

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника
Военно-космической академии
имени А.Ф.Можайского
по учебной и научной работе
доктор технических наук, профессор
Ю.Кулешов



2026 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Иванушкина Максима Александровича

на тему: «Методика оценки показателей функционирования многоспутниковых систем мониторинга Земли с учётом выбора координат наземных пунктов приёма информации», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Общемировые тенденции развития космических систем в настоящее время связаны с увеличением пропускной способности каналов передачи информации в наземном и орбитальном сегментах на фоне повышения глобальности обслуживания и кратности покрытия Земной поверхности целевой аппаратурой космических аппаратов, входящих в состав орбитальных группировок дистанционного зондирования Земли (далее – ДЗЗ). Снижение высоты орбиты построения группировок, увеличение помехоустойчивости и многоканальности приёмо-передающей аппаратуры наземных и орбитальных средств решают эту задачу лишь отчасти. В условиях технико-экономической сложности реализации межспутниковой связи и оперативной ретрансляции получаемой космическими аппаратами целевой информации, а также объективных ограничений пропускной способности каналов передачи информации возникает противоречие между интенсивным развитием возможностей целевой аппаратуры космических аппаратов ДЗЗ и численности орбитальных группировок, с одной стороны, и отставанием развития возможностей наземного сегмента космических систем по приёму и обработке данных от орбитального сегмента с другой.

Исходя из этого, диссертация Иванушкина М.А., направленная на повышение целевой эффективности функционирования многоспутниковых систем дистанционного зондирования Земли является актуальной.

Научная новизна полученных результатов и личный вклад автора заключается в следующем:



1. Разработана методика выбора расположения наземных станций приёма для низкоорбитальных многоспутниковых группировок, отличающаяся тем, что выбор координат размещения станций осуществляется жадным алгоритмом с целевой функцией минимизации количества используемых станций при ограничениях на непересечение временных интервалов радиовидимости и выполнение требований по суточному времени передачи данных для каждого космического аппарата.

2. Разработана масштабируемая имитационная модель для оценки целевых показателей функционирования низкоорбитальных космических систем ДЗЗ, позволяющая анализировать конфигурации до двухсот космических аппаратов и произвольным количеством наземных станций, отличающаяся тем, что моделируется работа целевой аппаратуры наблюдения с расчётом объёма генерируемых данных, состояние бортовой памяти космических аппаратов рассчитывается интегрированием скоростей поступления данных от целевой аппаратуры и передачи на наземные станции, а сеансы связи моделируются с использованием очередей передачи данных, упорядоченных по времени съёмки.

3. Разработана методика оценки показателей функционирования многоспутниковых космических систем ДЗЗ на основе имитационного моделирования орбитального движения с использованием дискретной модели земной поверхности в виде регулярной сетки точек, отличающаяся тем, что для каждой точки сетки вычисляются временные ряды наблюдений с расчётом статистических наблюдений (средняя, минимальная и максимальная периодичность наблюдения, коэффициент вариации периодичности, время доставки информации на наземную станцию), что позволяет получить количественные оценки процента покрытия заданного региона, периодичности наблюдения и оперативности доставки информации в зависимости от варьируемых параметров орбитальной группировки, характеристик целевой аппаратуры и расположения наземных станций приёма.

Практическая значимость полученных научных результатов заключается в возможности применения разработанной методики, модели и программного комплекса для решения задач проектирования и оценки показателей функционирования многоспутниковых космических систем дистанционного зондирования Земли как на ранних стадиях разработки, так и на стадии эксплуатации. Разработанный инструментарий использован для решения двух практических задач: определения оптимальных параметров космической системы квазинепрерывного глобального обзора с обоснованием количества космических аппаратов, параметров орбит и расположения наземных пунктов приёма информации, а также для выбора архитектуры радиолокационной космической системы мониторинга Арктического региона с обоснованием комбинированной системы построения орбитальной группировки, обеспечивающей требуемые показатели покрытия и периодичности наблюдения.

Приведенный в автореферате список публикаций Иванушкина М.А. свидетельствует о том, что результаты диссертационных исследований достаточно полно апробированы и освещены в научной печати.

Исходя из содержания автореферата, были отмечены следующие замечания:

1. В автореферате на стр.5 в п.2 раздела «Научная новизна» указана «Модель для оценки ключевых показателей...», а в положениях, выносимых на защиту «Модель для оценки целевых показателей...», различное наименование одних и тех же методик вносит дополнительные сложности в процесс уяснения представленного материала.

2. В автореферате на стр.13 в разделе «В четвертой главе» не приведены рассчитанные координаты наземных пунктов приёма информации, что не даёт в полной мере оценить возможности применения разработанной методики.

3. Из автореферата не ясно, каким образом учитывались параметры наземных пунктов приёма информации (наземного комплекса приёма информации), которые должны использоваться при оптимизации их численности, состава и расположения, а именно: число каналов приёма информации на пункт (с учётом ограничений технической реализации), характеристики каналов приёма информации (скорость, пропускная способность, наличие мультиплексирования и др.), характеристики возможных внешних воздействий на каналы приёма информации (влияющие на расположение и функционирование пунктов).

Вывод: Научно-техническая задача, поставленная автором, решена. Несмотря на отмеченные недостатки, представленный автореферат позволяет считать диссертацию законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», а её автор достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Отзыв рассмотрен и одобрен на научно-техническом совещании 1 управления военного института (научно-исследовательского), протокол № 141/13 от «29» апреля 2026 г.

Начальник 13 отдела ВИ (НИ)
кандидат технических наук



Т.Житников

Начальник 131 лаборатории ВИ (НИ)
кандидат технических наук



А.Гришин

Начальник 132 лаборатории ВИ (НИ)
кандидат технических наук



И.Баглюк