

**Искусственный интеллект в космических технологиях: текущая ситуация,
задачи, перспективы**
Ромашкина Н.П.¹⁴²

Аннотация. В статье представлен анализ применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в космической сфере, в том числе, в системах управления искусственных спутников Земли (ИСЗ) и многоспутниковых группировок. Приведены ключевые факторы целесообразности применения и основные направления использования ИИ в космической индустрии. Выявлены перспективные технологии ИИ в космических робототехнических средствах, исследовании дальнего космоса, контроле, диагностике и управлении техническим состоянием спутников, управлении многоспутниковой группировкой, обработке спутниковых изображений. Сформулированы задачи, связанные с влиянием состояния космической группировки на уровень стратегической стабильности, национальной и международной безопасности, а также с ролью ИИ в развитии космических технологий. Выработаны предложения по расширению потенциала использования ИИ в освоении ближнего космоса, околоземной орбиты для обеспечения экономического, научно-технологического развития и безопасности России.

Ключевые слова: космическая индустрия, искусственный спутник Земли (ИСЗ), искусственный интеллект, орбитальная группировка, спутниковая система управления, многоспутниковая группировка, космический потенциал России

Введение

Искусственный интеллект (ИИ), как одно из направлений ускоренно развивающихся технологий, активно используется в космической сфере. При этом уровень развития космических технологий является на современном этапе важнейшим показателем статуса и глобального влияния государства [1-3]. Наряду с несомненными позитивными возможностями ИИ лавинообразно растут риски и угрозы: военные и невоенные методы применения ИИ преступниками, террористами и государственными акторами, могут привести к серьезным вызовам стратегической стабильности, глобальному миру и безопасности [4-7]. Отсутствие отлаженного международного механизма отслеживания, управления и контроля над технологиями ИИ может привести к возникновению новых конфликтов по всему миру. Поэтому тема создания на базе ООН органа, который мог бы разработать глобальные стандарты по регулированию сферы ИИ, стала одной из важнейших в 2023–2024 гг. Лидирующую роль в вопросах регулирования применения ИИ должен играть Совет Безопасности ООН.

Области применения ИИ в космической индустрии

Технологии ИИ в космической области к настоящему времени приобретают статус стратегических. Объем инвестиций в создание и развитие технологий ИИ со стороны ведущих мировых ИТ-компаний исчисляется миллиардами долларов. Согласно прогнозу аналитической компании *Tractica*, к 2025 г. мировой доход рынка от программного обеспечения для ИИ достигнет \$126,0 млрд.¹⁴³

Основные факторы, определяющие целесообразность применения ИИ в космической индустрии:

¹⁴² Ромашкина Наталия Петровна, кандидат политических наук, профессор, ЦМБ ИМЭМО РАН, Москва, Romachkinan@yandex.ru

¹⁴³ Artificial Intelligence Software Market to Reach \$126.0 Billion in Annual Worldwide Revenue by 2025, According to Tractica // <https://www.businesswire.com/news/home/20200106005317/en/Artificial-Intelligence-Software-Market-to-Reach-126.0-Billion-in-Annual-Worldwide-Revenue-by-2025-According-to-Tractica>.

- решение прикладных задач освоения Вселенной с более высоким выходным качеством и оперативностью при необходимых вычислительных и других ресурсах;
- обеспечение более высокого уровня автономности КА и (или) орбитальной группировки, в том числе, в условиях существенной априорной неопределенности условий их функционирования, без ущерба эффективности их целевого применения [8].

Основные направления применения ИИ в космической индустрии:

- робототехнические средства (РБС) (начиная со стадии производства КА);
- исследование дальнего космоса и реализация дальних космических миссий;
- контроль, диагностика и управление техническим состоянием КА;
- бортовая обработка целевой информации;
- тематическая обработка спутниковых изображений;
- управление многоспутниковыми орбитальными группировками;
- интеллектуальные системы поддержки проектных решений;
- обработка больших массивов разнородной спутниковой информации.

Основные направления применения РБС:

- орбитальное обслуживание КА (ремонт, заправка, сборка, увод с орбиты);
- космические зонды;
- линии сборки, обеспечивающие массовое серийное производство КА нового поколения для создания многоспутниковых систем;
- автономное выполнение опасных работ [9].

Кроме того, в последние десятилетия наблюдается тенденция коммерциализации космоса, в том числе, планы массовых туров за пределы Земли. Именно применение ИИ уже стало катализатором для запуска наиболее амбициозных проектов по изучению внеземного пространства, поэтому преимущества ИИ будут ускоренно совершенствоваться и использоваться в космической индустрии [10, 11].

ИИ для спутниковых систем

ИИ успешно внедряется для улучшения функционирования спутниковых систем:

- бортовые системы контроля, диагностики и управления техническим состоянием ИСЗ, в том числе, с целью существенного повышения уровня автономности КА (в перспективе – интеллектуальные системы для прогнозирования изменения состояния во времени с расширением функций адаптивности и самообучаемости);
- сенсоры и механизмы для отслеживания положения ИСЗ и его корректировки, для изучения структуры других КА, планет и космического мусора с целью прогнозирования риска столкновения;
- системы обеспечения кибербезопасности и мониторинга работоспособности;
- динамические экспертные системы, способные по результатам измерения и обработки различных параметров бортовых систем осуществлять управление их техническим состоянием;
- механизмы для поддержания стабильной связи путем постоянного измерения параметров на борту ИСЗ для передачи данных на Землю или на другие ИСЗ с целью определения оптимального пути сообщения и эффективного распределения ресурсов КА;
- устройства тематической обработки спутниковых изображений (использование ИИ непосредственно на борту ИСЗ уменьшают необходимость коммуникации между наземными и космическими станциями);
- системы оповещения о катаклизмах путем расчета вероятности явлений, прогноза вариантов развития и последствий;
- системы навигации и обработки данных;

- системы мониторинга и управления спутниками с наземных станций с целью повышения эффективности оператора при принятии оперативных решений и выборе корректирующих мер [12, 13].

Ускоренное развитие многоспутниковых низкоорбитальных космических систем с использованием малых КА привело к необходимости разработки новых подходов к их управлению, в том числе, ориентированных на повышение автономности решения задач, позволяющих упростить наземную инфраструктуру управления орбитальной группировкой и повысить живучесть системы в целом.

Выводы

Представленный анализ позволяет сделать вывод о важной роли ИИ в развитии современных космических технологий и их влиянии на уровень стратегической стабильности, национальной и международной безопасности.

Для обеспечения экономического и научно-технологического развития и безопасности России целесообразно использовать технологии ИИ в следующих направлениях:

- расширение потенциала использования ближнего космоса, околоземной орбиты на основе российских и совместных международных разработок;
- обеспечение безопасности КА;
- увеличение количественного и качественного потенциала спутниковой группировки, создания и эксплуатации многоспутниковых группировок РФ;
- обеспечение безопасной космической обстановки;
- ключевые космические сервисы для решения задач в области экологии и климата, экономического и технологического развития территорий, расширения транспортно-логистических коридоров, в том числе Северного морского пути;
- космические услуги для развития перспективных секторов экономики (робототехника, экономика данных, беспилотный транспорт и др.);
- отражение возможного нападения противника с применением КА, недопущения завоевания им превосходства в стратегической космической зоне;
- разработка инновационного национального российского проекта в области спутниковых технологий с привлечением внебюджетных средств;
- решение задач, поставленных Президентом РФ В.В. Путиным на Совещании по вопросам развития космической отрасли от 26 октября 2023 г.¹⁴⁴;
- налаживать серийное производство КА;
- снижать стоимость доставки КА на околоземную орбиту, создавать инфраструктуру для массовых запусков ИСЗ, включая малые КА, и обеспечить доступ к ней для частных технологических компаний;
- развивать экспорт российских космических продуктов и услуг;
- расширять международное сотрудничество в сфере ИИ, в первую очередь, в рамках СНГ, ЕвразЭС, ШОС, БРИКС и ОДКБ.

Литература

1. Ромашкина Н.П. Космос как часть глобального информационного пространства в период военных действий // *Вопросы кибербезопасности*. 2022. № 6 (52). С. 100-111. DOI 10.21681/2311-3456-2022-6-100-111.

2. Ромашкина Н.П. Спутниковые информационные технологии в период кризиса и военных операций: состояние, проблемы, перспективы // *Международная жизнь*. 2024. № 4. С. 96-107.

¹⁴⁴ Совещание по вопросам развития космической отрасли // <http://www.kremlin.ru/events/president/news/72606>.

3. *Digital Transformation and the Futures of Civic Space to 2030, Development Policy Paper, OECD Publishing, Paris.* // <https://www.oecd.org/dac/Digital-Transformation-and-the-Futures-of-Civic-Space-to-2030.pdf>.

4. Ромашикина Н.П., Марков А.С., Стефанович Д.В. *Международная безопасность, стратегическая стабильность и информационные технологии / отв. ред. А.В. Загорский, Н.П. Ромашикина.* – М.: ИМЭМО РАН, 2020. – 98 с. DOI: 10.20542/978-5-9535-0581-9. // <https://www.imemo.ru/publications/info/romashkina-np-markov-as-stefanovich-dv-mezhdunarodnaya-bezopasnosty-strategicheskaya-stabilynosty-i-informatsionnie-tehnologii-otv-red-av-zagorskiy-np-romashkina-m-imemo-ran-2020-98-s>.

5. Марков А.С., Ромашикина Н.П. *Проблема выявления источника (атрибуции) кибератак – фактор международной безопасности // Мировая экономика и международные отношения.* 2022. т. 66, № 12. С. 58-68, DOI: 10.20542/0131-2227-2022-66-12-58-68.

6. Марков А.С., Шеремет И.А. *Безопасность программного обеспечения в контексте стратегической стабильности // Вестник академии военных наук.* 2019. № 2 (67). С. 82–90.

7. Ромашикина Н.П., Марков А.С., Стефанович Д.В. *Information Technologies and International Security : [electronic resource]. – Moscow : ИМЭМО, 2023. – 111 p. – ISBN 978-5-9535-0613-7. – DOI 10.20542/978-5-9535-0613-7. – URL: https://www.imemo.ru/publications/info/information-technologies-and-international-security.*

8. Ромашикина Н.П. *Спутниковые системы управления с применением искусственного интеллекта // Вопросы кибербезопасности.* 2023. № 6 (58). С. 128-137. DOI 10.21681/2311-3456-2023-6-128-137.

9. *Искусственный интеллект в космической технике: состояние, перспективы развития // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы.* 2019. Том 6, выпуск 1. С. 65–75. DOI 10.30894/issn2409-0239.2019.6.1.65.75.

10. Bassel Al Homssi*, Kosta Dakic, Ke Wang, Tansu Alpcan, Ben Allen, Russell Boyce, Sithamparanathan Kandeepan, Akram Al-Hourani, and Walid Saad. *Artificial Intelligence Techniques for Next-Generation Massive Satellite Networks // IEEE COMMUNICATION MAGAZINE, VOL. X, NO. X, MAY 2022.*

11. Ромашикина Н.П. *Искусственный интеллект в космической индустрии: состояние, проблемы, перспективы // Искусственный Интеллект. Теория и практика.* 2024. № 2. С. 23-34.

12. Пантенков Д. Г., Гусаков Н. В., Ломакин А. А. *Обзор современного состояния орбитальных группировок космических аппаратов дистанционного зондирования Земли и космических ретрансляторов. Обзорная статья // Изв. вузов. Электроника.* 2022. Т. 27. № 1. С. 120–149. DOI <https://doi.org/10.24151/1561-5405-2022-27-1-120-149>.

13. Ромашикина Н.П. *Космос как сфера конфронтации: спутники США в новых реалиях // Информационные войны.* 2023. № 2 (66). С. 16-24.

14. Wynbrandt J. *The Space Sector's Digital Launch: New Emphasis on Cutting-Edge Technologies Is Transforming Aerospace, 2020.* // <https://www.nasdaq.com/articles/the-space-sectors-digital-launch%3A-a-new-emphasis-on-cutting-edge-technologies-is>.

Artificial Intelligence in Space Technologies: Current Situation, Tasks, Prospects
Romashkina N.P.¹⁴⁵

Abstract. The article presents an analysis of the use of artificial intelligence (AI) technologies in the outer space sector, including in control systems of artificial Earth satellites and multi-satellite constellations. The article presents the key factors that determine the feasibility of AI use, as well as the main directions of its use in the space industry. The article identifies promising AI technologies in space robotics, deep space exploration, monitoring, diagnostics and management of the technical condition of satellites, management of a multi-satellite constellation, and processing of satellite images. The author poses the problems of the influence of the state of the satellite constellation on the level of strategic stability, national and international security, the importance of AI for the development of space technologies. Proposals have been developed to expand the potential of AI using in the exploration of near space, near-Earth orbit to ensure the economic, scientific and technological development and security of Russia.

Keywords: space industry, artificial Earth satellite, artificial intelligence, orbital group, satellite control system, multi-satellite group, space potential of Russia

¹⁴⁵ Natalia Romashkina, Ph.D., Professor, Primakov National Research Institute of World Economy and International Relations, Russian Academy of Sciences, Moscow, Romachkinan@yandex.ru