

С. С. Граськин¹, д-р техн. наук, проф., GraskinSS@edu.mos.ru,
¹МГТУ им. Н. Э. Баумана (НИУ), г. Москва,
И. Л. Ермолов², д-р техн. наук, проф. РАН, вед. науч. сотр., ermolov@ipmnet.ru,
²ИПМех им. А. Ю. Ишлинского РАН, г. Москва,
С. П. Хрипунов³, д-р техн. наук, проф., вед. науч. сотр., hsp61@ipu.ru,
³ИПУ им. В. А. Трапезникова РАН, г. Москва

Концептуальные основы платформенно-модульного подхода к разработке перспективных робототехнических комплексов*

Активное внедрение робототехники в последнее время считается одним из приоритетных направлений дальнейшего наращивания потенциала для увеличения уровня автоматизации деятельности человека. Полученные на сегодняшний момент достижения в области развития технологий робототехники и практическое подтверждение их состоятельности позволяют рассматривать возможность использования робототехнических средств для решения широкого круга прикладных задач, ранее считавшихся прерогативой человека.

Роботизация как процесс внедрения робототехники предполагает создание высокотехнологичных образцов робототехнических комплексов (РТК), обладающих повышенной автономностью и расширенными функциональными возможностями, что позволяет существенно разгрузить человека, отводя ему роль супервизора при применении РТК.

Необходимым условием обеспечения эффективной роботизации широкого спектра рабочих процессов человеческой деятельности является формирование необходимой среды, способствующей интенсивному созданию и внедрению перспективных, обладающих высоким модернизационным потенциалом образцов робототехники — РТК.

Рассматриваемые в статье вопросы связаны с формированием концептуальных положений по созданию перспективных РТК, направленных на сокращение времени вывода на рынок новых изделий робототехники без ущерба их качеству и с повышенным модернизационным потенциалом. Обсуждаются наиболее важные, по мнению авторов, направления развития современной робототехники и пути создания перспективных РТК. Отмечается необходимость согласованного и сбалансированного продвижения передовых и совершенствование существующих и используемых в робототехнике технологий. Основное внимание уделяется созданию опытно-экспериментальных унифицированных базовых платформ РТК путем внедрения платформенно-модульного подхода к созданию перспективных РТК. Рассматриваются уже действующие примеры применения этого подхода в отечественной и зарубежной робототехнике. Удобным методическим аппаратом на пути реализации предложенного подхода видится использование типовой схемы деления (типовой структуры) РТК, разработанной авторами ранее. Обсуждаются преимущества использования платформенно-модульного подхода при создании перспективных РТК и другие его возможные практические приложения.

Ключевые слова: роботы, роботизация, робототехнические комплексы, типовая схема деления, платформенно-модульный подход

Введение

Робототехнические комплексы (РТК) являются одним из активно развивающихся высокоэффективных технических средств, применяемых в различных сферах человеческой деятельности, начиная от космоса и заканчивая глубинами океанов.

Сложившееся представление о будущем поколении РТК позволило определить приоритетные направления их создания. В качестве основных приоритетных направлений создания перспективных РТК видятся следующие:

- наращивание интеллектуальных возможностей и функционально-ресурсного потенциала;
- повышение автономности действий и обеспечение группового применения;
- улучшение точностных и скоростных характеристик;
- расширение диапазона условий применения и радиуса действий;
- повышение помехозащищенности и криптостойкости каналов связи и управления;
- снижение стоимости;
- уменьшение массогабаритных параметров базовых элементов;
- повышение надежности функционирования и удобства обслуживания;

*Часть работы над данным материалом выполнена по теме государственного задания (№ госрегистрации 123021700055-6).

- обеспечение безопасности и экологичности применения;
- сокращение времени создания и внедрения новых образцов;
- достижение простоты человеко-машинного взаимодействия;
- обеспечение совместимости с существующими и встраиваемости в перспективные организационно-технические (человеко-машинные) системы.

Конструктивно в состав современных РТК как высокотехнологичных технических средств входят разнородные различного конструктивного исполнения и функционального назначения компоненты, созданные с использованием передовых достижений в области электроники, механики, мехатроники, информатики, радиотехники, электротехники, а также смежных с перечисленными областями отраслей науки и технологий, таких как нанотехнологии, кибернетика, микроэлектроника, фотоника, новые композитные материалы, бионика и др. [1].

В связи с этим для получения значимых результатов при создании перспективных РТК необходимо обеспечить согласованное и сбалансированное развитие используемых в робототехнике технологий по перечисленным выше направлениям.

К настоящему времени достаточно полно обновлен и определен перечень ключевых технологий робототехники, инвариантных к разнообразию типов и классов РТК и направленных на создание РТК нового поколения [2]. К ним относятся, прежде всего, ключевые технологии, составляющие основу построения (конструирования) таких компонентов РТК, как:

- источники энергии;
- системы управления;
- средства связи и передачи данных;
- системы навигации и наведения;
- датчики технического состояния;
- сенсорные системы;
- интерфейсы "робот—оператор";
- вычислительные средства;
- приводы и манипуляторы;
- целевая нагрузка;
- средства виртуального моделирования и испытаний.

Комплексное развитие перечисленных ключевых технологий обеспечивает совершенствование не только создаваемых РТК, но и других технических средств.

Кроме вышеуказанных, важнейшими и способствующими дальнейшему развитию

РТК являются технологии, связанные со следующими направлениями:

- способы применения РТК;
- средства и формы защиты РТК;
- комплексирование данных сенсорных устройств РТК;
- управление жизненным циклом РТК;
- самодиагностика и самовосстановление, а в перспективе — и самовоспроизведение элементов и РТК в целом.

Принципы разработки перспективных робототехнических комплексов

Для обеспечения благоприятных условий эффективного развития и ускоренных темпов практической реализации выделенных ключевых технологий в качестве основных принципов роботостроения, прежде всего в области создания перспективных РТК, можно выделить следующие:

1. Разработка и создание опытно-экспериментальных унифицированных базовых платформ РТК модульного типа с открытой архитектурой и возможностью масштабирования и реконфигурации под решаемые задачи для ускоренного освоения и внедрения передовых технологий робототехники.

2. Формирование специальных расчетов из числа специалистов-практиков как потенциальных эксплуатантов новой роботизированной техники для осуществления исследовательской эксплуатации опытно-экспериментальных образцов РТК в целях приобретения практических навыков и оперативного устранения выявленных конструктивно-производственных недостатков.

3. Введение особого порядка создания, испытания и применения опытно-экспериментальных образцов РТК, предусматривающего осуществление исследовательской эксплуатации еще на ранних стадиях жизненного цикла изделий (до серийного выпуска), в интересах:

- оперативной апробации новых ключевых технологий и базовых элементов робототехники, созданных в инициативном порядке, на практике (с продуктивным устойчивым взаимодействием будущих потребителей РТК с их разработчиками) и одновременной детальной отработки в ходе этого вопросов комплексной безопасности применения РТК;
- достоверного оценивания уровня проработки перспективных технологий робототех-

ники, а также впервые появившихся различного рода "ноу-хау", касающихся РТК, путем их тестирования на реальных опытно-экспериментальных образцах с автоматизированной фиксацией результатов с помощью средств объективного контроля;

- ускоренного внедрения РТК в практику с учетом опыта исследовательской эксплуатации экспериментальными расчетами и своевременной их доработки в ходе опытной эксплуатации;
- опережающей (до внедрения в практику) отработки и совершенствования новых форм и перспективных способов применения РТК, наработки навыков действий, а также накопления, обобщения и распространения опыта их эксплуатации;
- углубленного практического обучения операторов РТК, переподготовки и повышения их квалификации, а также развития и дальнейшего совершенствования учебно-методической, лабораторно-экспериментальной и испытательной полигонной базы.

4. Активное использование инструмента "регуляторных песочниц" и отдельных экспериментально-правовых режимов применения РТК для отработки проектов базовых нормативных и правовых положений, а также для накопления практического опыта организации управления и необходимых статистических данных эксплуатации.

5. Разработка комплексных методик проведения испытаний инновационных разработок робототехники, обеспечивающих оперативное осуществление проверок доработанных РТК для снижения риска их морального устаревания, включая методики "виртуальных испытаний", в том числе при модернизации уже имеющихся образцов РТК.

Содержание платформенно-модульного подхода к разработке перспективных робототехнических комплексов

Одним из основных принципов роботостроения в области создания перспективных образцов робототехники, как ранее было отмечено (согласно первому принципу), является изготовление опытно-экспериментальных унифицированных базовых платформ РТК модульного типа с открытой архитектурой.

В качестве возможного способа практической реализации данного принципа является

внедрение платформенно-модульного подхода к созданию перспективных РТК.

Платформенно-модульный подход предполагает (рис. 1, см. вторую сторону обложки) изготовление общей (для определенного класса РТК) базовой платформы, так называемого базового шасси (каркаса) будущего финального изделия и типовых функциональных базовых элементов — отдельных частных модулей с возможностью их конструктивного размещения на общей базовой платформе (на базовом шасси) [3].

Вопросы применения платформенно-модульного подхода изучались в машиностроении, станкостроении [6—8], автомобилестроении, а также робототехнике [9—15].

В качестве примера успешного опыта применения платформенного подхода можно привести мобильный робототехнический комплекс МРТК "Варан" (разработка НИИСМ МГТУ им. Н. Э. Баумана и КЭМЗ), который изначально разрабатывался как РТК разминирования, однако впоследствии на базе этой платформы создавались РТК для тушения пожаров (ВНИИПО МЧС), а также РТК для дезактивации местности (ВНИИА им. Духова) (рис. 2, см. вторую сторону обложки).

Схожий подход наблюдается в проекте перспективного робототехнического комплекса Rheinmetall Mission Master (Германия), построенного по платформенно-модульному принципу. Этот РТК представляет собой универсальную дистанционно управляемую платформу, позволяющую размещать широкую номенклатуру целевой нагрузки в интересах выполнения различных задач, ограниченную только грузоподъемностью шасси.

Базовая платформа комплекса (рис. 3) выполнена в виде четырехосной колесной машины с установкой внутри корпуса силового агрегата, аппаратуры управления и наблюдения за



Рис. 3. Базовая платформа Rheinmetall Mission Master (Германия)

Fig. 3. Basic platform by Rheinmetall

дорогой. В верхней части корпуса располагается специальная площадка для установки и крепления необходимого целевого оборудования.

Конструкцией базовой платформы предусмотрены три варианта целевой нагрузки (рис. 4, см. вторую сторону обложки): транспортный, разведывательный, ударный (пулеметно-гранатометный или с реактивной системой залпового огня).

Базовые платформы представляют собой технологически законченные "концепты — конструкторы", на основе которых обеспечивается возможность отрабатывать, прежде всего, комплекс программно-алгоритмических средств перспективных РТК, а также с использованием составных элементов в виде унифицированных узлов — модулей создавать различные модификации РТК. При этом предполагается, что наиболее трудоемкой будет не работа по созданию базового шасси, а работа по его оснащению бортовой авионикой, радио- и оптоэлектронным оборудованием, сенсорами и соответствующим программным обеспечением. Такой подход позволяет обеспечить формирование целевого технологического задела необходимого уровня для создания РТК исходя из пожеланий и в соответствии с требованиями заказчиков.

При создании таких систем целесообразно использовать предложенную в работах [1, 4] типовую схему деления (типовой состав) РТК (рис. 5).

Типовой состав РТК включает робототехническое средство (одно или несколько), пункт управления и контроля (ввода и моделирования заданий) и средства обеспечения и обслуживания.

В свою очередь, робототехнические средства, являющиеся основой РТК, состоят из базовой платформы (носителя целевой нагрузки) и собственно целевой нагрузки, которая определяется исходя из функционального назначения (решаемых задач) РТК.

Базовая платформа может включать следующие основные элементы:

- модуль базовый носитель;
- модуль энергообеспечения;
- модуль управляющий;
- модуль информационный;
- модуль связи и коммуникаций;
- модуль служебный.

Целевая нагрузка состоит из следующих элементов:

- модуль исполнительный;
- модуль установочный;
- модуль управляющий;
- модуль информационный;
- модуль вспомогательный.

Элементы типовой схемы деления очевидным образом связаны с ключевыми технологиями робототехники, при этом все ключевые технологии находят свое применение в соответствующих базовых элементах типовой схемы деления РТК.

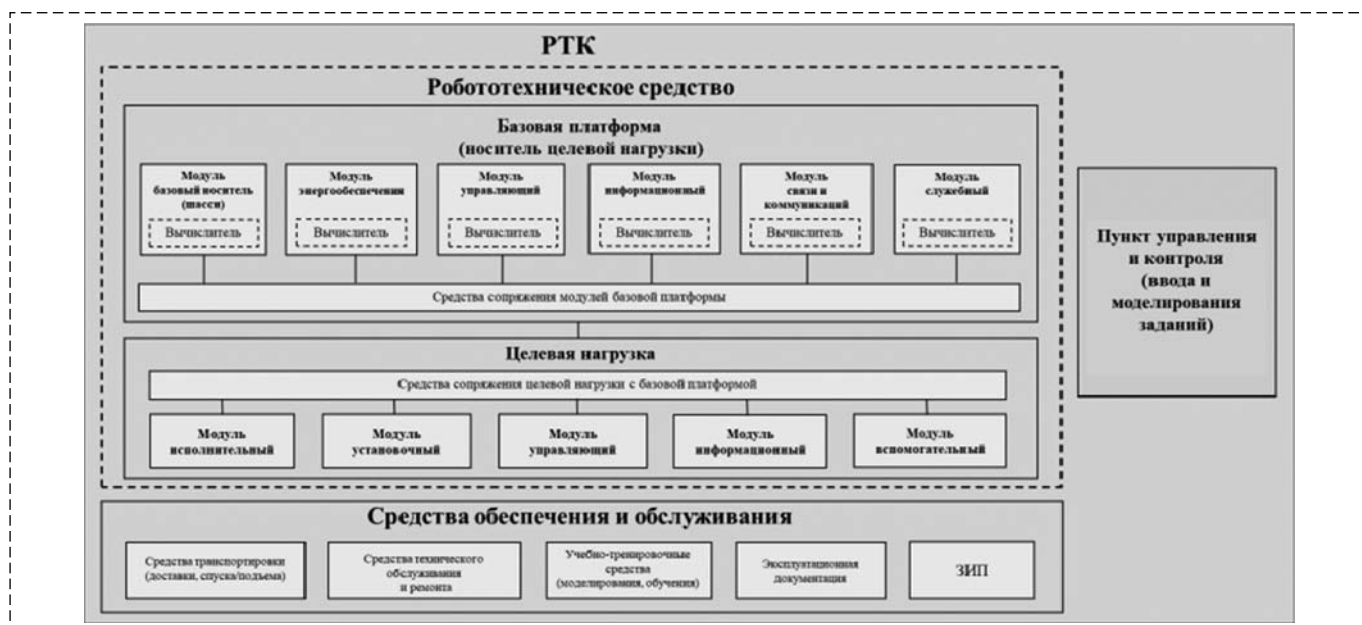


Рис. 5. Типовой состав РТК

Fig. 5. Typical structure of a robotic system

Практические приложения платформенно-базового подхода

Исходя из необходимости системного развития всего перечня ключевых технологий робототехники можно отметить, что основным назначением базовых платформ является обеспечение возможности проведения испытаний совместного функционирования различных базовых элементов и их конфигураций, которые объединяются посредством соответствующего программно-алгоритмического обеспечения.

С помощью таких базовых платформ может быть обеспечена возможность сравнения различных технологических решений, используемых при построении и сопряжении функциональных элементов РТК, отработка унифицированных вариантов модулей и компонентов, экспериментальная оценка характеристик разных вариантов конфигурации прототипа, предполагаемого к созданию РТК.

Основные требования к базовым платформам могут уточняться на основе предложений потенциальных заказчиков, профильных экспертов и эксплуатантов изделий.

Обязательными требованиями к базовым платформам являются: наличие открытой архитектуры, обеспечение достаточного уровня интероперабельности и обоснованные экономические показатели.

Базовые платформы представляют собой инструмент для отработки технологий, основная направленность которых соответствует совершенствованию наиболее наукоемких алгоритмических и программных решений в целях повышения функциональной и энергетической автономности, расширения круга задач, решаемых типовыми элементами, размещаемыми на базовой платформе, и конфигурируемыми для совместного применения, поиска и внедрения рациональных унифицированных решений, а также использования для подготовки операторов РТК.

Базовые платформы могут использоваться также для проведения сравнительных испытаний типовых элементов в целях выявления наиболее "продвинутых" и конкурентноспособных технологических решений.

Таким образом, основными целями создания базовых платформ являются:

- сокращение сроков создания перспективных РТК;
- исследовательские проверки, практическая апробация и экспериментальное тестирова-

ние перспективных технологий робототехники и базовых (типовых) элементов РТК;

- экспериментальная, в том числе полигонная отработка возможных сценариев применения РТК и разработка рекомендаций по их внедрению в практику, а также уточнение требований к перспективным образцам РТК;
- формирование опережающего научно-технологического задела в области робототехники с последующей его передачей широкому кругу разработчиков;
- оценка функциональности и определение перспективных направлений дальнейшего развития технологий робототехники;
- подготовка и накопление обучающих данных, верификация моделей применения и средств виртуализации испытаний;
- проведение конкурсных проверок (соревнований) в целях выявления прорывных научно-технических идей, передовых конструкторских и технологических решений в области робототехники.

Все это будет способствовать повышению уровня технологического задела в области РТК, улучшению качества, сокращению сроков и стоимости создания передовых изделий робототехники.

Перспективы развития платформенно-модульного подхода

Дальнейшим развитием платформенно-модульного подхода является создание типовых функциональных базовых элементов в виде самостоятельных функционально законченных целостных технологических единиц — модулей со своими источниками питания, вычислителями, датчиками информации и другими необходимыми элементами, конструктивно размещаемых в одном корпусе, с возможностью установки на различные базовые платформы, организации межмодульного обмена и динамического перераспределения (по мере необходимости) располагаемых ресурсов (энергетических, информационных, вычислительных и др.).

Например, базовые модули служебный, энергообеспечения и базовый носитель, входящие в состав типового РТК (см. рис. 1), могут предоставлять управляющему модулю дополнительные вычислительные ресурсы на время выполнения наиболее ответственных алгоритмов (в частности, алгоритмов боевого управле-

ния) путем подключения ресурса их вычислителей к нуждающемуся в "поддержке" вычислителю, создавая при этом интегрированную вычислительную многомашинную систему из распределенных вычислителей. Это особенно актуально для автономных РТК, на борту которых необходимо одновременно решать широкий круг задач, таких как, например, автономная навигации, распознавание объектов, ситуационный анализ окружающей среды, организация группового взаимодействия и др.

При этом необходимым и достаточным условием реализации платформенно-модульного принципа построения перспективных образцов робототехники является выполнение следующих основных требований, касающихся образующих РТК модулей:

- конструктивная и функциональная обособленность модулей;
- универсальность аппаратно-программного интерфейса обмена и взаимодействия между модулями;
- распределенность управления модулями;
- сетевая архитектура управляющей модулями системы;
- включенность каждого модуля в сетевую структуру с помощью специального программного обеспечения — драйверов.

Важным инструментом в рамках платформенно-модульного подхода к созданию перспективных РТК является виртуальное моделирование.

Виртуальное моделирование обеспечивает проведение аналитических, полунатурных и натуральных экспериментов, комплексных исследований технологий и базовых элементов РТК, выполнение разработок новых и совершенствование существующих методов и методик научных исследований в области робототехники, позволяет осуществлять отработку, совершенствование, проведение верификации и валидации моделей, алгоритмов и сценариев применения РТК различных типов, видов базирования и назначения и их групп, в том числе во взаимодействии с существующими человеко-машинными организационно-техническими системами.

К числу основных достоинств предлагаемого подхода следует отнести следующие:

- более активное вовлечение конечного потенциального пользователя в процесс создания РТК;
- дополнительное снижение затрат на разработку новых версий РТК;

- ускоренная наладка производства новых моделей РТК;
- расширенная унификация базовых (типовых) элементов РТК [5];
- непрерывная интенсификация внедрения новаций;
- гибкое перекрестное использование базовых модулей;
- непрерывное совершенствование развития базовых платформ.

Вместе с тем, в качестве основных недостатков платформенно-модульного подхода можно указать следующие:

- завышенная стоимость для потребителей, нуждающихся в более простых и дешевых РТК;
- сложность внедрения передовых технологий в стандартные модули серийно выпускаемых РТК;
- обезличенность изделий, собранных из унифицированных модулей.

Заключение

В качестве заключения можно отметить, что практическая реализация рассмотренных концептуальных положений создания перспективных робототехнических комплексов и, прежде всего, предложенного в рамках этих положений платформенно-модульного подхода будет способствовать:

- сокращению сроков и ресурсных затрат на разработку, создание, исследование, испытание, модернизацию перспективных и существующих робототехнических комплексов, оперативную отработку сценариев их применения и своевременное внедрение передовых инновационных технологий робототехники;
- целенаправленному развитию и скорейшему внедрению ключевых технологий робототехники в практику;
- созданию высокотехнологичных и высококачественных отечественных РТК, не уступающих мировым аналогам;
- снижению стоимости образцов РТК, упрощению массового производства и эксплуатации;
- сокращению сроков внедрения в практику предварительно отлаженных и экспериментально апробированных образцов перспективных РТК;
- форсированному освоению, приобретению практических навыков и опыта эксплуатации и применения перспективных РТК.

Кроме того, платформенно-модульный подход консолидирует работу производителя, заказчика и потребителя: производитель определяет, достаточны ли его производственно-технологические мощности для выпуска перспективного РТК, заказчик сравнивает перспективный РТК с аналогичными образцами, а также оценивает его рыночные возможности, потребитель устанавливает, какие преимущества он получит, внедряя новые изделия вместо имеющихся. При этом предоставляется возможность оперативного получения ответов на следующие вопросы относительно перспективного РТК: "Что он может сейчас?", "Какой у него модернизационный потенциал (как он будет развиваться дальше)?", "На что он будет способен в будущем?", "К какому итогу это приведет?". Получение ответов на перечисленные вопросы поможет сформировать:

1. Передовую рабочую стратегию совершенствования РТК.
2. Реалистичное представление о сроках создания перспективного РТК.
3. Новые прогрессивные идеи для дальнейшего развития РТК.
4. Лучший способ представления перспективного РТК.
5. Продвинутую команду разработчиков перспективного РТК.

Предложенный подход может быть использован также при создании качественно новых организационно-технических систем (ОТС), обладающих возможностью гибкого масштабирования инфраструктуры исходя из возникающих потребностей.

Использование в составе ОТС специализированных и, вместе с тем, унифицированных узлов-модулей позволит перераспределять их роли между собой и гибко перестраивать инфраструктуру под изменяющиеся условия.

На практике это будет выглядеть следующим образом. Предположим, что в ходе функционирования ОТС в одном из ее контуров обнаруживается нехватка мощностей, тогда этот контур масштабируется за счет добавления (путем подключения) к нему других модулей из соседних контуров. По мере удовлетворения потребностей недостающими мощностями подключенные к нуждающемуся контуру модули переходят в штатный режим работы в своих контурах. Гибкость взаимодействия модулей будет способствовать повышению устойчивости функционирования ОТС

в условиях различного рода внешних и внутренних возмущений, их адаптивности к возникновению различного рода непредвиденных факторов, а также содействовать их непрерывному совершенствованию по мере накопления практического опыта работы.

Список литературы

1. Ермолов И. Л., Хрипунов С. П., Благодарящев И. В., Хрипунов С. С. Типовая структурно-функциональная схема робототехнических комплексов военного назначения // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2017. № 6.
2. Денисов И. И., Кононов А. Ф. Механический боец. Многие роботы уже сегодня воюют лучше людей. URL: <http://econ-journal.ru/mehchanicheskij-boec-mnogie-roboty-uzhe-s/> (дата обращения: 27.12.2017).
3. Цариченко С. С. АНПА GAVIA — подводный исследователь // Гидротехника. 2011. № 2(22). С. 112—114.
4. Ермолов И. Л., Хрипунов С. П. Формирование обобщенной структурной схемы робототехнических комплексов // Робототехника и техническая кибернетика. 2017. № 1(14).
5. Ермолов И. Л., Кононов А. Ф., Хрипунов С. П. Направления унификации робототехнических комплексов военного, специального и двойного назначения // Сб. тезисов Международной научно-технической конференции "Экстремальная робототехника — 2017". СПб: Издательско-полиграфический комплекс "Гангут", 2017.
6. Прокопьев В. Ю. Платформенные решения и модульный принцип проектирования электронных устройств как метод стандартизации и унификации разработок // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 5. С. 901—911.
7. Базров Б. М. Модульная технология в машиностроении. М.: Машиностроение, 2001. 368 с.
8. Аверьянов О. И. Модульный принцип построения станков с ЧПУ. М.: Машиностроение, 1987. 232 с.
9. Андреев В. П., Плетнев П. Ф. Разработка технологии межмодульного общения в гетерогенном модульном мобильном роботе. // Труды международной научно-технической конференции "Экстремальная робототехника", 24—25 ноября 2016 года, Санкт-Петербург. С. 245—255.
10. Андреев В. П., Ким В. Л. Разработка функциональных узлов гетерогенного модульного мобильного робота // Тр. междунар. науч.-техн. конф. "Экстремальная робототехника". 24—25 ноября 2016 года, Санкт-Петербург. С. 359—369.
11. Андреев В. П., Подураев Ю. В. Функционально-модульный принцип построения гетерогенных мобильных роботов. // Тр. междунар. науч.-техн. конф. "Экстремальная робототехника". 24—25 ноября 2016 года, Санкт-Петербург. С. 39—50.
12. Манько С. В., Лохин В. М., Крайнов Н. В., Малько А. Н. Алгоритмы интеллектуального управления реконфигурируемыми роботами в компоновке колеса и много-агентными системами на их основе // Мехатроника, автоматизация, управление. 2022. Т. 23, № 8. С. 420—429.
13. Манько С. В., Шестаков Е. И. Автоматический синтез сценариев походки реконфигурируемых мехатронно-модульных роботов в модификации шагающей платформы // Российский технологический журнал. 2018. Т. 6, № 4.
14. Jing G., Tosun T., Yim M., Kress-Gazit H. An end-to-end system for accomplishing tasks with modular robots // Proceedings of Conference Robotics: Science and Systems. 2016.
15. Kojcev R., Etxezarreta N., Hernandez A., Mayoral V. Evaluation of deep reinforcement learning methods for modular robots. arXiv preprint arXiv:1802.02395, 2018.

Conceptual Propositions for Creation of Perspective Robotic Systems based on Platform-Modular Approach

S. S. Graskin, GraskinSS@edu.mos.ru,
MSTU Bauman, Moscow, 105005, Russian Federation,
I. L. Ermolov, ermolov@ipmnet.ru,
IPMech RAS, Moscow, 119526, Russian Federation,
S. P. Khripunov, hsp61@ipu.ru,
IPU, Moscow, 117997, Russian Federation

Corresponding author: **Ermolov Ivan L.**, Dr. of Tech. Sc., Professor,
IPMech RAS, Moscow, 119526, Russian Federation, e-mail: ermolov@ipmnet.ru

Accepted on June 01, 2023

Abstract

Intensive introduction of robotic systems is a modern priority for further automation of human activities. Recent theoretical and practical developments in robotics have made it possible to introduce robots in areas of practical activities previously dominated by humans. Modern trend in robotics is in creating state of the art robotic systems with increased autonomy and expanded functionality. This will allow to relieve human, leaving him supervision functions. An emerging task in robotics is also to create an environment, assisting to create and introduce new perspective robotic systems, also bearing modernization capability. This can be done through improving of modern approaches of creating robotic systems. We foresee necessity to change some of robots' life-cycle stages, which would allow to rapidly introduce new effective robots into production. The article in its beginning studies some most emerging directions in robotics and new ideas for more effective robotic systems design. During this one should find a balance between introducing drastically new technologies in new robot and perfecting already existing technologies. Authors propose to use so-called modular-platform based approach for creating new robots. Within it they imply typical structure of a robot, suggesting to use basic platform as a basement for building new robots with varying usefull load. In such case same platform can be used for building inspection robots, unmanned transport systems, unmanned retransmitter etc. The paper presents some already built examples of the approach. Final part of the paper discusses advantages given by application of this approach.

Keywords: robotic systems, robots, modular approach

Acknowledgements: Part of this work was done according to the Russian Ministry of Science and Higher Education within the framework of the Russian State Assignment contract No 123021700055-6.

For citation:

Graskin S. S., Ermolov I. L., Khripunov S. P. Conceptual Propositions for Creation of Perspective Robotic Systems based on Platform-Modular Approach, *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2023, vol. 24, no. 12, pp. 619–626.

DOI: 10.17587/mau.24.619-626

References

1. **Ermolov I. L., Khripunov S. P.** et al. Typical Structure of a Robotic System, *Information, measuring and control systems*, 2017, no. 6 (in Russian) (in Russian).
2. **Denisov I. I., Kononov A. F.** Mechanical warrior, available at: <http://econ-journal.ru/mehchanicheskij-boec-mnogie-robo-ty-uzhe-s/> (date of access 27.12.2017) (in Russian).
3. **Tsarichenko S. G.** SUV GAVIA — underwater researcher, *Gydrotechnika*, 2011, no. 2 (22), pp. 112–114 (in Russian).
4. **Ermolov I. L., Khripunov S. P.** Creating Generalized Typical Structure of a Robotic System, *Robototechnica i technicheskaya cybernetica*, 2017, no. 1 (14) (in Russian).
5. **Ermolov I. L., Khripunov S. P., Kononov A. F.** Unification in Robotics, *Proc. Of "Extreme Robotics — 2017" International Conference*, St. Petersburg, 2017 (in Russian).
6. **Prokopiev V. Y.** Platform-based solutions and modular approach in design of electronic devices, *Scientific Courier of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2019, vol. 19, no. 5, pp. 901–911 (in Russian).
7. **Bazrov B. M.** Modular approach in machine-building, Moscow, Mashinostroenie, 2001, 368 p. (in Russian).
8. **Averianov O. I.** Modular approach in CNC machine-tools, Moscow, Mashinostroenie, 1987, 232 p. (in Russian).
9. **Andreev V. P., Pletenev P. F.** Intermodular communication technology in heterogeneous modular mobile robot, *Proc. of "Extreme Robotics 2016" International Conf.*, St. Petersburg, 2016 (in Russian).
10. **Andreev V. P., Kim V. L.** Designing basic units of heterogeneous modular mobile robot, *Proc. of "Extreme Robotics 2016" International Conf.*, St. Petersburg, 2016 (in Russian).
10. **Andreev V. P., Poduraev J. V.** Function-based modular approach for building heterogeneous modular mobile robot, *Proc. of "Extreme Robotics 2016" International Conf.*, St. Petersburg, 2016 (in Russian).
12. **Manko S. V., Lokhin V. M., Kraynov N. V., Malko A. N.** Algorithms for Intelligent Control of Reconfigurable Robots in a Wheel Configuration and Multi-Agent Systems Based on them, *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2022, vol. 23, no. 8, pp. 420–429 (in Russian).
13. **Manko S. V., Shestakov E. I.** Futomatic synthesis of gait scenarios for reconfigurable mechatronic modular robots in the modification of the walking platform, *Russian Technological Journal*, 2018, vol. 6, no. 4 (in Russian).
14. **Jing G., Tosun T., Yim M., Kress-Gazit H.** An end-to-end system for accomplishing tasks with modular robots, *Proceedings of Conference Robotics: Science and Systems*, 2016.
15. **Kojcev R., Etxezarreta N., Hernandez A., Mayoral V.** Evaluation of deep reinforcement learning methods for modular robots. arXiv preprint arXiv:1802.02395, 2018.