

УДК: 004.75; 004.81

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2022-2-106-31-40

EDN: GSPMBQ

## РАЗРАБОТКА ТРАНСПОРТНОЙ ПОДСИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО РОБОТА ДЛЯ СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

А.М. КСАЛОВ<sup>1</sup>, К.Ч. БЖИХАТЛОВ<sup>2</sup>, И.А. ПШЕНОКОВА<sup>1</sup>, А.У. ЗАММОЕВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт информатики и проблем регионального управления –  
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук  
360000, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а

<sup>2</sup> Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук  
360010, Россия, Нальчик, ул. Балкарова, 2

**Аннотация.** Для сокращения поступления пестицидов и снижения химической нагрузки на окружающую среду при сохранении необходимого уровня производства продуктов питания необходимо повысить эффективность процессов мониторинга и защиты растений. Поэтому весьма актуальной является задача проектирования, разработки, тестирования и оценки автоматических и роботизированных систем для эффективной борьбы с сорняками и вредителями, направленных на сокращение использования химических веществ, повышение качества сельскохозяйственных культур и улучшение здоровья и безопасности работников отрасли. Для эффективного выполнения задачи мониторинга состояния посевов необходимо разработать транспортную подсистему робота сельскохозяйственного назначения с системой навигации и ориентации, обеспечивающей автономное перемещение по полю без опасности повреждения посадок.

В статье представлена структурная схема транспортной платформы автономного сельскохозяйственного робота, состоящая из набора сенсоров и эффекторов, обеспечивающих ориентацию и навигацию робота среди посевов. Также приведена трехмерная модель расположения сенсоров и эффекторов. Представлена модель системы управления транспортной платформы на основе инварианта нейрокогнитивной мультиагентной архитектуры. Разработан программный компонент системы управления транспортной платформой, который обеспечивает сбор и агрегацию данных, обмен сообщениями между платформой и сервером, а также вывод данных на экран пользователя. Предложенная архитектура транспортной подсистемы позволит обеспечить автономное перемещение роботов в частично наблюдаемой недетерминированной среде на достаточно большие расстояния без необходимости супервизорного контроля со стороны человека.

**Ключевые слова:** автономный робот, сельскохозяйственный мониторинг, автономная навигация, транспортная платформа

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. FAW: Impact Assessment and Global Action Plan for FAW Control/Committee on Agriculture. Twenty-seventh session. Internet resource. URL: <https://www.fao.org/3/nd419en/nd419en.pdf>. (In Russian)

2. López-Sánchez A., Luque-Badillo A. et al. Food loss in the agricultural sector of a developing country: Transitioning to a more sustainable approach. The case of Jalisco, Mexico.

Environmental Challenges. Vol. 5. 2021. 100327. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100327>.

3. Nørremark M., Griepentrog H. W., Nielsen J. et al. The development and assessment of the accuracy of an autonomous GPS-based system for intra-row mechanical weed control in row crops. *Biosystems Engineering*. 2008. 101(4). Pp. 396–410.

4. Bakker T., Van Asselt K., Bontsema J. et al. Path following algorithm for mobile robots. *Autonomous Robots*. 2010. 29(1). Pp. 85–97.

5. Sørensen C.G., Bochtis D.D. Conceptual model of fleet management in agriculture. *Biosystems Engineering*. 2010. 105(1). Pp. 41–50.

6. Gonzalez-de-Santos P., Ribeiro A., Fernandez-Quintanilla C. et al. Fleets of robots for environmentally-safe pest control in agriculture, *Precision Agriculture*. 2017. Vol. 18. Pp. 574–614.

7. RPLIDAR A1. Introduction and Datasheet / Slamtec. URL: [https://bucket-download.slamtec.com/d1e428e7efbdcd65a8ea111061794fb8d4ccd3a0/LD108\\_SLAMTEC\\_rplidar\\_datasheet\\_A1M8\\_v3.0\\_en.pdf](https://bucket-download.slamtec.com/d1e428e7efbdcd65a8ea111061794fb8d4ccd3a0/LD108_SLAMTEC_rplidar_datasheet_A1M8_v3.0_en.pdf)

8. GlobalSat BU-353s4 5Hz / GlobalSat. URL: [https://www.globalsat.ru/Sites/global/Uploads/BR-355s4\\_5Hz\\_user\\_manual\\_rus.DD2617926DCE4CAA914E766CF62CD629.pdf](https://www.globalsat.ru/Sites/global/Uploads/BR-355s4_5Hz_user_manual_rus.DD2617926DCE4CAA914E766CF62CD629.pdf)

9. JSN-SR04T-2.0. 20-600 cm Ultrasonic Waterproof Range Finder / Интернет-ресурс. URL: <https://www.jahankitshop.com/getattach.aspx?id=4635&Type=Product>

10. Sharp GP2Y0A21YK0F / Sharp. URL: [https://global.sharp/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0a21yk\\_e.pdf](https://global.sharp/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0a21yk_e.pdf)

11. Nagoev Z.V. *Intellektika, ili Myshleniye v zhivyykh i iskusstvennykh sistemakh* [Intelligence, or thinking in living and artificial systems]. Nal'chik: Izdatel'stvo KBNTS RAN. 2013. 213 p. [\(In Russian\)](#)

12. Nagoev Z.V., Bzhikhatlov K.Ch., Pshenokova I.A. et al. Autonomous synthesis of spatial ontologies in the decision-making system of a mobile robot based on the self-organization of a multi-agent neurocognitive architecture. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2020. No. 6 (98). Pp. 68–79. DOI: 10.35330/1991-6639-2020-6-98-68-79. [\(In Russian\)](#)

13. Nagoev Z., Pshenokova I., Nagoeva O. et al. Learning algorithm for an intelligent decision making system based on multi-agent neurocognitive architectures. *Cognitive Systems Research*. 2021. Vol. 66. Pp. 82–188. ISSN 1389-0417. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2020.10.015>.

14. Nagoev Z.V. Multi-agent existential mappings and functions. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2013. No. 4 (54). Pp. 198–208. [\(In Russian\)](#)

### **Сведения об авторах**

**Ксалов Арсен Мухарбиевич**, науч. сотр. отдела «Компьютерная лингвистика», Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

[arsenksal@gmail.com](mailto:arsenksal@gmail.com)

**Бжихатлов Кантемир Чамалович**, канд. физ.-мат. наук, зав. лаб. «Нейрокогнитивные автономные интеллектуальные системы», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360002, Россия, Нальчик, ул. Балкарова, 2;

[haosit13@mail.ru](mailto:haosit13@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0924-0193>

**Пшенокова Инна Ауесовна**, канд. физ.-мат. наук, зав. лаб. «Интеллектуальные среды обитания», Институт информатики и проблем регионального управления – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

[pshenokova\\_inna@mail.ru](mailto:pshenokova_inna@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3394-7682>

**Заммиев Аслан Узеирович**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр. лаборатории «Нейрокогнитивные автономные интеллектуальные системы», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360002, Россия, Нальчик, ул. Балкарова, 2;

[zammoev@mail.ru](mailto:zammoev@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7966-3557>