

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Пермякова Романа Викторовича

**КОМПЛЕКСНОЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННО-
ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА В
ЦЕЛЯХ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ,**

представленную на соискание ученой степени кандидата

географических наук по специальности

25.00.33 «Картография»

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы (244 наименования) и приложений. Материал работы изложен на 189 страницах машинописного текста, содержит 9 таблиц, 57 рисунков и 4 приложения.

Во введении:

-сформулирована основная **цель** диссертации – разработка методов, позволяющих усовершенствовать технологию создания и обработки ЦМР по материалам ДЗЗ в рамках комплексного геоинформационно-фотограмметрического моделирования рельефа и его характеристик в географо-картографических исследованиях..

- перечислены **решаемые задачи**, включающие:

- Анализ опыта создания, интерпретации и использования ЦМР в географо-картографических исследованиях.
- Оценка источников данных, пригодных для построения ЦМР, в том числе полученных фотограмметрическим способом по материалам ДЗЗ.
- Формулирование новых и уточнение известных критериев выбора материалов ДЗЗ для решения различных географо-картографических

задач средствами цифровых фотограмметрических и геоинформационных технологий.

- Разработка новых и совершенствование известных алгоритмов фотограмметрической обработки данных ДЗЗ и геоинформационной обработки ЦМР, построенных на их основе.
- Реализация методики на примере участков с различными физико-географическими условиями.

На защиту выносятся следующие положения:

- Стереомодели, сформированные из разновременных космических снимков, позволяют создавать достоверные ЦМР в тех случаях, когда данные классической конвергентной съемки на территорию исследования отсутствуют, или, когда фотограмметрическая обработка таких данных ограничена из-за высокой доли облачности в момент съемки.
- Разработанная методика применения стереопар снимков сверхвысокого пространственного разрешения, в том числе разновременных космических снимков, обеспечивает возможность получения в стереорежиме ЦФС данных о высотах урезов воды на участках рек, где отсутствуют посты гидрологических наблюдений, а также возможность выделения границ и составление карт областей затопления для мониторинга наводнений, оценки их последствий и поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях.
- Построение ЦМР на основе стереопар снимков высокого разрешения позволяет уточнить пространственную дифференциацию показателей суммарной солнечной радиации и представить ее в картографической форме с большей детализацией по сравнению с известными моделями NASA SSE и NREL.

- Разработанная методика геоинформационно-фотограмметрического моделирования рельефа и его характеристик по материалам ДЗЗ высокого и сверхвысокого пространственного разрешения обеспечивает оперативное, автоматизированное составление аналитических карт, на которых отображаются пространственная дифференциация показателей суммарной солнечной радиации, морфометрических факторов эрозии почв, а также границы областей затопления и последствия наводнений.

В первой главе диссертации анализируются различные определения понятия ЦМР, рассматриваются способы построения и визуализации ЦМР, источники данных для создания ЦМР, вопросы фотограмметрического моделирования рельефа. Особое внимание уделено возможностям использования ЦМР в географо-картографических исследованиях. В этой главе делается вполне оправданный вывод о том, что в настоящее время традиционные бумажные топографические карты не могут служить надежными источниками информации при создании ЦМР. (стр 34).

В рамках второй главы дается определение понятию «комплексное геоинформационно-фотограмметрическое моделирование рельефа»; изложена и обоснована усовершенствованная методика такого моделирования; сформулированы критерии выбора данных ДЗЗ в зависимости от поставленных географо-картографических задач, рассмотрены особенности фотограмметрического построения ЦМР как по материалам классической аэро- и космосьемки, так и по материалам разновременной космической съемки, съемки с БПЛА и наземной стереосъемки малоформатными цифровыми камерами; изложены ключевые моменты геоинформационной обработки полученных ЦМР.

На стр. 39 приведена схема методики комплексного геоинформационно-фотограмметрического моделирования рельефа (рис.5), которая носит обобщенный характер. В ней сформулирована принципиальная последовательность действий, необходимых для решения географо-картографической задачи по материалам ДЗЗ средствами цифровых фотограмметрических и геоинформационных технологий.

Анализ результатов работ других авторов и собственные экспериментальные исследования позволили автору сформулировать рекомендации к выбору разновременных космических снимков высокого и сверхвысокого пространственного разрешения и формированию на их основе стереомоделей для решения более широкого круга географо-картографических задач.

По мнению автора помимо перечня известных критериев при выборе архивных снимков или организации новой съемки необходимо выполнить следующие дополнительные условия:

1. Съемка должна быть выполнена одним и тем же или аналогичным сенсором с одинаковым или близким пространственным разрешением. Пространственное разрешение и масштаб снимков не должны отличаться больше, чем на 15%.

2. Различие в значениях высоты солнца в момент съемки, влияющей на степень освещенности территории, должно быть минимальным.

3. Рекомендуемые значения угла конвергенции для комфортного наблюдения стереозффекта - от 15 до 30 градусов.

4. Разница между временем съемки первого и второго изображений стереопары должна быть такой, чтобы в целевой части снимков не было существенных изменений, влияющих на восприятие стереообразующих деталей территории.

Во второй главе дается полное обоснование первого защищаемого положения диссертации.

Наиболее показательной является **третья глава** диссертации. В этой главе автор последовательно описывает решение различных географо-картографических задач и приводит примеры таких решений самим автором. В главе рассмотрены следующие задачи:

- Определение последствий затопления территории в результате чрезвычайных ситуаций природного характера
- Определение последствий затопления территории в результате чрезвычайных ситуаций техногенного характера
- Определение морфометрических факторов эрозии почв в Швейцарии
- Моделирование оптимального маршрута строительства магистральных газопроводов
- Моделирование распределения суммарной солнечной радиации для оценки потенциала солнечной энергетики
- Расчет объема извлеченной породы в алмазных карьерах.

Описание всех задач выполнено детально и на высоком научном уровне.

В третьей главе обоснованы второе, третье и четвертое защищаемые положения.

Актуальность, новизна и практическая значимость работы не вызывают сомнений.

Актуальность исследований определяется, прежде всего, следующими положениями:

1. За последние годы значительно вырос объем доступных ДДЗЗ высокого и сверхвысокого пространственного разрешения. Эти

данные могут быть использованы при решении большого числа географических и картографических задач с необходимой точностью.

2. В то же время имеется явный дефицит разработанных и обоснованных методик использования этих данных в современных условиях. Особенно это относится к строгим фотограмметрическим методам. Диссертационная работа Р.В.Пермякова частично закрывает имеющиеся пробелы в методическом обеспечении использования ДДЗЗ.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- Обоснованы преимущества комплексного применения фотограмметрических и геоинформационных технологий для моделирования рельефа и его производных характеристик при составлении аналитических карт, среди которых основные преимущества ЦФС - возможность оперативного, автоматизированного построения ЦМР высокой детальности с размером ячейки равным пространственному разрешению снимков, возможность измерения в стереорежиме высот природных и антропогенных объектов в местах, где данные о высотах отсутствуют, или затруднен их сбор иными инструментальными средствами; преимущество ГИС-пакетов - набор инструментов пространственного анализа и графических средств оформления карт.
- Уточнены известные и сформулированы новые критерии выбора разновременных космических снимков высокого и сверхвысокого пространственного разрешения для формирования стереомodelей, среди которых основные: ограничение угла конвергенции; минимальное различие значений высоты солнца в момент съемки; минимальное различие в разрешении и масштабах снимков; отсутствие

изменений местности, влияющих на восприятие стереообразующих деталей, за промежуток времени между съемками.

- Усовершенствованы методы фотограмметрической обработки материалов разновременной космической съемки, наземной съемки и съемки с БПЛА в рамках единого геоинформационно-фотограмметрического процесса с целью повышения достоверности создаваемых ЦМР.
- Оптимизирована технология геоинформационного моделирования областей затопления и последствий наводнений на основе стереомоделей, сформированных из полученных в период межени разновременных космических снимков сверхвысокого пространственного разрешения.

Практическая значимость проведенных исследований заключается в разработке методик и применении разработанных методик для решения практических задач:

определение последствий затопления территории в результате чрезвычайных ситуаций природного характера; определение последствий затопления территории в результате чрезвычайных ситуаций техногенного характера; определение морфометрических факторов эрозии почв в Швейцарии; моделирование оптимального маршрута строительства магистральных газопроводов; моделирование распределения суммарной солнечной радиации для оценки потенциала солнечной энергетики; расчет объема извлеченной породы в алмазных карьерах.

Недостатком работы является весьма ограниченное использование отечественных данных дистанционного зондирования, а следовательно

отсутствие рекомендаций по их применению для решения различных задач и оценки достоинств и недостатков отечественных ДДЗЗ. (стр. 5).

В работе есть несколько ошибок и неточностей. Так на стр. 13 утверждается что «Полиномиальные способы представляют моделируемую поверхность в виде полинома второй - пятой степени». Это конечно не так, степень полинома может быть произвольной.

На стр. 123 написано «Сформированную таким образом систему уравнений решают последовательными приближениями, в каждом из которых неизвестные параметры рассчитываются методом наименьших квадратов. Рассчитанные коэффициенты используются для интерполяции высот произвольных точек области моделирования согласно уравнению (1)». На самом деле систему уравнений, полученную с использованием метода наименьших квадратов решают методом последовательных приближений.

Утверждение на стр. 16 «Что касается собственно цифрования топографических карт, традиционно принято выделять пять его основных способов: цифрование по точкам, автоматическое цифрование, интерактивное цифрование, сканирование, векторизация с помощью дигитайзера» представляет странное смешение способов. Так автоматическое и интерактивное цифрование выполняется по растру, т.е. отсканированному изображению, а цифрование по точкам может быть выполнено как с использованием дигитайзера, так и по отсканированному изображению.

Утверждение на стр. 33 «начался массовый переход от морфометрических методов к цифровому моделированию рельефа» является некорректным. Цифровое моделирование рельефа несколько упрощает применение морфометрического метода и позволяет расширить перечень способов анализа карт.

Также весьма неточным является и следующее утверждение на стр. 59 «По исходным материалам ДЗЗ с учетом ЦМП создается ортофотоплан - сшитая мозаика исходных изображений, скорректированных за рельеф и характеризующихся одинаковыми фотометрическими свойствами». Ортофотоплан не только скорректирован за рельеф, но и переведен из проекции исходного изображения (обычно центральной) в ортогональную проекцию.

Кажется сомнительным использование термина сходимость в следующей фразе на стр. 72. «Под оценкой пригодности подразумевается оценка сходимости ЦМР, построенных разными методами, с референсной моделью». Здесь уместно употребление термина «согласованность».

На стр. 76. Приведена неверная формула средней квадратической ошибки. В случае оценки рядов равноточных измерений с неизвестным истинным значением используется формула, в знаменателе которой стоит $n-1$.

Определение угла наклона на стр. 81. «Угол наклона — угол, образуемый направлением ската с горизонтальной плоскостью» целесообразно было дать в тех же терминах, что и экспозицию склона, т.е. через понятие нормали к поверхности.

Фраза на стр. 91. «Плотность водопостов в зависимости от степени хозяйственного освоения территории может варьироваться от сотен метров до сотен километров» также не является корректной. Плотность — это отношение количества объектов к площади, для которой выполняется вычисление.

На рис. 111 (рис. 31,32) Шкала высот для послойной окраски взята с шагом 50 метров, а сплошные горизонталы проведены через 20 метров. На наш взгляд это не корректно.

Фраза «В отличие от методик автоматизированного трассирования трубопроводов [Рыльский, 2009; Каргашин и др., 2014], которые

учитывают несколько десятков природных и антропогенных факторов и предназначены для детального моделирования трасс трубопроводов в крупном масштабе, используемый алгоритм является более упрощенным (учитывает только три параметра), но вместе с тем работает быстрее.» . (стр 147) неверно определяет достоинства предлагаемого подхода – скорость работы алгоритма не принципиальна, важно время, затраченное на сбор исходных данных.

Внедрение. Отдельные результаты диссертационного исследования реализованы в рамках работ по гранту Президента РФ для поддержки ведущих научных школ (НШ-2248.2014.5).

Работа прошла необходимую **апробацию**. Основные результаты работы были доложены на шести международных и российских конференциях.

Все, сформулированные в работе, защищаемые положения диссертации логично и полно обоснованы.

Основные положения диссертации опубликованы в 12 научных работах, 10 из которых – в изданиях, рекомендованных ВАК.

Отмеченные в отзыве недостатки не снижают значимости диссертации. Автореферат хорошо отражает содержание диссертации и соответствует требованиям ВАК.

С учетом совокупности решенных в диссертации задач, уровня и глубины их теоретической разработки, практической значимости исследования можно сделать вывод, что диссертация Пермякова Романа Викторовича «Комплексное геоинформационно-фотограмметрическое моделирование рельефа в целях картографирования» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения, имеющие существенное

значение для развития страны. Диссертация соответствует требованиям ВАК Российской Федерации.

Судя по публикациям, диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые автором для защиты. Диссертация свидетельствует о личном вкладе автора в фотограмметрию и геоинформатику.

Пермяков Роман Викторович заслуживает присуждения искомой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.33 – Картография.

« 17 » апреля 2016 года

Официальный оппонент:

Кандидат географических наук,
доцент кафедры картографии и
геоинформатики Санкт-Петербургского
государственного университета
Евгений Геннадьевич Капралов



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет»,
Институт наук о земле, кафедра картографии и геоинформатики
199178, г. Санкт-Петербург, 10-я линия, 33-35
Телефон (812) 3286749
E-mail: geomatics.earth@spbu.ru