

УДК 656.073.7

## К вопросу применения машинного зрения для снижения ударных нагрузок при железнодорожных транспортировках ракетно-космической техники

Матвеев Виталий Александрович

matveyev@inbox.ru

Осадчук Марина Александровна<sup>(\*)</sup>

marina.osadchuk.2001@mail.ru

Широков Сергей Витальевич

shirokov.sv@samspace.ru

АО «Ракетно-космический центр «Прогресс», Самара, Россия

**Аннотация.** Проведен анализ применения технологий машинного зрения для уменьшения величины ударных нагрузок на изделия ракетно-космической техники (РКТ) при транспортировании по железной дороге за счет оптимизации скоростного режима движения. Рассмотрены принципы действия, методики применения, недостатки и ограничения технологии применительно к ракетно-космической промышленности, сформулированы критерии выбора аппаратной части для частного случая перевозки по территории космодрома.

**Ключевые слова:** ракетно-космическая техника, транспортирование, железная дорога, машинное зрение, ударные воздействия, вибрация

**Введение.** В ракетно-космической промышленности наземная транспортировка РКТ часто производится по железной дороге. Во время проезда составом рельсовых стыков, стрелочных переводов, пересечений железнодорожных линий на груз передаются существенные динамические нагрузки [1], которые могут приводить к повреждениям груза. Рассмотрена возможность применения технологий машинного зрения для минимизации ударных воздействий на перевозимую ракетно-космическую технику за счет оптимизации скорости движения ж/д эшелона.

**Материалы и методы; результаты.** Различные изделия РКТ перевозятся ж/д транспортом (блоки РН, КА бортовая аппаратура КА и РН) как внутри космодрома, так и с завода изготовителя на космодром.

В настоящее время машинное зрение начинает широко применяться в транспортной индустрии. Появляются новые системы для беспилотного управления ж/д агрегатами. На локомотив (ж/д агрегат) устанавливаются камеры и лидары [2], которые в совокупности с системой автоматизации позволяют обеспечивать управление движением.

С целью повышения качества транспортировки РКТ целесообразно в системе беспилотного управления ж/д агрегатом предусматривать средства оптимизации скоростного режима с учетом распознавания мест, при проезде которых возникают максимальные ударные воздействия.

Детально рассмотрен частный вариант внутрикосмодромной транспортировки. Проведен анализ метода, предполагающего установку системы, регистрирующей механические ударные воздействия в привязке к географиче-

ским координатам [3]. На основании существующих статистических материалов по перевозкам на космодроме Байконур рассмотрены исходные условия для формирования модели для определения оптимальных технических характеристик систем машинного зрения (камеры, лидары): заданные перегрузки, скорость движения, конструктивное исполнение (характеристики перевозимых объектов и транспорта), типовые препятствия, вызывающие пики перегрузок, существующие погодные условия [4]. Сформулирована задача для создания алгоритма работы систем оптимизации движения ж/д транспорта. Определены критерии для анализа и выбора оптимального варианта создания систем машинного зрения.

**Заключение.** Проведен анализ возможности применения систем машинного зрения для снижения ударных нагрузок при ж/д транспортировании изделий РКТ. Для частного случая внутрикосмодромной транспортировки сформированы исходные условия с целью формирования математической модели для выбора оптимальных технических характеристик этих систем и создания алгоритма их работы.

#### Список источников

- [1] Цолль А., Люке Д. Способ и устройство диагностики и мониторинга состояния стрелок, пересечений, стрелочных переводов или рельсовых стыков. Патент № 2349480 РФ, 2006.
- [2] Икс Медиа. URL: <https://www.iksmedia.ru/articles/5685849-Mashinnoe-zrenie-kak-nauchit-lokomo.html> (дата обращения 27.10.2024).
- [3] Самонов С.С., Углев В.А., Князькин Ю.М. Интеллектуальная бортовая система поддержки принятия решений транспортирования космических аппаратов. Исследования наукограда, 2015, № 2 (12), с. 37–43.
- [4] Городничев М.Г., Мосева М.С. Исследование влияния тумана на системы машинного зрения. Инженерный вестник Дона, 2022, № 5. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2022/7624> (дата обращения 15.11.2024).