

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ,  
ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕТРИИ.  
ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

УДК 621.391 DOI 10.30894/issn2409-0239.2021.8.2.11.19

**Многоапертурная оптическая система счета фотонов  
в изображении для безаберрационных наблюдений  
космического мусора через турбулентную атмосферу  
(Часть I)**

**К. Н. Свиридов**, *д. т. н., профессор, contact@spacecorp.ru*  
*АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация*  
**А. Е. Тюлин**, *д. э. н., к. т. н., профессор, contact@spacecorp.ru*  
*АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация*

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема мониторинга космического мусора для решения задач по обеспечению безопасности освоения космического пространства. Фрагменты космического мусора являются малоразмерными объектами контроля с угловыми размерами до 0,002 угловых секунд, поэтому для их локации (поиска, обнаружения, измерения и идентификации) необходимы оптоэлектронные системы высокой разрешающей и проникающей способности, позволяющие с заданной точностью и вероятностью измерять координаты и распознавать эти слабые объекты контроля, обладающие интегральной яркостью до +18 звездной величины. Для решения проблем оптической локации космического мусора в Части I статьи предложена концепция построения наземной оптоэлектронной системы контроля, состоящей из трех последовательных и взаимосвязанных информационных каналов: канала формирования изображений на базе матрицы отдельных телескопов и технологий апертурного синтеза, канала детектирования изображений на базе детекторов сканируемого раstra и технологии счета фотонов в изображении; канала обработки изображений на базе цифровых технологий корреляционной компенсации атмосферных искажений. Отмечены достоинства матрицы отдельных телескопов, фотоотсчетного детектирования и корреляционной обработки. Предложенная концепция защищена патентом РФ, детально рассмотренным в Части II.

**Ключевые слова:** апертурный синтез, фотоотсчетное детектирование, цифровая корреляционная обработка

**Multi-Aperture Optical System of Photon Counting  
in the Image for Aberration-Free Space Debris Observations  
through a Turbulent Atmosphere (Part I)**

**K. N. Sviridov**, *Dr. Sci. (Engineering), Prof., contact@spacecorp.ru*  
*Joint Stock Company “Russian Space Systems”, Moscow, Russian Federation*  
**A. E. Tyulin**, *Dr. Sci. (Econ.), Cand. Sci. (Engineering), Prof., contact@spacecorp.ru*  
*Joint Stock Company “Russian Space Systems”, Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** The paper solves the problem of space debris monitoring to ensure the safety of space exploration. Space debris fragments are small-sized control objects with angular sizes up to 0.002 arcsecond. Therefore, optoelectronic systems of high resolution and permeability allowing one to measure the coordinates and recognize these weak control objects with a given accuracy and probability having integral brightness up to +18 stellar magnitude are necessary for the location (search, detection, measurement, and identification) of space debris fragments. To solve the optical location problems of space debris the Part I of the article proposes the concept of building a ground-based optoelectronic control system. The system consists of three consecutive and interrelated information channels: an image formation channel based on the matrix of individual telescopes and aperture synthesis technology; image detection channel based on scanning raster detectors and photon counting technology in the image; and image processing channel based on digital correlation compensation technology of atmospheric distortions. Advantages of a matrix of separate telescopes, photodetection and correlation processing are noted in the article. The proposed concept is protected by a patent of the Russian Federation, which is discussed in detail in Part II.

**Keywords:** aperture synthesis, photocount detection, digital correlation processing