робототехники»;

– «Промышленная и профессиональная сервисная робототехника. Роботизация атомной отрасли»;

– «Беспилотные авиационные системы»;

– «Космическая робототехника».

В рамках работы секции «Морская робототехника» заслушан 21 доклад, тематика которых была посвящена перспективам развития морских робототехнических комплексов (БЭК, НПА), обеспечению безопасности и эффективности их применения, а также созданию разнообразных биоморфных морских систем. Во время дискуссии также обсуждались вопросы создания автоматических систем управления гиперизбыточными робототехническими комплексами.

Участниками заседания были отмечены факторы сдерживания развития данного направления: ограниченное применение морских роботов в гражданском секторе, не позволяющее достаточно широко использовать научный потенциал для ускоренного внедрения инновационных технологий; отсутствие доступных зон/полигонов (морских, речных) для ведения работ по отработке, отладке и проверке технологических и конструктивных решений; недостаточный уровень квалификации кадров в области прорывных технологий.

Особо отмечена актуальность разработок по следующим направлениям:

– создание малогабаритных проприоцептивных датчиков, тактильных сенсоров, оптических и гидроакустических приемников и передатчиков для биоподобных морских роботов, с целью повышения возможностей внедрения роботов в морскую экологическую среду;

– создание малогабаритных энергоэффективных нейроморфных вычислительных устройств для внедрения поведенческих алгоритмов биоподобных роботов и эффективной реализации существующего научного задела для опережающего развития технологий;

– создание унифицированных программно-математических моделей с применением машинного обучения для систем управления автономными

необитаемыми подводными аппаратами с гиперизбыточными манипуляционными системами в целях решения функциональных задач автономного манипулирования объектами при позиционировании и стабилизации в условиях изменчивости внешних воздействий как на сам аппарат, так и на манипулятор. Данная разработка позволит адаптировать имеющиеся подходы моделирования систем управления для создания более эффективных подводных робототехнических систем.

Кроме того, указана необходимость развития применения новых подходов гидродинамического моделирования движения надводных и подводных морских робототехнических средств различными вычислительными методами, включая методы динамических сеток.

На заседаниях секции «Наземная робототехника» было заслушано 23 доклада, посвященных развитию систем управления группами наземных робототехнических комплексов (РТК), предиктивному планированию траекторий движения базовых мобильных платформ, а также подготовке операторов управления наземными РТК.

В ходе дискуссии были отмечены:

– существующие разрывы между теоретическими разработками и их практической реализацией;

– имитация интеллектуализации наземных РТК за счет внедрения простых алгоритмов;

– недостаточная стандартизация методов оценки эффективности технологических и конструктивных решений;

– ограничение развития направления в условиях импортозамещения, обусловленное отсутствием доступных по цене компонентов и интегрированных интеллектуальных систем отечественного производства, обладающих высокими удельными характеристиками.

В рамках работы секции «Технологии искусственного интеллекта и цифровые технологии разработки в робототехнике» было заслушано и обсуждено 26 докладов, охвативших широкий спектр вопросов на стыке медицины, прикладного применения технологий искусственного интеллекта, алгоритмов систем технического зрения, машинного обучения для задач управления автономными роботами. Также был представлен ряд работ, посвященных биоинспирированным робототехническим системам.

Многие доклады представляли аспиранты различных научных и учебных организаций. Среди вузов, принявших активное участи в работе

секции, следует отметить: университеты ИТМО, МГТУ СТАНКИН, ННГУ им Лобачевского; СПбГУАП; институты МФТИ и МЭИ.

Особое внимание привлекли доклады представителей Института проблем машиноведения (ИПМаш РАН) и Института прикладной математики им. Келдыша (ИПМ РАН).

На заседании секции «Образовательная робототехника» было заслушано 15 докладов, в которых особое внимание было уделено инженерному образованию и подготовке педагогических кадров для воспитания будущих робототехников. В ходе дискуссии состоялся обмен опытом педагогов более чем из 10 субъектов Российской Федерации по вопросам: преподавания предмета «Технология», деятельности кружков по робототехнике в рамках программ дополнительного образования общеобразовательных учреждений.

Участниками заседания было отмечено, что проводимые соревнования по робототехнике позволяют молодежи апробировать свои идеи в условиях, приближенных к реальным.

Особо отмечено, что российские образовательные наборы по робототехнике, рассчитанные на разные этапы учебного процесса, не просто составили конкуренцию иностранным аналогам, но стали ориентированными на запросы образовательный учреждений.

В рамках работы секции «Теоретические основы робототехники» было заслушано 11 докладов, которые преимущественно были посвящены решению следующих научных проблем:

– развитие методов адаптивной идентификации параметров нелинейных динамических систем в реальном времени,

– учет колебаний в мобильных манипуляторах и поиск способов их подавления как на уровне управления, так и конструктивно,

– проектирование систем управления с учётом экономических и эксплуатационных ограничений («качество–стоимость», живучесть),

– реализация теоретических решений на ресурсоограниченных платформах (микроконтроллеры, встроенные системы),

– использование симуляторов и цифровых двойников на этапе проектирования.

Особое внимание привлекли доклады по вопросам оптимального движения упругих объектов с устранением колебаний и расчета эксплуатационной живучести робототехнических комплексов.

На заседаниях секции «Промышленная и профессиональная сервисная робототехника. Роботизация атомной отрасли» было заслушано 28 докладов, значительная часть из которых была посвящена вопросам калибровки робототехнических систем и манипуляторов, а также практическому применению сервисной робототехники. Большинство представленных работ включало в себя элементы искусственного интеллекта и нейросетевые алгоритмы.

В ходе дискуссии была отмечена необходимость внедрения систем безопасности использования технологий искусственного интеллекта в робототехнике.

Особо отмечена необходимость разработки регламентов и требований к робототехническим системам в задачах вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергетики.

На заседании секции «Беспилотные авиационные системы» было заслушано 8 докладов, посвященных проблемам повышения автономности беспилотных летательных аппаратов (БЛА), групповой работе роботов, защите каналов передачи информации и сборке БЛА на имеющейся в наличии элементной базе.

В ходе дискуссии был отмечен активный интерес к отечественному рынку БЛА, а в качестве проблемных вопросов указано на недостатки нормативно-правового и технического регулирования применения беспилотной авиационной техники. Необходимость урегулирования этих проблемных вопросов также была отмечена на пленарном заседании Костиным Геннадием Александровичем, проректором по научной и инновационной работе СПбГУГА им. Главного маршала авиации А.А. Новикова.

В рамках работы секции «Космическая робототехника» было заслушано 14 докладов, посвященных новейшим разработкам в области космической робототехники, перспективным направлениям исследований применения робототехнических систем для освоения космического пространства, а также актуальным проблемам в развитии данного направления.

В ходе дискуссии участниками заседания было отмечено:

– космическая робототехника является критически важным направлением для освоения космического пространства и обеспечения безопасности космических миссий;

– наблюдается устойчивый рост интереса к созданию автономных роботов и робототехнических комплексов, предназначенных для применения в экстремальных условиях открытого космоса;

– остаются актуальными и требуют скорейшего разрешения вопросы, связанные с надёжностью, энергообеспечением и адаптивностью робототехнических комплексов в экстремальных космических условиях.

В рамках конференции прошло расширенное заседание Технического комитета по стандартизации 141 «Робототехника» (ТК 141), в котором приняли участие представители 27 организаций – полномочных членов ТК 141. Провел заседание Председатель ТК 141 – Лопота Александр Витальевич.

С докладами выступили:

– Горбань Сергей Викторович, заместитель начальника отдела стандартизации в секторах промышленности Росстандарта;

– Иванов Алексей Владимирович, заместитель генерального директора ФГБУ «Российский институт стандартизации».

В ходе работы была отмечена важность совершенствования регулирования в сфере стандартизации, цифровизации национальной системы стандартизации, необходимость развития и актуализация фонда стандартов.

Участники заседания рассмотрели актуальные вопросы разработки единых стандартов и требований к робототехническим системам, обсудили тенденции и вопросы развития стандартизации в области робототехники, одобрили работу секретариата ТК 141 в 2024 году, а также план работ ТК 141 на 2025-2026 годы.

По результатам состоявшихся дискуссий участники секций положительно оценили результаты 36-й Международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника», которая способствовала:

– обмену опытом проведения исследований и практиками внедрения инновационных разработок;

– установлению деловых контактов;

– налаживанию взаимовыгодного сотрудничества.

<u>УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ РЕКОМЕНДУЮТ:</u>

1. Направить в Минобрнауки России предложение о включении в государственную программу «Научно- технологическое развитие Российской Федерации» мероприятий по опережающему развитию фундаментальных и прикладных исследований в области теории управления роботами и

мехатронными устройствами с применением технологий искусственного интеллекта.

2. Создать национальную платформу для верификации и сравнения алгоритмов управления.

3. Стимулировать разработку отечественных стандартов оценки автономности и интеллектуальности робототехнических комплексов (РТК).

4. Внедрить в учебные программы бакалавриата, специалитета и магистратуры по направлению «Мехатроника и робототехника» обязательные дисциплины по верификации и сравнительному анализу алгоритмов.

5. Публиковать не только результаты, но и исходные данные, модели и код – даже в урезанном виде – для обеспечения воспроизводимости результатов.

6. Активнее участвовать в междисциплинарных проектах, объединяющих теорию и практику.

7. Образовательным учреждениям Санкт-Петербурга, на базе которых действуют центры цифрового образования, обсудить варианты сотрудничества с Санкт-Петербургским Государственным Морским Техническим Университетом с целью создания инженерных морских смен по робототехнике в летний период.

8. Включить в план работ Молодежной школы робототехники на 2026 год доклады и технические проекты школьников (начиная с 7 класса) с целью раннего приобщения талантливых детей к передовым достижениям в области робототехники.

9. Рассмотреть возможность разработки и подготовки к утверждению государственных национальных стандартов по вопросам расчетов эксплуатационной живучести робототехнических комплексов различного назначения и областей применения.

10. Ассоциации производителей и разработчиков беспилотных авиационных систем организовать круглый стол по проблеме мониторинга и обезвреживания взрывчатых веществ с применением БЛА.

11. Актуализировать «Перспективную программу работ по стандартизации в области робототехники на 2025-2029 годы» в связи с созданием в 2025 году в структуре ТК 141 подкомитетов: ПК 3 «Промышленная робототехника», ПК 4 «Сервисная робототехника» и ПК 5 «Медицинская робототехника».

12. Поручить подкомитету ПК 3 «Промышленная робототехника» подготовить план актуализации действующих государственных стандартов СССР в области промышленной робототехники.