

УДК 551.507.362.2

Анализ характеристик перспективных геоинформационных спутников как полезной нагрузки сверхлегких ракет-носителей

Бечаснов Павел Михайлович^(*)

bechasnov@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Исторически российская орбитальная группировка состоит из сравнительно больших и тяжелых аппаратов, что вызывает сомнения в возможностях спутников, выводимых сверхлегкими ракетами-носителями (РН). На основе характеристик существующих спутников и типовых бюджетов их массы сформированы эмпирические зависимости и оценено возможное разрешение геоинформационных аппаратов на отечественном и зарубежном техническом уровне, размещаемых в массовом лимите грузоподъемности сверхлегких РН. Анализ показал возможность создания таких спутников с разрешением вплоть до предельно реализуемого по физическим ограничениям.

Ключевые слова: технический уровень космических аппаратов, дистанционное зондирование Земли, масса спутников, достижимое разрешение, сверхнизкие орбиты

Введение. Растущая миниатюризация геоинформационных космических аппаратов (КА) заставляет рассматривать возможность их выведения сверхлегкими РН и оценивать пределы миниатюризации для назначения грузоподъемности вновь разрабатываемых ракет. Поэтому целью работы было определение достижимого в настоящее время и в ближайшей перспективе разрешения малогабаритных аппаратов, выводимых сверхлегкими РН.

Для этого были решены следующие задачи:

- проанализированы достигнутые характеристики современных малогабаритных геоинформационных спутников оптического и радиолокационного диапазона;
- сформирована закономерность изменения массы аппаратов в зависимости от разрешения целевой аппаратуры и высоты его орбиты;
- оценено достижимое разрешение в оптическом и радиолокационном диапазоне для КА на современном российском и мировом технологическом уровне, которые могут выводиться сверхлегкими РН.

Актуальность темы обусловлена развитием отечественных группировок геоинформационных спутников и разработкой в России сверхлегких РН. Научная новизна определяется отсутствием в открытой печати подобных оценок, определяющих требования к создаваемым РН.

Материалы и методы; результаты. Для геоинформационных аппаратов оптического и радиолокационного наблюдения были получены законы изменения разрешения в зависимости от массы и высоты орбиты из базовых зависимостей [1, 2] и литературных данных о типовых бюджетах массы [3, 4]. Коэффициент масштабирования этих зависимостей принимался как показатель

технического уровня. В анализе использовалось наивысшее разрешение, обеспечиваемое многорежимными спутниками. Масса двигательной установки поддержания орбиты оценивалась на основе опубликованных показателей качества существующих образцов.

Проведенный анализ современных малогабаритных геоинформационных КА показал реализацию ими за рубежом сверхвысокого разрешения в массовом лимите грузоподъемности сверхлегких РН. Сформированы закономерности изменения массы КА в зависимости от разрешения целевой аппаратуры и высоты орбиты. Оценено достижимое разрешение спутников в этом массовом лимите, находящихся на техническом уровне российских аппаратов, находящихся в готовности к запуску. Показано, что они могут обеспечивать разрешение 0,3 м, а при выходе на текущий зарубежный технический уровень — реализовать наилучшее достижимое из физических ограничений разрешение. При этом использование сверхнизких орбит (на примере орбиты высотой 300 км) позволяет улучшить разрешение в несколько раз и обеспечить его величину 0,3 м на современном российском техническом уровне.

Заключение. В работе показано, что достижимое разрешение малогабаритных геоинформационных КА, выводимых сверхлегкими РН, не уступает эксплуатируемым аппаратам большей массы и может быть улучшено вплоть до уровня возникновения принципиальных физических ограничений.

Список источников

- [1] Бетенски Э., Хопкинс Р., Шенон З. *Проектирование оптических систем*. Москва, Мир, 1983, 430 с.
- [2] Skolnik M.I. *Radar Handbook*. USA, McGraw-Hill, 2008.
- [3] Сенцов Ю.И., Хмельщиков М.В. Зависимость веса космического аппарата дистанционного зондирования Земли от пространственного разрешения съемочной аппаратуры. *Вестник НПО имени С.А. Лавочкина*, 2015, № 2, с. 81–88.
- [4] Paek S.W. Balasubramanian S., Kim S., de Weck O. Small-Satellite Synthetic Aperture Radar for Continuous Global Biospheric Monitoring: A Review. *Remote Sensing*, 2020, vol. 12. art. no. 2546. <https://doi.org/10.3390/rs12162546>