

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата географических наук Ширшовой Веры Юрьевны
на тему: «Методики применения результатов радиолокационной
интерферометрии в географических исследованиях (на примере малых
арктических островов и Узон-Гейзерной вулcano-тектонической
депрессии)» по специальности 1.6.20 — «Геоинформатика, картография»

Актуальность темы

Радиолокационная интерферометрия является перспективным видом для геоинформационного картографирования, особенно тех районов и природных зон Земли, где атмосферно-оптические и метеорологические условия препятствуют получению безоблачных и качественных материалов дистанционного зондирования в видимом диапазоне и отсутствует всепогодный полевой мониторинг, например на малых арктических островах и Узон-Гейзерной вулcano-тектонической депрессии. Уникальность свойств радиолокационной съемки заключается в возможности получения изображений независимо от времени суток, включая полярную ночь в арктических регионах, и практически при любых состояниях атмосферы, за исключением высокоточных интерферометрических измерений. Последние предполагают коррекцию тропосферной задержки с использованием дополнительных данных. Учет физико-географических условий и свойств местности, таких как сезонные изменения, рельеф и ландшафты, оказывают ключевое влияние на результаты интерферометрической обработки. Однако в настоящее время нет единого подхода к перечню параметров местности и порядка их учета при обработке. Получение и интерпретация корректных результатов радиолокационной спутниковой интерферометрии особенно важны для географических исследований и картографирования природно-территориальных комплексов, а также для мониторинга сезонных и многолетних изменений. В связи с этим актуальность диссертационного исследования В.Ю. Ширшовой не вызывает сомнений.

Не вызывает сомнения и **научная новизна** диссертации – автором предлагаются оригинальные методические разработки и способы применения мультитременных композитов с когерентностью для картографирования природно-территориальных комплексов малых арктических островов и мониторинга сезонных изменений поверхности. Также новым представляется обоснование выбора параметров радиолокационной съемки в зависимости от физико-географических условий местности и порядок учета метеорологических параметров.

Общая характеристика работы

Представленная диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем рукописи 209 страниц, в том числе 44 рисунка, 9 таблиц, 6 приложений, 307 использованных источников.

Во **Введении** обоснована актуальность исследований и сформулированы задачи.

В первой главе диссертации приведены теоретические основы радиолокационной интерферометрической съемки и обзор мирового опыта применения результатов обработки в различных областях исследований Земли. Обзор выполнен на основе большого числа отечественных и зарубежных публикаций, в том числе классических монографий и новых статей за последние пять лет. Всё это убедительно показывает, что В.Ю. Ширшова знакома с состоянием исследований по данному направлению. В заключение главы обоснованно сделан вывод о важности и необходимости использования изображений мультитременного композита с когерентностью (МТС) для географических исследований.

Во второй главе приводится анализ мирового опыта географических исследований с привлечением интерферометрической радиолокационной информации. Так диссертантка показывает, какие характеристики РСА следует выбирать для задач, связанных с построением ЦМР и для задач мониторинга смещений земной поверхности. Наряду с этим, автором приводится детальный разбор этапов интерферометрической обработки снимков, где уделяется особое внимание качеству дополнительной (пространственной) информации, необходимой для получения корректных

результатов. Обосновывается выбор данных свободно распространяемой космической системы радиолокаторов Sentinel-1 (С-диапазон) для исследовательских задач: актуальность и важность использования когерентности с точки зрения значительного расширения спектра задач в географических исследованиях.

Третья глава, наибольшая по объему, содержит описание экспериментальных работ и этапы разработки методики, подготовку радиолокационных данных для их дешифрирования с целью создания карты природно-территориальных комплексов о. Визе и применения МТС для мониторинга малых арктических островов. Для формирования изображений интерферометрической когерентности и затем мультитременного композита для поверхности острова Визе были использованы комплексные радиолокационные изображения со спутника Sentinel-1В за 6 лет, всего 121 изображение. В результате обработки было сформировано 84 изображения когерентности. Вся обработка выполнялась в открытом программном обеспечении SNAP, что делает методику доступной для широкого круга исследователей. Подробно изложена специфика выбора параметров ряда стандартных процедур расчета когерентности для арктического региона. Впервые проведена интерпретация цветов на МТС для малых арктических островов на примере о. Визе, опирающаяся на анализ физико-географических описаний местности и метеорологической информации. В комплексе с высокодетальной космической съемкой в видимом диапазоне это позволило визуально выявить закономерности проявления в цвете изображений разных объектов местности и изменений за 12 дней, обусловленных метеорологическими факторами. Далее сделан вывод о том, что изображения, полученные в летний период, позволяют картографировать природно-территориальные единицы малых арктических островов, так как на них отображается наибольшее разнообразие состояний поверхности, необходимых для составления карт природного ландшафта. Завершающий раздел о порядке реализации методики применения мультитременного композита с когерентностью для мониторинга и картографирования малых

арктических островов, дает возможность продолжить аналогичные работы для других объектов арктического региона и расширить базу их дешифрирования.

В четвертой главе на примере обработки данных методом дифференциальной интерферометрии на территорию Узон-Гейзерной вулcano-тектонической депрессии сформированы рекомендации по учету природных условий и метеорологических параметров для получения корректных результатов в условиях исследования смещений земной поверхности на природной территории со сложным рельефом в отсутствие близко расположенных метеостанций. На реальном примере продемонстрировано влияние изменений погоды на промежуточные результаты интерферометрической обработки – изображения когерентности и интерферограммы. В результате предложена методика - последовательность этапов от выбора данных для последующей обработки до расчета смещений.

Оценивая диссертационную работу В.Ю. Ширшовой в целом, можно отметить, что она является завершенным исследованием и вносит заметный вклад в развитие геоинформационного картографирования с привлечением данных радиолокационного ДЗЗ. В диссертационном исследовании убедительно доказано, что при применении методов интерферометрической обработки необходимо учитывать физико-географические условия и свойства местности.

Таким образом, основные результаты следует характеризовать следующим образом:

1. Методологически новым для геоинформационного картографирования является использование мультивременных композитов с когерентностью для картографирования природно-территориальных комплексов малых арктических островов и мониторинга сезонных изменений поверхности. Достоверность определялась экспертным дешифрированием снимков высокого разрешения в видимом диапазоне, где выделяются природно-территориальные единицы о. Визе, и анализом изображений когерентности совместно с метеорологическими параметрами.

2. Значимым вкладом в развитие методов картографирования является методика выбора параметров радиолокационной съемки в зависимости от физико-географических условий местности, а также учета метеорологических параметров при обработке данных методом дифференциальной интерферометрии.

В целом полученные результаты имеют важное научное и практическое значение. Все основные результаты исследований опубликованы. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

В качестве замечаний следует отметить следующее:

1. В формуле 1-1 приводится отношение амплитуды к мощности сигнала, но ведь это далее не используется. Это излишне в данном случае, формулу следовало приводить в более традиционном виде.

2. На стр. 46 опечатка при обозначении углов визирования и падения? Где угол падения на рисунках?

3. На стр. 53 приводится мнение, что интерферометрические измерения динамики лесов, в сезоны отличные от зимнего, невозможны вследствие низких величин когерентности – порядка 0,1. Однако опыт интерферометрического мониторинга бореальных лесов в вегетационный период показывает принципиальную возможность таких измерений.

4. На стр. 89-90 при описании временных периодов указаны качественные характеристики (относительно высокие, высокие, наиболее низкие значения и т.д.), следовало указать числовые значения когерентности.

5. Нет подписи к рис.3.12-б, а подпись к рис. 3.12-а не соответствует рисунку.

6. Много опечаток по тексту.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.20 — «Геоинформатика, картография» (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском

государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Ширшова Вера Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.20 — «Геоинформатика, картография».

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор РАН,
главный научный сотрудник, заведующий
сектором оптико-микроволновой
диагностики и обработки космической
информации ФГБУН Института
физического материаловедения СО РАН

 Т. Н. Чимитдоржиев

Контактные данные:

тел.: 7(902) 5651464, e-mail: tchimit@ipms.bscnet.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация: 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной
среды, веществ, материалов и изделий.

Адрес места работы: 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6, Федеральное
государственное бюджетное учреждение науки Институт физического
материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук,
структурное подразделение
Тел.: 7301 2433224; e-mail: office@ipms.bscnet.ru

Подпись главного научного сотрудника, заведующего сектором ИФМ СО
РАН, д.т.н., профессора РАН Т.Н. Чимитдоржиева заверяю.

Заместитель директора ИФМ СО РАН,
к.ф.-м.н.

 Б.З. Гармаев