

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Камаева Артема Анатольевича
«Разработка метода структурно-тектонического картографирования Арктической
зоны Российской Федерации на основе дешифрирования космических снимков»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 1.6.20 – «Геоинформатика, картография»

Диссертационная работа Камаева Артема Анатольевича посвящена разработке метода структурно-тектонического картографирования территорий Арктической зоны Российской Федерации на основе анализа данных дистанционного зондирования Земли и их обработки средствами геоинформационных технологий.

Актуальность выполненного исследования определяется необходимостью повышения информативности дистанционных методов при изучении геологического строения территорий, для которых проведение детальных наземных исследований существенно осложнено природно-климатическими и логистическими условиями. Особенно важной данная задача становится применительно к Арктической зоне Российской Федерации, характеризующейся значительной площадью, неодинаковой степенью геологической изученности и высокой стоимостью полевых работ. В этих условиях использование спутниковой информации позволяет существенно расширить возможности предварительного структурного анализа территории и обоснованно выбирать участки для последующей детальной проверки.

Представляет интерес выбранный автором подход к интерпретации проявлений структурно-тектонических неоднородностей на космических изображениях. В работе обоснованно отмечается, что разломная зона не обладает каким-либо самостоятельным универсальным спектральным образом. Наблюдаемые спектральные различия формируются вследствие совокупности сопровождающих тектоническую переработку процессов – дробления,

трещиноватости, выветривания, окисления, гидротермальных и метасоматических изменений пород. Поэтому использование только спектральных характеристик не всегда позволяет однозначно определить геологическую природу выявленной аномалии.

С учетом этого автором предложено совместно использовать два типа признаков, характеризующих различные свойства исследуемой территории. Спектральный анализ направлен преимущественно на выявление участков, отличающихся по отражательным характеристикам поверхности, тогда как текстурный анализ позволяет оценить пространственную организацию изображения, включая его линейность, фрагментированность, мозаичность и неоднородность.

Для реализации спектральной части метода применен адаптивный оцениватель когерентности ACE, обеспечивающий выявление участков повышенного сходства с заданной эталонной спектральной характеристикой с учетом свойств фоновой выборки. Тектурная составляющая основана на расчете статистических признаков матрицы совместной встречаемости уровней серого GLCM. Такой выбор позволяет перейти от визуальной оценки структуры изображения к количественному сопоставлению различных участков территории.

Важным результатом работы является предложенный способ объединения полученной информации. Спектральная и текстурная компоненты не рассматриваются автором как самостоятельные окончательные критерии выделения геологических объектов. Их совместная интерпретация осуществляется посредством интегрального спектрально-текстурного показателя I_{st} , который позволяет ранжировать территорию по степени одновременного проявления двух групп признаков. Подобный подход представляется обоснованным, поскольку уменьшает зависимость результата структурного дешифрирования от случайного проявления только одного типа аномалии.

Следует положительно отметить, что разработанная методика не сводится к механическому совмещению нескольких растровых слоев. В работе предусматривается последовательный переход от формирования отдельных аналитических признаков к их согласованному сопоставлению с морфологическими и визуально-геоморфологическими особенностями территории. При этом спектральная информация используется для первоначального выделения геологически отличающихся участков, а текстурная – для уточнения характера их пространственной организации.

Научная новизна исследования заключается в разработке методического подхода к структурно-тектоническому картографированию на основе совместного анализа спектральных и текстурных характеристик космических снимков, а также в предложении алгоритмического аппарата формирования интегрального показателя I_{st} . Существенным представляется именно объединение признаков различной природы в единую последовательность анализа, позволяющую перейти от отдельных дистанционно фиксируемых аномалий к их структурно-тектонической интерпретации.

Практическая апробация разработанного метода выполнена на Колмозерском месторождении лития Кольского полуострова. Выбор данного объекта представляется обоснованным, поскольку месторождение расположено в пределах территории со сложным разломно-блоковым строением, а размещение альбит-сподуменовых пегматитов связано с системой разрывных и трещинных структур. Полученные результаты продемонстрировали возможность выделения участков, в пределах которых спектральные различия сочетаются с выраженной пространственной неоднородностью изображения.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработанного подхода на ранних стадиях структурно-тектонического изучения территорий, при уточнении существующих геологических представлений и определении участков, требующих более детального исследования. Особое

значение имеет возможность применения метода на значительных по площади и труднодоступных территориях при наличии ограниченного объема наземной информации.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием формализованных методов обработки данных ДЗЗ, последовательностью расчетных процедур, статистическим анализом спектральных и текстурных характеристик, сопоставлением результатов с геологическим строением исследуемой территории и апробацией разработанного подхода на конкретном геологическом объекте.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Спектральные и текстурные аномалии могут не совпадать пространственно. В связи с этим остается вопрос, как такое несовпадение учитывается при формировании и интерпретации показателя I_{st} .

2. Повышенные значения могут быть связаны не только с тектоническими нарушениями, но и с литологическими или поверхностными различиями. Насколько однозначно метод позволяет разграничивать эти причины.

3. Не указано пространственное разрешение разработанного метода: можно ли выделить зоны дробления пород величиной первые метры, с учетом размера пикселя Sentinel-2, равного 10 м, и дальнейшим расчетом когерентности (которая также рассчитывается в окне заданного размера).

Поставленные вопросы не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, а отражают естественные ограничения дистанционных методов и определяют перспективы их дальнейшей интеграции с независимыми геолого-геофизическими данными.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации, основные научные положения, полученные результаты, их новизну и практическую значимость. Работа имеет внутреннее единство, содержит самостоятельное

решение актуальной научной задачи и соответствует направлению специальности 1.6.20 – «Геоинформатика, картография».

Диссертационная работа Камаева Артема Анатольевича «Разработка метода структурно-тектонического картографирования Арктической зоны Российской Федерации на основе дешифрирования космических снимков» является законченной научно-квалификационной работой, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.20 – «Геоинформатика, картография».

Рецензент:

Начальник отдела геолого-геофизического моделирования.

Организация: Акционерное общество «Геофизическое научно-производственное предприятие «Аэрогеофизика» (АО «ГНПП «Аэрогеофизика»)

к.ф.-м.н. Бабаянц Игорь Павлович

«18» августа 2026 г.

Подпись

Адрес: 125373, г. Москва, Походный проезд, д. 19

Телефон: +7 (495) 738-77-77

Адрес электронной почты: iggi@aerogeo.ru

Подпись Бабаянца И.П. заверяю:



главный бухгалтер

АО «ГНПП «Аэрогеофизика»

Ковалева Н.С.