

УДК 004.89

DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-179-192

EDN: RZZICI

Научная статья

## Алгоритм нейрокогнитивного обучения мультиагентной системы эволюционного моделирования экспрессии генов по данным ПЦР-анализа растений

З. В. Нагоев, М. И. Анчёков, Ж. Х. Курашев, А. А. Хамов

Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук  
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

**Аннотация.** Работа нацелена на создание методологии применения систем общего искусственного интеллекта для управления процессом создания новых гибридов растений с заданным набором хозяйственно полезных признаков. Разработаны основные принципы создания имитационных моделей растений на основе мультиагентного моделирования на базе укрупненных условных агентов-клеток, синтез поведения которых выполняется управляющей нейрокогнитивной архитектурой. Разработаны основные принципы создания системы автоматического сбора данных для эволюционного машинного обучения интеллектуальных экспертных систем селекции и семеноводства на основе роботизированного цифрового фенотипирования и генетических данных. Разработан алгоритм обучения децентрализованной системы управления ростом и развитием имитационных моделей растений на основе идентификации фенотипических характеристик процессов роста и развития, детерминированных экспрессией генов растения.

**Ключевые слова:** общий искусственный интеллект, мультиагентные системы, нейрокогнитивные архитектуры, селекция растений, экспрессия генов, машинное обучение, цифровое фенотипирование

Поступила 04.12.2023, одобрена после рецензирования 08.12.2023, принята к публикации 10.12.2023

**Для цитирования.** Нагоев З. В., Анчёков М. И., Курашев Ж. Х., Хамов А. А. Алгоритм нейрокогнитивного обучения мультиагентной системы эволюционного моделирования экспрессии генов по данным ПЦР-анализа растений // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 6(116). С. 179–192. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-179-192

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анчёков М. И., Боготова З. И., Пишенокова И. А. и др. Коллаборативная селекционная система на основе консорциума гетерогенных интеллектуальных агентов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 5(109). С. 25–37. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-5-109-25-37.
2. Анчёков М. И., Бжыхатлов К. Ч., Нагоев З. В. и др. Онтоэписоциофилогенетическое развитие систем общего искусственного интеллекта на основе мультиагентных нейрокогнитивных архитектур // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 6(110). С. 61–75. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-61-75.
3. Анчёков М. И., Апишев А. З., Бжыхатлов К. Ч. и др. Формальная модель генома агента общего искусственного интеллекта на основе мультиагентных нейрокогнитивных архитектур // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 5(115). С. 11–24.
4. Doursat R. Organically grown architectures: Creating decentralized, autonomous systems by embryomorphic engineering. Organic Computing. Ed. R.P. Würtz, Springer-Verlag. 2008. Pp. 167–

200.

5. *Fedor A., Zachar I., Szilágyi A. et al.* Cognitive Architecture with Evolutionary Dynamics Solves Insight Problem // *Front. Psychol.* 2017. Vol. 8.

6. *Werfel J., Nagpal R.* Extended stigmergy in collective construction // *IEEE Intelligent Systems.* 2006. No. 21(2). Pp. 20–28.

7. *Jinek M., Chilynksi K., Fonfara I. et al.* A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity // *Science.* 2012. Vol. 337. No. 6069. Pp. 816–821. DOI: 10.1126/science.1225829.

8. *Нагоев З. В.* Интеллектика, или Мышление в живых и искусственных системах. Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2013. 232 с.

9. *Анчёков М.И., Бжухатлов К.Ч., Леушенов А.М.* Высокопроизводительные системы фенотипирования сельскохозяйственных культур // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН.* 2022. № 5(109). С. 19–24.

10. *Нагоев З. В., Нагоева О. В.* Обоснование символов и мультиагентные нейрокогнитивные модели семантики естественного языка. Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2022. 150 с.

### **Информация об авторах**

**Нагоев Залимхан Вячеславович**, канд. техн. наук, генеральный директор Кабардино-Балкарского научного центра РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а; zaliman@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9549-1823>

**Анчёков Мурат Инусович**, науч. сотр. лаборатории «Молекулярная селекция и биотехнология», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;  
murat.antchok@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8977-797X>

**Курашев Жираслан Хаутиевич**, зав. лабораторией «Молекулярная селекция и биотехнология», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9442-6122>

**Хамов Анзор Азаматгериевич**, мл. науч. сотр. лаборатории «Молекулярная селекция и биотехнология», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;  
orpitnoe2014@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3269-4572>