

*G.A. Kostin, S.N. Panin*

## PROBLEMS OF ROBOT SYSTEMS APPLICATION

**Gennady Kostin** – vice-rector for science and digitalization, St. Petersburg State University of Civil Aviation, Doctor of Engineering, associate professor, St. Petersburg; **e-mail: g\_kostin@mail.ru**.

**Sergey Panin** – senior researcher, A.F. Mozhaysky Military Space Academy, PhD in Engineering, associate professor, St. Petersburg; **e-mail: psn.46@mail.ru**.

*We look at the most challenging aspects of applying robot systems. The analysis of the advantages and disadvantages of the systems in question is carried out. We suggest possible directions for solving current problems.*

**Keywords:** robot system; drone; unmanned submersible.

*G.A. Kostin, S.N. Panin*

## ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

**Геннадий Александрович Костин** – проректор по науке и цифровизации, Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, доктор технических наук, доцент, г. Санкт-Петербург; **e-mail: g\_kostin@mail.ru**.

**Сергей Николаевич Панин** – старший научный сотрудник ВКА имени А.Ф. Можайского, кандидат технических наук, доцент, г. Санкт-Петербург; **e-mail: psn.46@mail.ru**.

*В статье рассмотрены основные проблемные вопросы использования робототехнических комплексов и систем. Проведен анализ положительных и отрицательных аспектов применения этих комплексов (систем). Предложены возможные направления решения проблемных вопросов.*

**Ключевые слова:** робототехнический комплекс; беспилотный летательный аппарат; необитаемый подводный аппарат.

Одной из особенностей последних 10–15 лет является активное развитие и использование робототехнических комплексов (далее – РТК) и систем в различных областях человеческой деятельности. При этом под робототехническими комплексами и системами понимаются программно-аппаратные средства, позволяющие выполнять различные технические, логические задачи (работы, функции, операции) без участия (либо при минимальном участии) человека (оператора, группы специалистов и т.д.) Такие комплексы и системы широко используются в космической отрасли, в военной сфере, органах ФСБ, МВД, МЧС, в машиностроении, атомной энергетике, в производстве микросхемотехники, в быту.

Сегодня робототехнические комплексы и системы обеспечивают поддержание жизнедеятельности космонавтов при нахождении их на космических станциях (системы автоматической регенерации кислорода и воды, поддержания теплового режима, движения по заданной траектории, автоматической стыковки (расстыковки) космических объектов (элементов), возвращения космонавтов на земную поверхность.

В военной сфере робототехнические комплексы (системы) решают разведывательные и инженерные задачи, обеспечивают поражение (уничтожение) заданных объектов (целей). Наиболее часто робототехнические комплексы устанавливаются на беспилотные летательные аппараты

(далее – БЛА), что позволяет в автоматическом режиме собирать требуемую информацию о противнике и обеспечивать возвращение БЛА в заданный район. Ударные БЛА с робототехническими комплексами способны совершать мониторинг территории противника и оперативно обнаруживать и уничтожать его объекты.

Наземные робототехнические комплексы могут обеспечивать продолжительный контроль рубежей (участков) обороны, поддерживать наступающие силы и средства путем ведения огня с автоматизированных мобильных платформ, выполнять задачи радиоэлектронного подавления и разминирования местности, подвоза боеприпасов, эвакуации раненых. При этом существующие робототехнические комплексы, как правило, управляются (контролируются) операторами. В перспективе предусматривается создание полностью автономных наземных и воздушных средств с робототехническими комплексами.

В настоящее время ведутся разработки безэкипажных надводных кораблей и необитаемых подводных аппаратов. Указанные системы планируется оснащать робототехническими комплексами с элементами искусственного интеллекта для решения задач боевого и материального обеспечения основных сил и средств в операциях (боевых действиях) различного масштаба. Необитаемые подводные аппараты с робототехническими комплексами могут использоваться для выполнения разведывательных задач на больших расстояниях (глубинах), обеспечивать эвакуацию (спасение) личного состава с затонувших (поврежденных) подводных лодок (крейсеров).

В органах ФСБ и МВД робототехнические комплексы и системы активно применяются для обнаружения, мониторинга действий террористов (экстремистов), правонарушителей. При этом используются как наземные, так и воздушные технические средства с установленными робототехническими комплексами.

В органах МЧС робототехнические комплексы и системы обеспечивают ре-

шение спасательных, эвакуационных, инженерных задач при ликвидации последствий природных стихийных бедствий (пожаров, наводнений, землетрясений), а также последствий, вызванных техногенными факторами (взрывы газовых баллонов, боеприпасов, аварии на атомных и гидроэлектростанциях, химических предприятиях, катастрофы на воздушном и железнодорожном транспорте).

В машиностроении робототехнические комплексы и системы обеспечивают автоматическое (автоматизированное) изготовление деталей и сборочных единиц, транспортировку, складирование, разгрузку готовых изделий.

В авиации робототехнические комплексы и системы помогают пилотам воздушных судов контролировать и поддерживать требуемые параметры полета, при необходимости полностью заменяют пилота в управлении судном (режим автопилота). Беспилотники, роботизированные комплексы, искусственный интеллект – это те направления, по которым далее будет развиваться авиация. Об этом заявил президент России Владимир Путин, открывая 20 июля 2021 г. Международный авиакосмический салон МАКС–2021 в Жуковском.

В атомной энергетике робототехнические комплексы обеспечивают мониторинг и управление параметрами энергетических установок, замену отработавших элементов, выявление и устранение причин неисправностей (отказов) в функционировании различных систем и компонентов.

В производстве микросхемотехники робототехнические комплексы сегодня выполняют основной объем задач (до 90–95%), связанных с технологической подготовкой, изготовлением, обработкой, сборкой, перемещением, складированием микропроцессоров, микропроцессорных и других логических устройств на основе интегральных микросхем.

В бытовой сфере робототехнические системы реализуются в устройствах, обеспечивающих: уборку помещений (роботы-пылесосы), приготовление пищи, поддержание теплового режима помеще-

ний, контроль за малолетними детьми. Кроме того, активно разрабатываются и совершенствуются робототехнические системы, выполняющие задачи автоматической парковки автомобилей, предотвращения аварийных ситуаций. Особое значение придается реализации робототехнических комплексов в беспилотных транспортных средствах, способных перевозить грузы и людей по заданному маршруту.

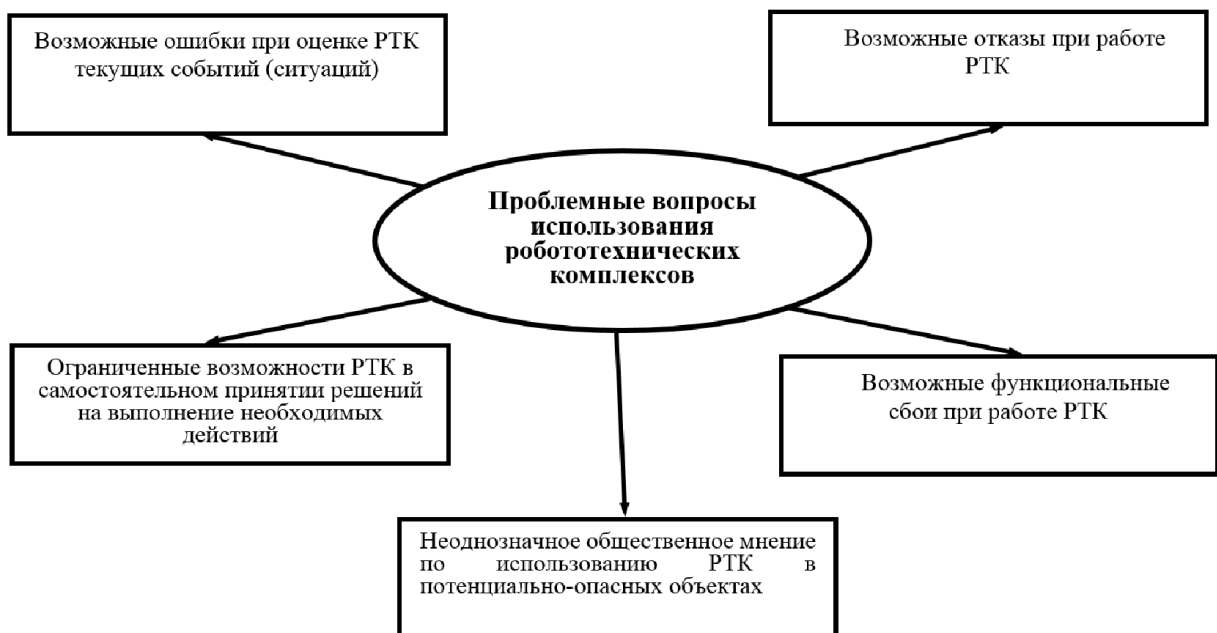
Вместе с тем, практический опыт использования робототехнических комплексов (систем) позволил выявить ряд проблемных вопросов, обуславливающих ограничения в применении рассматриваемых комплексов. К основным проблемным вопросам, по мнению авторов, можно отнести следующие (см. рисунок):

– возможные ошибки при оценке робототехническими комплексами текущих событий и ситуаций. Так, при использовании американскими подразделениями робототехнических комплексов на БЛА в Ираке и Сирии наблюдались случаи ошибочного поражения объектов с мирным населением, а в ряде случаев – со своим личным составом. Известны примеры ошибочной оценки ситуации робототехническими системами, применяемыми для контроля обстановки на автомобильных трассах (ошибочная фиксация: превышения скорости, не пристёгнутого ремня

безопасности, разговора по мобильному телефону во время управления автомобилем). В ходе эксплуатации беспилотных транспортных средств, особенно в сложных погодных условиях, наблюдались случаи неверной оценки робототехнической системой текущей дорожной ситуации, что приводило к последующему столкновению транспортного средства с объектами инфраструктуры, др. автомобилями;

– возможные отказы в работе робототехнических комплексов. Практика применения РТК в космической отрасли наглядно показала, что в результате выхода из строя элементов рассматриваемых комплексов нарушалась работа систем жизнеобеспечения космических станций, наблюдался сход космических объектов с заданной траектории полета. Последствиями указанных событий являлась необходимость срочного «ручного» восстановления работоспособности отказавших элементов экипажем корабля (станции), утрата (потеря) космического объекта;

– возможные функциональные сбои при использовании робототехнических комплексов. Известно, что робототехнический комплекс представляет собой сложную техническую систему с различными алгоритмами (процедурами) обработки исходной информации. Опыт использования подобных систем наглядно



Основные проблемные вопросы использования робототехнических комплексов

показал, что с увеличением сложности программно-аппаратных средств существенно возрастает (как правило, в экспоненциальной зависимости) число функциональных сбоев, связанных с ошибками в отработке реализованных алгоритмов. Очевидно, что возникновение функциональных сбоев в робототехнических комплексах может привести к нарушению штатной работы носителей этих комплексов, в том числе с аварийными последствиями;

– ограниченные возможности используемых робототехнических комплексов в самостоятельной выработке решений на выполнение необходимой совокупности действий (работ), в синтезе новых алгоритмов функционирования. Современные РТК построены на существующих аппаратных и программных средствах, имеющих ограничения в возможностях их применения. К основным из них относятся ограничения по: увеличению производительности процессоров, скорости передачи информации, применению нейросистем для синтеза новых алгоритмов; сложность создания эффективных вычислительных средств на новых физических принципах, имеющих характеристики, значительно превышающие характеристики существующих программно-аппаратных средств;

– неоднозначное общественное мнение по использованию робототехнических комплексов в потенциально опасных для человека объектах (воздушном, железнодорожном, автомобильном транспорте). Противники использования РТК в потенциально-опасных объектах утверждают, что при наличии потенциальной угрозы (даже минимальной) возникновения аварийных ситуаций, катастроф с человеческими жертвами управление объектами должно выполняться опытными операторами (специалистами), способными оперативно принимать наиболее правильное решение в любых ситуациях (обстоятельствах).

Возможными направлениями решения проблемных вопросов использования РТК могут быть следующие.

1. Увеличение количества и качества

датчиков (сенсоров), оценивающих (контролирующих) текущую ситуацию (обстановку). При этом целесообразно использовать датчики на различных принципах действия, оценивающих различные параметры и характеристики. Решение на реализацию того или иного алгоритма действий РТК должно приниматься с учетом срабатывания всей совокупности используемых датчиков (сенсоров).

2. Применение в робототехнических комплексах интеллектуальной обработки информации, поступающей с датчиков (сенсоров) для оценки текущей ситуации. В этом случае решение на выполнение определенной совокупности действий РТК может приниматься с учетом значимости оцениваемых характеристик и выбранного критерия оценивания (например, при срабатывании не менее 70%, 80% или 90% датчиков).

3. Качественное совершенствование элементной базы робототехнических комплексов. Особое значение имеет внедрение в перспективные РТК наиболее передовые технические решения в области электроники и электротехники (нейронных сетей, молекулярных и биокомпьютеров, оптических и квантовых компьютеров, существенно превышающих по характеристикам существующие аналоги.

4. Использование параллельных алгоритмов и программ. Опыт применения параллельных программ и алгоритмов на суперкомпьютерах развитых стран наглядно показал преимущества параллельного программирования и его реализации для обработки больших объемов информации при решении сложных многофакторных задач.

5. Применение в РТК систем, обеспечивающих постоянный контроль работоспособности элементов комплексов. Целесообразно предусматривать наличие систем контроля, которые обеспечат автоматический мониторинг параметров РТК, а при их отклонении выдавать сигнал оператору либо подключать резервные элементы.

6. Повышение надежности функционирования РТК за счет резервирования

элементов, узлов, каналов управления, источников питания. При этом для наиболее важных узлов должно предусматриваться 3-4-х кратное резервирование.

Таким образом, в настоящей статье авторы провели анализ использования РТК в различных областях человеческой деятельности. На основе проведённого анализа выявили ряд проблемных вопросов, связанных с использованием РТК, а также определили возможные направления решения проблемных вопросов. Полученные результаты могут использоваться различными специалистами при со-

вершенствовании существующих и создании перспективных робототехнических комплексов и систем.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Буренок В.М., Дурнев Р.А., Крюков К.Ю.* Разумное вооружение: будущее искусственного интеллекта в военном деле // Вооружение и экономика. 2018. № 1(43). С. 4–13.

2. *Есипов М.А., Костин Г.А., Курлов В.В.* Вычислительные системы, сети и коммуникации. СПб.: Изд-во СПбУУиЭ, 2011. 195 с.