

УДК 004.5

**Многоагентная система беспилотных аппаратов  
на основе коллективного интеллекта**

Миронов Д. Н.<sup>1</sup>, Рудов В. А.<sup>1</sup>, Гончаренко В. П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

Беспилотные аппараты (роботы) используются во многих сферах жизнедеятельности человека: науке, промышленности и т.д. В первую очередь роботы применяются там, где существует угроза здоровью человека: в зонах радиоактивного и химического загрязнения, в условиях боевых действий, при проведении подводных или космических работ. В одиночку, даже обладающий расширенным функционалом, робот не в состоянии эффективно решать глобальные задачи. Для таких задач применяются группы роботов (многоагентные системы) [1, 2].

Главной особенностью группы роботов (стаи) является управление роботами как единой системой. Каждый робот в системе взаимодействует с остальной группой и передает сигналы управления, которые простоты и понятны остальным особям стаи. Суть работы такой системы заключается в работе сообща, что делает возможным выполнение практически любых задач, которые не представляются возможными для одиночных роботов.

Такие системы эффективно работают на больших площадях, где каждая особь стаи действует на заданном участке и выполняет конкретную простую задачу. Групповая робототехника берет за основу роевое поведение насекомых: каждый член роя собирает информацию об окружающей среде и поведении других членов, которая влияет на его

дальнейшие действия и всей группы в целом для оптимального выполнения конечной задачи [3, 4].

Создание многоагентной системы позволяет уменьшить размер и стоимость робота, поломка или уничтожение одного или нескольких роботов не приведет к срыву задачи в связи с большим количеством особей и взаимозаменяемостью [5].



Рисунок 1 – Группы роботов

В настоящее время белорусский рынок робототехники не может похвастаться разработкой миниатюрных роевых роботов. Поэтому разработка алгоритмов управления и особей стаи является актуальной проблемой для белорусской робототехники.

Научный коллектив Белорусского национального технического университета разработал – особь многоагентной системы.

Для этой цели был осуществлен сбор и анализ существующих алгоритмов и роботов действующих в составе групп ведущих мировых производителей в этой области (рис.1) [1, 2, 3, 4, 5].

Проанализированы достоинства и недостатки алгоритмов управления и взаимодействия между собой, конструкций мехатронных систем.

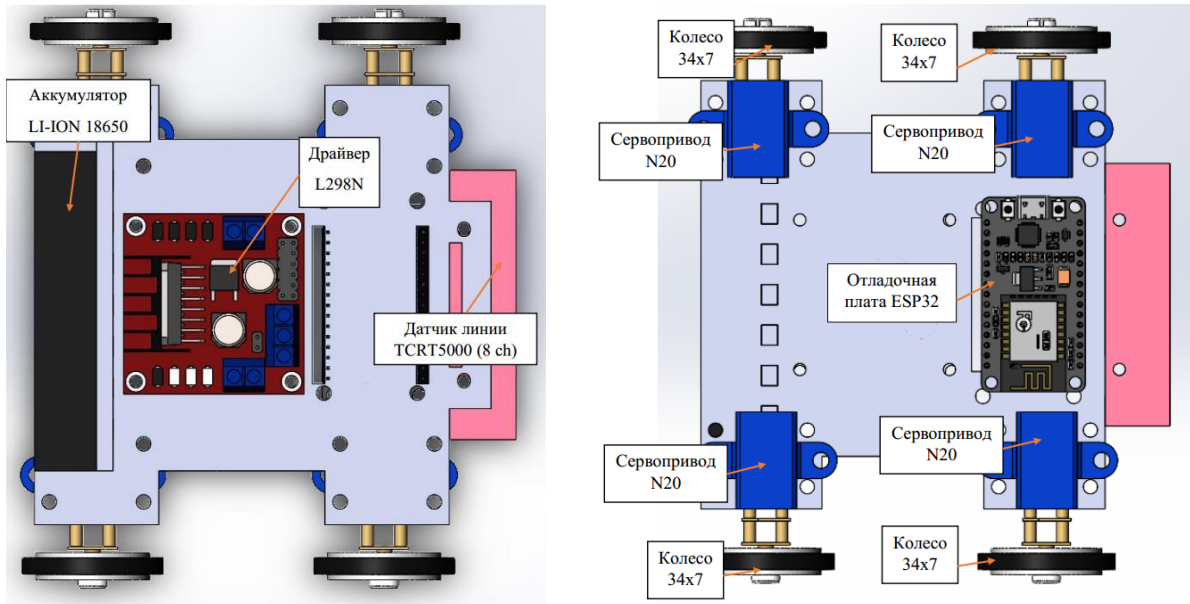


Рисунок 2 – 3D модель базы и размещение на ней элементов

С помощью современных электронных пакетов разработана 3-D модель мобильной базы особи, подобраны и размещены элементы систем взаимодействия и управления (рис. 2).

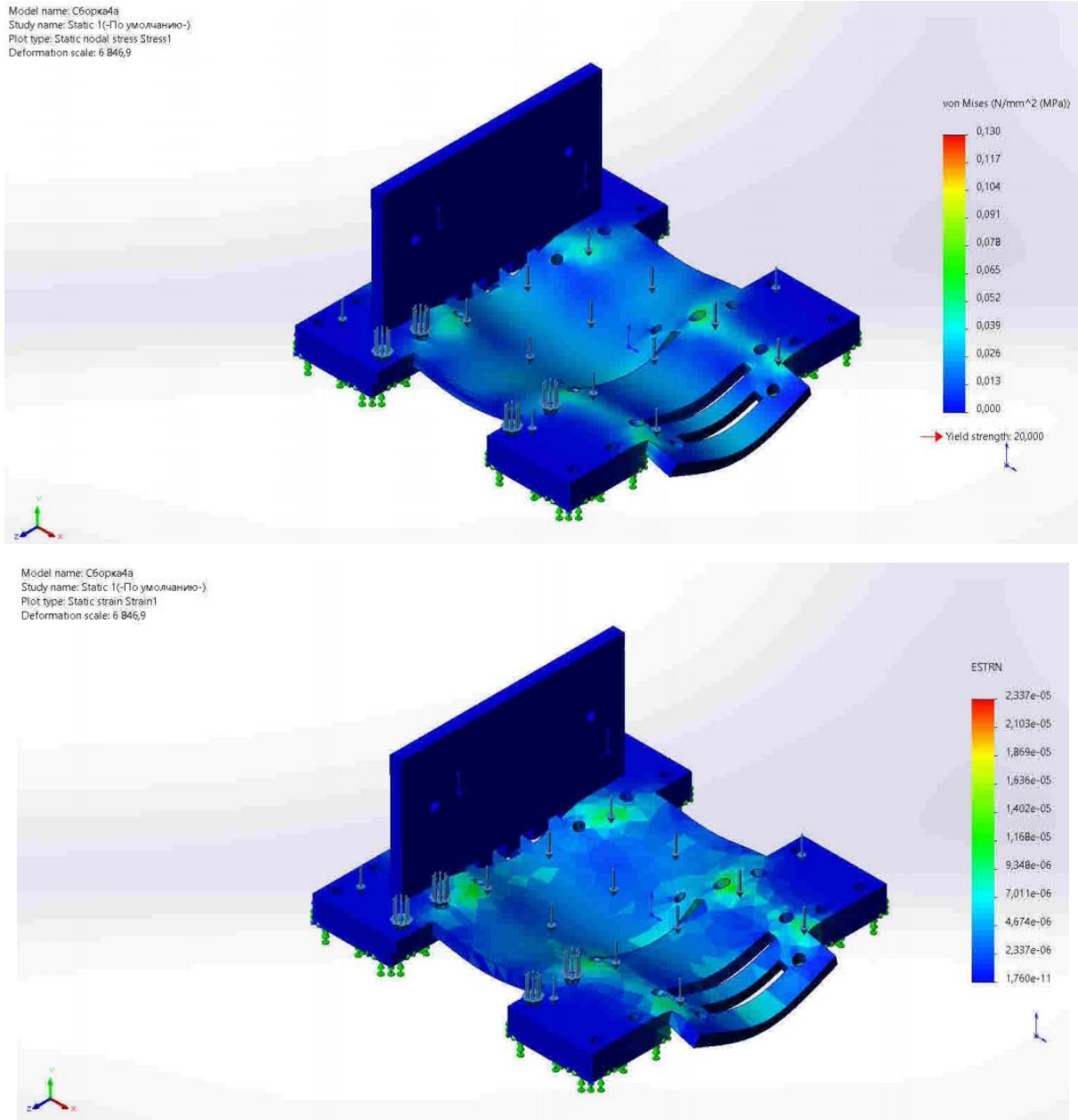


Рисунок 3 – Исследование элементов конструкции

Разработанные элементы базы исследованы на возможные деформации и напряжения (рис. 3). По результатам исследования рассчитаны и подобраны материалы и размеры элементов.

Разработаны структурная и электрическая схемы (рис. 4), осуществлен аналитико-экономический подбор компонентов, разработаны алгоритмы принятия решения и управления (рис. 5).

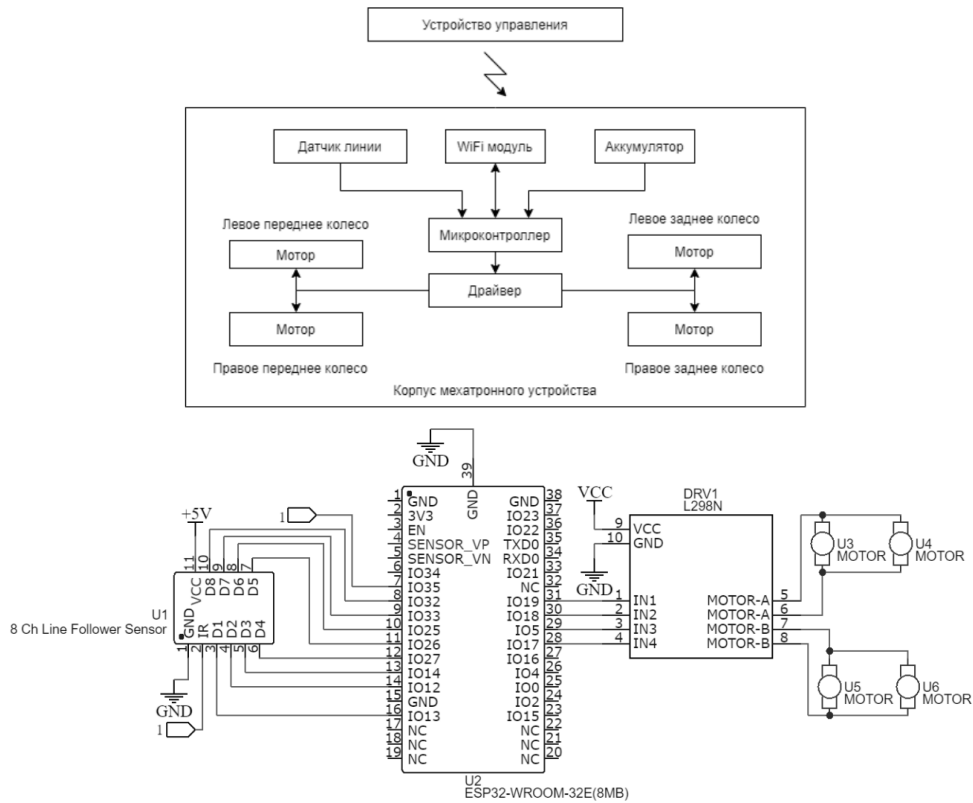


Рисунок 4 – Структурная и электрическая схемы

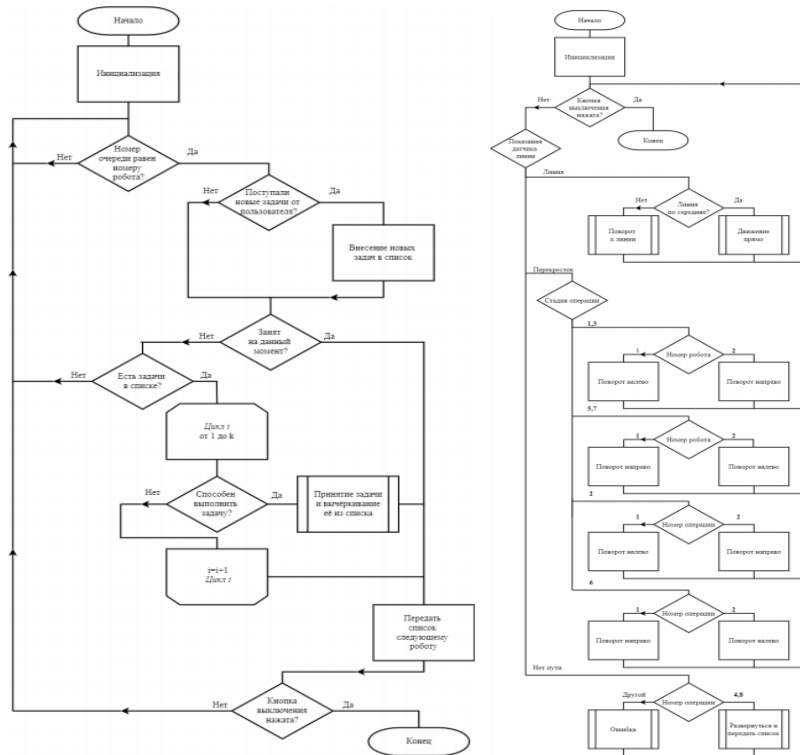


Рисунок 5 – Алгоритмы принятия решения и управления

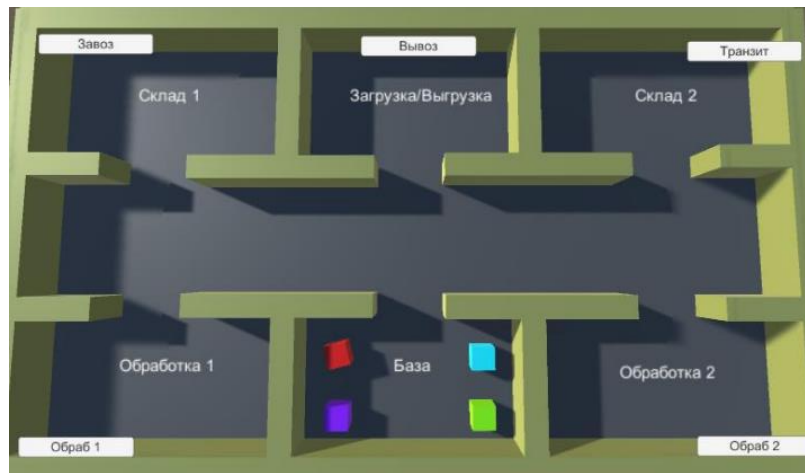


Рисунок 6 – Логистическая модель для эмпирических исследований

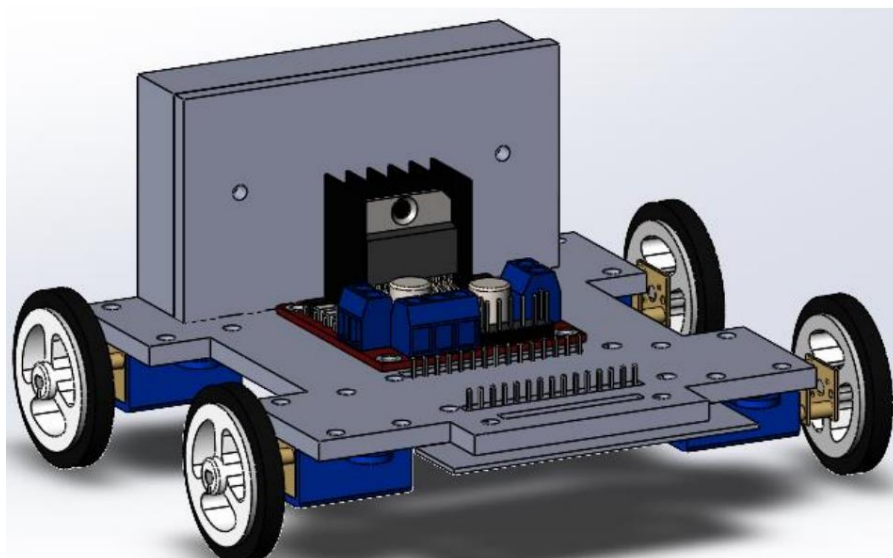


Рисунок 7 – Разработанная мехатронная особь

Разработанные алгоритмы и модели прошли эмпирические испытания на логистической модели склада (рис. 6), после которых конструкция модели была доработана, а алгоритмы принятия решения и управления оптимизированы.

Осуществлено технико-экономическое обоснование разработанной особи мехатронного устройства (рис. 7), в результате которого получен радар конкурентоспособности (рис. 8). Использование разработанной модели позволит сократить расходы при актуальных технических характеристиках.

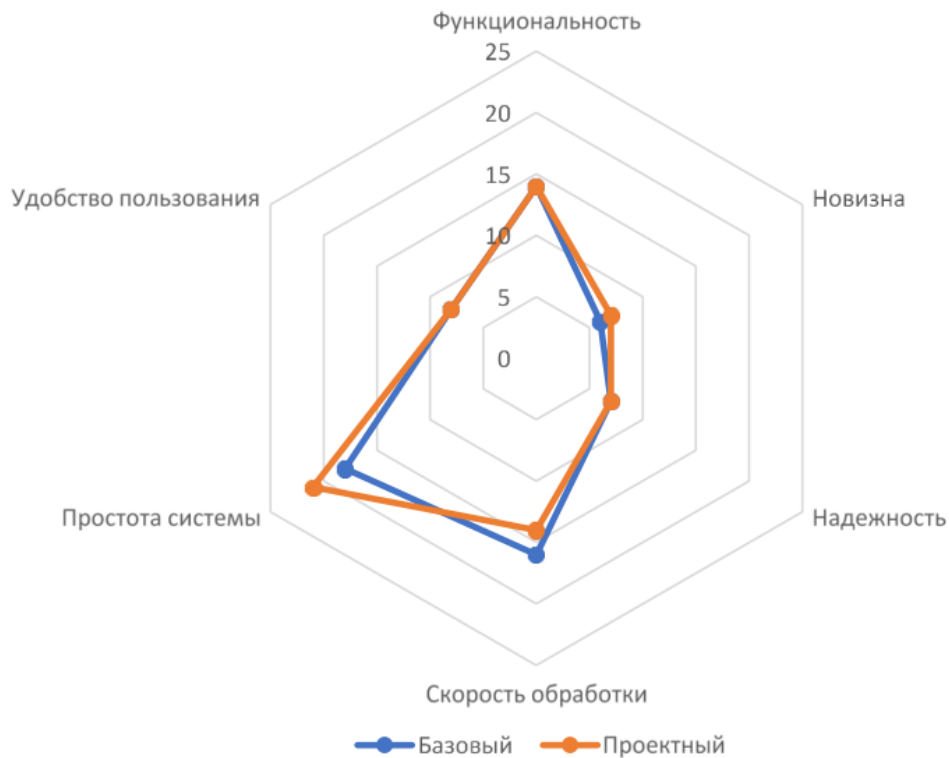


Рисунок 8 – Радар конкурентоспособности

На базе разработанной пары особей может быть налажен промышленный выпуск отечественных мехатронных систем состоящих из большого количества ее единиц, способных решать коллективно практически любую задачу в зависимости от размещаемом на них оборудовании. Рассматриваемые в работе мехатронные устройства по своим характеристикам не уступают зарубежным аналогам, а по себестоимости дешевле. Мехатронная особь может быть использована для продажи на территории Республики Беларусь и за ее рубежом в логистической, образовательной, военной и исследовательской сферах.

### Литература

1. Представление в многоагентные системы, Michael Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems, John Wiley & Sons Ltd, 2002, paperback, 366 pages, ISBN 0-471-49691-X.



2. Коллективы интеллектуальных роботов. Сферы применения / под ред. В.И. Сырямкина. – Томск: СТТ, 2018. – 140 с. (Серия: “Интеллектуальные технические системы” (подсерия: “Когнитивная робототехника”)).

3. Самоорганизующийся рой Kilobots [Электронный ресурс] – Электронные данные – <https://kilobotics.com>.

4. Автономные роботизированные лодки MIT [Электронный ресурс] – Электронные данные – [https://iot.ru/transportnaya-telematika/avtonomnye-robotizirovannye-lodki-mitsozdadut-mosty-po-trebovaniyu?sphrase\\_id=366051](https://iot.ru/transportnaya-telematika/avtonomnye-robotizirovannye-lodki-mitsozdadut-mosty-po-trebovaniyu?sphrase_id=366051).

5. Складские роботы Amazon Robotics [Электронный ресурс] – Электронные данные – <http://robotforum.ru/novosti-technologij/skladskie-robotyi-amazon-spravlyayutsya-srabotoj-v-4-raza-byistree-lyudej-video.html>.

6. Рой роботов Swarmanoid [Электронный ресурс] – Электронные данные – <https://www.swarm-bots.org/index.php@main=1.html>.