

**Acknowledgements:** the work is carried out with the partial support of the RFFI: grants 16-07-00811a, 16-07-00935a and 16-07-01264a.

For citation:

**Andreev V. P., Tarasova V. E.** Determination of the Form of Obstacles by a Mobile Robot Using Scanning Angular Movements of Ultrasonic Sensor, *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2017, vol. 18, no. 11, pp. 759–763.

DOI: 10.17587/mau.18.759-763

#### References

1. **The humanoid** robot REEM-C, available at: <https://robot-hunter.com/resume/gumanoidnii-robot-reem-c>. — Ver. from the screen (date of circulation: 29/05/2017) (in Russian).

2. **Robot ROBOSEM** teaches Korean kids English, available at: [http://www.prorobot.ru/07/robot\\_robossem.php](http://www.prorobot.ru/07/robot_robossem.php). Ver. from the screen (date of access: 29/05/2017) (in Russian).

3. **Tashev A. A.** *Razrabotka robota na osnove ultrazvukovogo dalnomera* (The development of a robot based on an ultrasonic rangefinder), available at: [http://oreluniver.ru/file/chair/aplast/nol/Tashev\\_Fedorov.pdf](http://oreluniver.ru/file/chair/aplast/nol/Tashev_Fedorov.pdf) (date of access: 29/05/2017) (in Russian).

4. **Kasandrova O. N., Lebedev V. V.** *Obrabotka rezultatov nabludenii* (Observation of results), Moscow, Nauka, 1970.

5. **Linnik U. V.** *Metod naimenshikh kvadratov i osnovi matematiko-statisticheskoi teorii obrabotki nabludenii* (Ordinary Least Squares and the fundamentals of the mathematical and statistical theory of observation processing), Moscow, Fizmitlit, 1962 (in Russian).

6. **Andreev V. P., Kim V. L., Poduraev Yu. V.** *Setevii reshenia v architecture geterogennih modulnih robotov* (Network solutions in the architecture of heterogeneous modular mobile robots), *Robotics and technical cybernetics*, 2016, no. 3 (12), pp. 23–29 (in Russian).

УДК 621.865.8

DOI: 10.17587/mau.18.763-766

**Н. А. Рудианов**, д-р техн. наук, доц., нач. отдела, [rudianov\\_1980@mail.ru](mailto:rudianov_1980@mail.ru),

**В. С. Хрущев**, канд. техн. наук, доц., вед. науч. сотр., [wasserX@yandex.ru](mailto:wasserX@yandex.ru),

ФГБУ "3 Центральный научно-исследовательский институт" МО РФ, г. Москва

## Организация приобретения и формализации знаний интеллектуальных систем перспективных автономных робототехнических комплексов военного назначения в ходе опытно-войсковой эксплуатации дистанционно управляемых комплексов

*Рассматриваются вопросы приобретения знаний для построения интеллектуальных систем управления вооружением автономных наземных роботов. Предлагается такой этап жизненного цикла, как опытно-войсковая эксплуатация робототехнических комплексов военного назначения, использовать для определения облика и формирования интеллектуальных систем принятия решений, приобретения и формализации знаний о типовых задачах функционирования, перечне, характеристиках и признаках типовых целей, последовательности действий, перечне возникающих альтернатив при принятии решений в ходе боевой работы и правилах их выбора.*

**Ключевые слова:** робототехнические комплексы военного назначения, интеллектуальные системы управления вооружением, автономное управление, групповое применение

В работе [1] показано, что в случае, когда робототехнический комплекс (РТК) оснащается вооружением ближнего боя, его применение в режиме дистанционного управления становится нерациональным, так как эффективное функционирование робота требует участия нескольких операторов, обеспечивающих движение робота, разведку обстановки, поиск и выбор цели, обстрел и оценку результатов стрельбы, принятие тактических решений. Дистанционно управляемые РТК имеют ряд принципиальных недостатков и ограничений: повышенные требования к каналу связи, ограниченный радиус действия, демаскировка объекта и пункта управления, а также возможность применения средств радиоэлектронного и огневого противодействия вследствие интенсивного радиообмена.

Применение различных методов повышения эффективности дистанционного управления имеет смысл для решения специальных задач или задач обеспечения при одиночном применении РТК. При массовом использовании в боевых действиях групп разнородных комплексов дистанционное управление как основной способ управления РТК будет неприемлемо.

Практически все усилия по повышению уровня автономности РТК в настоящее время связаны с автономным движением, а движение является лишь одним из этапов процесса боевой работы. Обеспечение автономности функционирования роботов и их групп, находящихся на значительном удалении от центра управления, при выполнении ими задач по назначению связано прежде всего с разработкой интеллектуальных систем управления вооружением боевых роботов, включая все основные фазы боевой работы: поиск и обнаружение целей, оценка их важности (опасности), выбор цели для обстрела, выбор оружия и методов стрельбы, наведение оружия, стрельба, оценка результатов стрельбы и перенос огня.

Существует целый ряд методов решения задач, составляющих основу интеллектуальных систем управления, основанных на приобретении и формализации знаний. Выбор метода решения конкретных задач зависит от многих факторов [2].

Во-первых, должно быть достигнуто соответствие метода принятия решений характеристикам задачи:

- определенность (относительно каждой альтернативы известно, что она неизменно приводит к

некоторому конкретному исходу — все функциональные зависимости детерминированы);

- неопределенность в смысле случайности (каждая альтернатива приводит к одному из множеств возможных исходов, но каждый исход имеет известную или приписываемую вероятность появления);
- неопределенность в виде нечеткости (вероятности исходов неизвестны, тем не менее известны все альтернативы и множество возможных исходов, а также возможно задать предпочтение на этом множестве);
- тип множества альтернатив (дискретное или непрерывное);
- число критериев;
- тип постановки задачи и др.

Во-вторых, существенное влияние на выбор метода оказывают характеристики экспертов: их возможности, квалификация, способности, связанные с использованием субъективных критериев, временных ограничений, возможностью давать качественные и количественные оценки.

В-третьих, на выбор метода оказывает влияние представление экспертов о последствиях принятия решения и возможность последующего обоснования использования метода, степень "доверия" ему, предшествующий опыт использования метода.

В зависимости от перечисленных факторов могут применяться различные методы объединения информации: байесовская логика, нечеткая логика, коэффициенты уверенности и др.

В 80...90-х годах прошлого века интенсивно проводили исследования по работке систем принятия решений реального времени. Но в тот момент результаты этих исследований оказались невостребованными в связи с резким сокращением НИОКР в области вооружения и военной техники и неготовности на тот момент технологий робототехники к обеспечению автономного функционирования. Частично эти результаты были внедрены в системы поддержки авиационных комплексов, но в наземной технике они не используются. При этом существующие методы автоматизации процессов принятия решений в ходе боевой работы, которые являются основным содержанием систем управления вооружением РТК, в принципе, позволяют создавать автономные интеллектуальные системы. Основные сложности возникают при приобретении знаний — процессе получения знаний от эксперта или каких-либо других источников — и при передаче их интеллектуальной системе, эффективность которой целиком и полностью зависит от качества извлеченных знаний и правильности их представления.

Несмотря на многочисленные попытки автоматизировать процессы приобретения знаний, в настоящее время и в обозримом будущем реальна следующая модель приобретения знаний: эксперт с помощью инженера по знаниям решает задачи определения необходимости модификации или расширения знаний и извлечения новых знаний о предметной области. Преобразованием знаний в форму, понятную интеллектуальной системе, занимается инженер по знаниям [3]. Модификацию знаний

проводит сама интеллектуальная система, пользуясь встроенными возможностями. Таким образом, роль экспертов как носителей знаний не снижается.

При создании интеллектуальных систем управления вооружением в процессе роботизации существующего вооружения в качестве источников знаний выступают: члены боевых расчетов комплексов, преподаватели учебных центров и военных училищ, инструкции по эксплуатации, учебники, правила стрельбы, уставы и т. п. Создание автоматических устройств на основе интеллектуальных систем управления является задачей сложной, но реальной.

Иное дело в случае применения интеллектуальных систем управления вооружением автономных роботов, создаваемых изначально как безэкипажные. Как правило, они будут обладать комплексированной системой технического зрения, развитой информационной системой на основе датчиков различной физической природы, при отсутствии подсистемы индикации и представления информации. Состав оборудования и вооружения может существенно отличаться от обитаемых комплексов-прототипов, если таковые вообще будут существовать, а опыта управления, как правило, нет.

Процесс приобретения знаний для построения интеллектуальной системы управления вооружением сталкивается с существенными сложностями — отсутствием экспертов, обладающих опытом принятия решений для конкретного образца вооружения, инструкций в части их боевого применения и других источников знаний о предметной области. Фактически обучать необходимо не только системы принятия решений, но и собственно учителей — экспертов. Это требует создания развитой модели внешней среды, включая противодействующего противника, описания множества боевых ситуаций и правил использования имеющегося оборудования и вооружения, алгоритмов поведения робота.

В то же время по существующим правилам принятию РТК военного назначения на снабжение предшествует этап опытно-войсковой эксплуатации (ОВЭ). Целями ОВЭ РТК являются:

- определение возможности и особенностей использования образцов РТК в бою общевойсковыми формированиями тактического звена для мотострелковых, парашютно-десантных и разведывательных подразделений;
- первоначальное освоение РТК с оценкой его тактико-технических, эксплуатационных и боевых характеристик в дневных и ночных эксплуатационных условиях;
- отработка методики боевого применения РТК;
- оценка эффективности РТК;
- проверка работоспособности РТК и соответствия функциональности РТК требованиям технического задания;
- фиксация сбоев, ошибок, недостатков, возникающих и выявленных в ходе ОВЭ;
- выдача рекомендаций о возможности принятия РТК на снабжение и целесообразности их промышленного производства.

Задачи, решаемые в ходе ОВЭ:

- оценка возможности обучения расчетов РТК из состава военнослужащих, проходящих военную службу по контракту;
- определение возможности и особенностей применения подразделений, оснащенных РТК, в общевойсковом бою мотострелковых, парашютно-десантных и разведывательных подразделений типа "отделение-взвод-рота-батальон";
- оценка боевых и эксплуатационных возможностей образцов и подразделений, оснащенных РТК, в различных видах боя и различных условиях эксплуатации;
- оперативное устранение причин сбоев, ошибок, недостатков, возникающих в процессе ОВЭ;
- внесение изменений в техническую и эксплуатационную документацию по итогам ОВЭ;
- разработка методических рекомендаций по боевому применению РТК.

Таким образом, объем, привлекаемые средства и сроки (до года) ОВЭ РТК военного назначения позволяют говорить о возможности в ходе нее формализации знаний о типовых задачах функционирования, перечне, характеристиках и признаках типовых целей, последовательности действий, перечне возникающих альтернатив при принятии решений в ходе боевой работы и правилах их выбора и т. п.

Представляется целесообразным использовать этот период жизненного цикла для определения облика и формирования интеллектуальных систем принятия решений РТК военного назначения.

Для этого необходимо привлечение инженеров по знаниям во время всего цикла ОВЭ для формирования опросных листов по различным разделам этапа боевой работы в целях определения:

- типовых ситуаций применения РТК и их признаков;
- признаков целей для решения задач выбора;

- признаков ситуаций, требующих применения целевого оборудования, правила выбора той или иной целевой нагрузки;
- перечня и характеристик признаков успешности применения целевого оборудования;
- правил перехода к следующим этапам боевой работы и т. д.

Этот перечень зависит от конкретного типа РТК и его назначения. Члены боевых расчетов в ходе ОВЭ, осваивая технику и опытным путем формируя правила ее боевого применения, одновременно будут участвовать в их формализации для последующей автоматизации процессов принятия решений и формирования интеллектуальных систем РТК военного назначения.

**Выводы.** В настоящее время отсутствуют специалисты по боевой работе и применению РТК военного назначения, как и вербализованные знания в этой области в виде учебников, инструкций, правил боевого применения. Организация в ходе ОВЭ робототехнических комплексов приобретения и формализации знаний членов боевых расчетов и командиров подразделений одновременно с их обучением работе на не имеющей аналогов технике должна значительно сократить время разработки интеллектуальных систем принятия решений автономных РТК военного назначения.

#### Список литературы

1. Шеремет И. Б., Рудянов Н. А., Рябов А. В., Хрущев В. С. О необходимости разработки концепции построения и применения автономных робототехнических комплексов военного назначения // Экстремальная робототехника. Тр. Междунар. науч.-техн. конф. Санкт-Петербург, 2016. С. 35—39.
2. Искусственный интеллект. Кн. 2. Модели и методы: Справочник / Под ред. Д. А. Поспелова М.: Радио и связь, 1990. 304 с.
3. Кокорева Л. В., Перевозчикова О. Л., Ющенко К. Л. Диалоговые системы и представление знаний. Киев: Наук. Думка, 1992. 448 с.

## Organization of the Acquisition and Formalization of Knowledge of Intelligent Systems of Prospective Autonomous Military RTCs in the Course of Pilot Operation of Remote-Controlled Complexes

**N. A. Rudianov**, rudianov\_1980@mail.ru✉, **V. S. Khrushchev**, wasserX@yandex.ru,  
Federal State Budgetary Institution "3 Central Research Institute"  
of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, 107564, Russian Federation

*Corresponding author:* **Rudianov Nikolay A.**, Ph. D., Head of Department  
Federal State Budgetary Institution "3 Central Research Institute"  
of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, 107564, Russian Federation,  
e-mail: rudianov\_1980@mail.ru

*Accepted on August 11, 2017*

*In the article, based on the analysis of the world experience in the application of remotely-controlled robotic systems, it is concluded that the mass application of irrationality in the course of a prospective combined arms battle is irrational. The main disadvantages of classical remote control in combat conditions are increased requirements for the communication channel, limited range, unmasking of the object and control point, as well as the possibility of using radio electronic and fire countermeasures due to intensive radio exchange. It is shown that the real increase in the efficiency of the use of robotic complexes for military purposes is possible when they are used as part of groups, but they must have elements of autonomy and the ability to solve intellectual problems. Ensuring the autonomy of the functioning of robots and their groups located at a considerable distance from the control center, when performing tasks for their intended purpose, is primarily related to the development of intelligent combat weapon control systems for combat robots, including all the main phases of combat operations. The issues of acquiring knowledge for the construction of intelligent weapon control systems for autonomous terrestrial robots are considered. This phase of the life cycle is proposed, such*

as the pilot operation of robotic complexes for military purposes, used to determine the appearance and formation of intellectual decision-making systems, the acquisition in the course of it of formalization of knowledge about typical tasks of operation, a list, characteristics and attributes of typical goals, sequence of actions, list emerging alternatives in making decisions in the course of combat operations and the rules for their selection. It is proposed to involve engineers in knowledge during the whole cycle of pilot operation to form the rules of combat use of robotic complexes by experience, to formalize the knowledge gained for subsequent automation of decision-making processes and the formation of intellectual systems for military-type military hardware.

**Keywords:** robotic complexes for military use, intelligent weapons control systems, autonomous control, group application

For citation:

**Rudianov N. A., Khrushchev V. S.** Organization of the Acquisition and Formalization of Knowledge of Intelligent Systems of Prospective Autonomous Military RTCs in the Course of Pilot Operation of Remote-Controlled Complexes, *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2017, vol. 18, no. 11, pp. 763–766.

DOI: 10.17587/mau.18.763-766

#### References

1. **Sheremet I. B., Rudianov N. A., Ryabov A. V., Khrushchev V. S.** *O neobkhodimosti razrabotki kontseptsii postroeniya i primeneniya av-*

*tomnykh robototekhnicheskikh kompleksov voennogo naznacheniya* (On the need to develop a concept for the construction and application of autonomous robotic complexes for military use), *Extreme Robotics. Proceedings of the International Scientific and Technical Conference*, St. Petersburg, 2016, pp. 35–39 (in Russian).

2. **Pospelova D. A.** *Iskusstvennyi intellekt. Kn. 2. Modeli i metody: Spravochnik* (Artificial Intelligence. In 3 books. Book. 2. Models and methods: Handbook), Moscow, Radio and Communication, 1990, 304 p. (in Russian).

3. **Kokoreva L. V., Perevozchikova O. L., Yushchenko K. L.** *Dialogovye sistemy i predstavlenie znaniy* (Dialogue systems and knowledge representation), Kiev, Science. Dumka, 1992, 448 p. (in Russian).



28–30 мая 2018 г. в Санкт-Петербурге  
на базе ГНЦ РФ АО "Концерн "ЦНИИ Электронприбор"  
состоится



## Юбилейная XXV Санкт-Петербургская Международная конференция ПО ИНТЕГРИРОВАННЫМ НАВИГАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ (МКИНС 2018)

Председатель программного комитета — Академик РАН, проф. **В. Г. Пешехонов**

#### Тематика конференции

- ◆ Инерциальные датчики, системы навигации и ориентации
- ◆ Интегрированные системы навигации и управления движением
- ◆ Глобальные навигационные спутниковые системы
- ◆ Средства гравиметрической поддержки навигации

#### В рамках каждого направления рассматриваются:

схемы построения и конструктивные особенности; методы и алгоритмы; особенности разработки и применения для различных подвижных объектов и условий движения (аэрокосмические, морские, наземные, подземные); испытания и метрология.

#### ВАЖНЫЕ ДАТЫ

**1 ноября 2017 г.** — срок подачи рефератов в Оргкомитет для рецензирования.

**1 февраля 2018 г.** — размещение на сайте списка принятых докладов

**24 февраля 2018 г.** — размещение на сайте предварительного варианта программы

**15 марта 2018 г.** — срок подачи докладов, включенных в программу конференции и подготовленных по правилам IEEE Xplore.

**С 1 февраля 2018 г. до 19 апреля 2018 г.** — ONLINE-регистрация участников конференции

Выбранные Программным комитетом доклады после доработки авторами будут рекомендованы для публикации в виде статьи в журнале "Гироскопия и навигация" (включен в перечень ВАК и индексируется в РИНЦ) и его англоязычной версии Gyroscopy and Navigation (индексируется в Scopus).

Подробную информацию о конференции см. сайте:

<http://www.elektropribor.spb.ru/icins2017/index>

