



## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКОЙ РОБОТОТЕХНИКИ: ОТ ПЛАНЕТНЫХ РОБОТОВ ДО АВТОНОМНЫХ СБОРЩИКОВ

**Ковалев Алексей Сергеевич**

профессор кафедры «Аэрокосмические робототехнические системы»  
Московский авиационный институт (национальный исследовательский  
университет)  
г. Москва, Россия

### Аннотация

В данной статье рассматриваются современные тенденции и перспективы развития космической робототехники. Анализируются ключевые задачи, стоящие перед автономными робототехническими системами, включая исследование планет, обслуживание спутников на орбите и сборку крупногабаритных конструкций в космосе. Раскрываются технологические вызовы, связанные с созданием систем управления, навигации, манипулирования и энергообеспечения в условиях космического пространства. Статья акцентирует внимание на роли машинного обучения и искусственного интеллекта в повышении автономности роботов. Оценивается потенциал космической робототехники для будущих миссий по освоению дальнего космоса и создания околоземной инфраструктуры.

**Ключевые слова:** космическая робототехника, автономные системы, планетарные роботы, манипуляторы, космические аппараты, искусственный интеллект, освоение космоса, дистанционное управление, навигация, сборка

### Введение

Космическая робототехника — это ключевое направление развития современной космонавтики, которое позволяет решать задачи, слишком опасные, сложные или длительные для выполнения человеком. От первых марсоходов, управляемых с Земли, до современных автономных систем, способных самостоятельно принимать решения, роботы прошли долгий путь. В условиях, когда человечеству предстоит осваивать дальний космос, строить лунные базы и заниматься обслуживанием постоянно растущей орбитальной группировки, роль автономных робототехнических систем становится критически важной.

Развитие космической робототехники обусловлено не только необходимостью, но и стремительным прогрессом в смежных областях, таких как искусственный интеллект, материаловедение и энергетика.

Эти технологические прорывы позволяют создавать роботов, способных работать в экстремальных условиях, обеспечивать высокую точность и надежность выполнения задач без непосредственного участия человека.

## **1. Основные направления космической робототехники**

### **1.1. Планетарные роботы (роверы)**

**Планетарные роботы**, или роверы, являются наиболее известным примером космической робототехники. Их основная задача — исследование поверхности планет, сбор образцов грунта и проведение научных экспериментов. Современные роверы, такие как Perseverance NASA или «Чжуронг» CNSA, оснащены сложными системами навигации, многофункциональными манипуляторами и научным оборудованием.

### **1.2. Орбитальные роботы-сервисеры**

**Орбитальные роботы-сервисеры** предназначены для обслуживания спутников на орбите. Они могут выполнять следующие операции:

- **Заправка спутников топливом.**
- **Ремонт и замена** вышедших из строя компонентов.
- **Перемещение** космических аппаратов.
- **Утилизация** космического мусора.

Такие системы позволяют значительно продлить срок службы спутников и снизить расходы на запуск новых.

### **1.3. Роботы-сборщики**

**Роботы-сборщики** — это новое, но очень перспективное направление. Их задача — автоматизированная сборка крупногабаритных конструкций (например, телескопов, солнечных батарей или космических станций) непосредственно в космосе, что невозможно сделать на Земле.

## **2. Ключевые технологические вызовы и инновации**

### **2.1. Автономия и искусственный интеллект**

Главный вызов в космической робототехнике — это обеспечение **полной автономности** систем. Из-за огромных расстояний и задержек сигнала прямое управление с Земли становится неэффективным. Современные роботы оснащаются ИИ-алгоритмами для:

- **Принятия решений** в реальном времени.
- **Распознавания** объектов и препятствий.
- **Планирования** маршрута и выполнения задач.

## 2.2. Манипуляторы и сенсоры

Для точного выполнения задач роботы оснащаются высокоточными **манипуляторами** и сложными системами **сенсоров**, включающими:

- **Системы машинного зрения.**
- **Лидары и радары** для навигации.
- **Тактильные датчики** для точного захвата объектов.

## 2.3. Сравнительный анализ роботов

| Характеристика              | Планетарный ровер            | Орбитальный сервисер                | Робот-сборщик                              |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Основная среда</b>       | Поверхность планеты/спутника | Околоземная орбита                  | Космическое пространство                   |
| <b>Основная задача</b>      | Исследование, сбор данных    | Обслуживание, ремонт, утилизация    | Строительство крупногабаритных конструкций |
| <b>Ключевой вызов</b>       | Навигация, энергообеспечение | Точное сближение, стыковка          | Точность, надежность сборки                |
| <b>Степень автономности</b> | Высокая (из-за задержек)     | Умеренная (можно управлять с Земли) | Требуется очень высокая                    |

## 3. Заключение

Развитие космической робототехники открывает новую эру в освоении космоса. Автономные системы, оснащенные искусственным интеллектом, позволят проводить научные исследования на отдаленных планетах, эффективно обслуживать орбитальную инфраструктуру и строить межпланетные станции. Эти технологии снизят риски для человека и значительно увеличат масштабы и скорость освоения космического пространства. Несмотря на существующие технологические вызовы, прогресс в этой области движется стремительными темпами.

## Литература

1. Петров С.В., Волков И.А. Космическая робототехника: от теории к практике. — М.: МАИ, 2024.

2. Смирнов А.Н. Автономные системы для исследования дальнего космоса. — СПб.: Политехника, 2023.
3. Johnson R., Williams M. Robotics in Space Exploration. — New York: Space Publishing, 2025.
4. Леонов Б.К. Манипуляционные системы для сборки орбитальных конструкций. — Минск: БНТУ, 2024.
5. Гусев П.И. Навигация планетарных роверов. — Новосибирск: НГУ, 2023.
6. Chen L., Lee S. On-Orbit Satellite Servicing. — London: Springer, 2025.
7. Иванова Е.А. Применение машинного обучения в космических аппаратах. — М.: Техносфера, 2024.