

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе  
и инновационному развитию  
Балтийского государственного  
технического университета  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

  
В.А.Воронов  
«25» мая 2026 г.



## ОТЗЫВ

Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова на автореферат диссертации Иванушкина Максима Александровича «Методика оценки показателей функционирования многоспутниковых систем мониторинга Земли с учётом выбора координат наземных пунктов приёма информации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

### 1. Актуальность работы

Актуальность исследования обусловлена:

- существенными масштабами космической деятельности в стране, определяющей значительное увеличение количества, как группировок космических аппаратов (КА) различного назначения, так и отдельных космических объектов;

- запуском и функционированием многоспутниковых космических систем (КС), в том числе малых КА, обеспечивающих решение задач по дистанционному зондированию Земли (ДЗЗ) с получением больших объёмов данных о наземной и морской объектовой обстановке с глобальной зоной покрытия в процессе наблюдения;

- необходимостью обеспечивать передачу и обработку получаемой в процессе ДЗЗ информации в наземные пункты приёма в реальном масштабе времени для эффективного распределения и использования получаемых данных в интересах решения исследовательских и прикладных задач;

- необходимостью обеспечивать точное и своевременное управление группировками КА и КС в интересах решения многочисленных

Входящий № 206-4844  
Дата 29 МАЙ 2026  
Самарский университет

исследовательских и прикладных задач с помощью бортовых комплексов аппаратуры ДЗЗ, в том числе в интересах обеспечения решаемых стратегических задач в Арктической зоне РФ (АЗРФ).

С учётом современной геополитической обстановкой в мире и больших размеров территории России, в том числе АЗРФ, существенно возрастают требования к координации, оперативности и точности взаимодействия группировок КА и КС с наземными пунктами приёма и управления по обмену массивами информации. Одним из важных путей выполнения возрастающих требований является оптимизация структуры построения группировок КА и КС, который практически всегда применяется при решении задач ДЗЗ. Вторым путём рассматривается оптимизация размещения наземных станций приёма информации, который, как справедливо отмечает в работе автор диссертации, до настоящего времени недостаточно проработан, как в системном, так и научно-методическом плане.

В связи с изложенным поставленная диссертантом научно-техническая задача по разработке методического аппарата для оценки показателей функционирования многоспутниковых космических систем ДЗЗ, учитывающих взаимодействие орбитальной группировки и наземной инфраструктуры, является безусловно актуальной.

## **2. Научная новизна результатов исследований**

Научная новизна проведенного исследования заключается в разработке оригинального научно-методического аппарата, позволяющего комплексно решать с использованием многокритериальной оптимизации сквозную логическую задачу, включающую следующие положения:

- методику выбора расположения наземных станций приёма с минимизацией их количества с обеспечением бесшовной стыковки интервалов радиовидимости и обеспечением беспрерывной передачи информации от каждого КА;

- обеспеченный процесс имитационного моделирования для оценки ключевых показателей функционирования КС ДЗЗ с учётом различных конфигураций построения группировки из 200 КА при произвольном количестве наземных станций и для различных вариантов последовательности передачи данных;

- разработанную и апробированную оригинальную методику оценки показателей КС ДЗЗ путём имитационного моделирования орбитального движения на основе дискретной модели земной поверхности в виде сетки точек, когда для каждой из них вычисляются временные ряды наблюдений с расчётом статистических характеристик процесса наблюдения, что в итоге позволило получить количественные оценки размеров покрытия участков

земной поверхности, периодичности наблюдения и оперативности доставки информации в зависимости от параметров орбитальной группировки, характеристик бортовой аппаратуры ДЗЗ и варианта расположения наземных станций приёма.

### **3. Теоретическая значимость результатов исследований**

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что разработанный оригинальный научно-методический аппарат развивает теоретические основы различных методов исследования сложных организационно-технических систем при их анализе, построении, многокритериальной оптимизации требований к параметрам системы и к их элементам, а также к функционированию при реализации многовариантного имитационного моделирования и последующего выбора практического решения.

### **4. Практическая значимость результатов исследований**

Практическая значимость исследования заключается в том, что разработанные теоретические положения, а также научно-обоснованные практические рекомендации позволяют разработчикам, создателям и эксплуатирующим организациям осуществлять широкий выбор построения космических систем, включающих орбитальные группировки КА различного назначения и состава, наземные пункты и станции приёма информации, бортовые комплексы аппаратуры ДЗЗ, радиолинии передачи и приёма данных в зависимости от решаемых задач, требований по точности и оперативности передачи данных, размещения наземных станций приёма и ряда других условий, диктуемых заказчиками и оперативной обстановкой наблюдаемых районов земной поверхности.

### **5. Обоснованность и достоверность основных результатов диссертации**

Обоснованность и достоверность научных результатов определяется следующими положениями:

- корректностью постановки научно-технической задачи;
- учетом реальных факторов, влияющих на результаты исследования;
- обоснованным выбором основных допущений и ограничений, принятых в качестве исходных данных при постановке научной задачи исследования;
- использованием современного апробированного научно-методического аппарата, включая имитационное моделирование и инструменты математической статистики;
- корректным выбором показателей и критериев в многокритериальных задачах;

- грамотным обоснованием и построением исследовательских алгоритмов с их реализацией с помощью программных комплексов, получивших свидетельства о государственной регистрации.

Приведенный список опубликованных научных работ свидетельствует о том, что основные материалы проведенного исследования, содержащиеся в нем выводы и практические рекомендации, нашли отражение в публикациях автора, размещённых в рецензируемых изданиях ВАК ив международных цитируемых изданиях.

Материалы автореферата показывают, что полученные в диссертации научные результаты в достаточной степени аргументированы и подтверждены данными математических расчётов, структура диссертации в целом подчинена замыслу исследования, обоснована и логична.

#### **6. Основные недостатки**

К недостаткам и замечаниям, которые были установлены в ходе изучения автореферата диссертации, можно отнести следующие положения:

1. Недостаточно развёрнуто и наглядно представлен результат анализа исходных данных и формулировка в общем виде задачи оптимизации многоспутниковой системы ДЗЗ и оптимального размещения наземных станций приёма (в описании гл.1).
2. В описании результатов исследования и оценки периодичности наблюдения земной поверхности (гл.2, п.2) отсутствуют количественные оценки, например, интервалов между последовательными наблюдениями. А также не приведены количественные оценки оперативности доставки информации на основании приведённых аналитических соотношений (гл.2, п.4).
3. Не использованы возможности разрешённого объёма страниц автореферата и его оформления для более полного представления конкретных результатов, полученных в исследованиях по теме диссертации.

Указанные недостатки не снижают важность и ценность полученных в работе теоретических и практических результатов, а также не оказывают решающего влияния на общую положительную оценку работы.

#### **7. Выводы:**

1. Диссертация Иванушкина М.А. на тему: «Методика оценки показателей функционирования многоспутниковых систем мониторинга Земли с учётом выбора координат наземных пунктов приёма информации» представляет собой самостоятельно выполненную автором завершённую научно-квалификационную работу, результаты которой обеспечивают решение важной научной и практической задачи, имеющей существенное значение для

развития отечественной космонавтики в области совершенствования совместного построения и оптимального функционирования орбитальных группировок КА и наземных станций приёма информации в задачах ДЗЗ..

2. Диссертационная работа полностью соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842, от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Иванушкин Максим Александрович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Отзыв на автореферат диссертации обсужден на заседании кафедры «Радиоэлектронные системы управления», Протокол № 13 от 25 мая 2026 г.

Отзыв составил:

Профессор кафедры «Радиоэлектронные системы управления» Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

доктор технических наук, с.н.с., доцент,  
академик Российской академии  
естественных наук,  
Заслуженный испытатель  
космической техники

Евсеев Владимир Иванович

«25» мая 2026 г.

Тел. +7 (911) 749 49 50

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Балтийский государственный технический университет  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова  
190005, Санкт-Петербург ул. 1-я Красноармейская, д. 1  
тел. 490-05-90, e-mail: bgtu@voenmeh.ru