

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Булыгина Максима Леонидовича
«Многолучевые режимы съемки в космических
радиолокаторах с синтезированной апертурой»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация»

Актуальность темы диссертационного исследования Булыгина М.Л. обусловлена потребностью повышения характеристик радиолокационной съемки (увеличение размеров визируемого участка местности с одновременным сохранением или улучшением разрешающей способности) земной поверхности с использованием импульсных РСА космического базирования в условиях возникновения эффекта неоднозначности, ухудшающего качество радиолокационных изображений.

Существующие режимы съемки, такие как расширенный прожекторная режим, сканирующий режим, режим искусственного расширения луча ДН реальной антенны и др. предполагают лишь эквивалентный обмен ухудшения реализуемого разрешения вдоль траектории движения РСА в пользу расширения размеров визируемого участка земной поверхности (вдоль или поперек траектории движения РСА).

Использование в РСА подходов по цифровому формированию многолучевой ДН на прием является перспективным подходом к повышению эффективности применения РСА в условиях возникновения неоднозначности. Получение практического результата от использования технологии многолучевого визирования требует создания алгоритма зондирования для облучения участка земной поверхности, визируемого несколькими приемными антенными лучами, необходимо разработать многолучевые режимы съемки и создать алгоритмы оценки характеристик визирования в данных режимах, а также решить ряд других важных задач для достижения данного результата – что и является предметом диссертационного исследования.

Целью работы является повышение характеристик радиолокационной съемки и эффективности применения космических РСА с цифровой АФАР. В рамках поставленной цели исследования были сформулированы и успешно решены основные задачи. Была разработана методика многолучевого визирования, обеспечивающая сахареные коэффициента усиления антенны системы и реализующая визирование во всей полосе обзора. Были выявлены и проанализированы факторы, влияющие на характеристики

радиолокационного визирования, такие как частотная зависимость углового положения приемных антенных лучей по вертикали и появление межканальной неоднозначности многолучевого визирования. Соискателем подробно исследован указанный эффект частотной зависимости положения приемных антенных лучей, предложены способы устранения влияния данного эффекта и алгоритмы оценки характеристик визирования с учетом данного эффекта. Разработаны режимы многолучевой прожекторной и многолучевой сканирующей съемки, обеспечивающие улучшение характеристик радиолокационного визирования по сравнению с аналогичными однолучевыми режимами съемки, а также дана оценка эффективности применения данных режимов в РСА космического базирования. Созданная в рамках диссертационной работы имитационная модель исследуемого РСА подтвердила эффективность предложенных соискателем режимов многолучевого визирования.

Научная новизна диссертационной работы состоит в разработке методики многолучевого визирования основанной на комбинации алгоритмов пространственно-временного разделения зондирующих импульсов и пространственно-распределенной обработки сигналов с цифровым формированием многолучевой диаграммы направленности на прием. Соискателем предложены алгоритмы оценки уровня неоднозначности многолучевого визирования с учетом эффекта межканальной неоднозначности, а так же разработаны алгоритмы обработки эхо-сигнала включающего расчет частотного портрета многолучевого визирования для минимизации уровня межканальной неоднозначности. Разработанные алгоритмы оценки влияния частотной дисперсии антенной системы РСА на геометрические характеристики радиолокационного визирования позволяют снижать влияние данного эффекта на качество многолучевого визирования с частотным разделением каналов обработки.

Предложенные Булыгиным М.Л. решения позволяют повышать разрешающую способность радиолокационного визирования при сохранении суммарного уровня неоднозначности или обеспечивать расширение визируемого участка земной поверхности при одновременном сохранении разрешения и уровня неоднозначности, что может быть использовано для повышения эффективности систем РСА.

Практическая значимость полученных результатов состоит в том, что разработанные режимы съемки и алгоритмы могут быть использованы при разработке систем РСА космического базирования.

Результаты диссертационного исследования Булыгина М.Л. реализованы в АО «НИИ ТП» в рамках проведения опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ посвященным темам: «Касатка», «Касатка-Макет», «Касатка-Р», «АФАР», а также созданию радиолокационного комплекса дистанционного зондирования Земли для космического комплекса «Обзор-Р», что подтверждается Актом о реализации результатов исследований.

Основные полученные автором результаты, сформированные в виде положений, выносимых на защиту, свидетельствуют о высоком профессиональном уровне Булыгина М.Л. и его существенном потенциале как научного работника. Публикации в рецензируемых отечественных журналах, и в материалах отечественных и зарубежных конференций в достаточной степени отражают результаты диссертационной работы. В автореферате изложены основные идеи и выводы диссертации, показан вклад соискателя в проведенное исследование, указаны научная и практическая значимость представленных результатов диссертационного исследования.

Оценивая работу в целом, считаю, что диссертация является законченной самостоятельной работой, посвященной **решению актуальной научно-технической задачи** – повышению характеристик радиолокационной съемки и эффективности применения космических РСА с цифровой АФАР, имеющей существенное значение для теории и практики создания радиолокационных систем дистанционного зондирования Земли космического базирования.

Диссертационная работа полностью **соответствует требованиям** «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация», а её автор – Булыгин М.Л. заслуживает присвоения ему искомой степени.

Научный руководитель:
к.т.н., доцент кафедры 404

Орлов В.П.

Подпись доцента кафедры 404
Орлова В.П. заверяю

И.о. декана факультета №4 МАИ



Кирдяшкин В.В.