

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Абрамовой Анастасии Сергеевны на тему
**«Методика оценки точности и качества математико-картографического моделирования
рельефа дна океана (на примере Западной Арктики)»**
на соискание ученой степени кандидата технических наук
(специальность 25.00.33 – «Картография»)

Диссертационная работа Абрамовой А.С. посвящена актуальной проблеме оценки качества цифровых моделей рельефа (ЦМР) дна. Цель исследования – разработка методики оценки точности и качества математико-картографического цифрового моделирования рельефа дна океана. Отметим, что применительно к подводному рельефу такая цель ставится впервые. При этом ставится семь задач исследования, анализ которых позволяет высказать следующие замечания.

1. Остается непонятно применимость «математико-картографического цифрового моделирования рельефа» только к большим (океанским) глубинам или также к рельефу дна на небольших глубинах.
2. Термин «качество» в контексте геодезии и гидрографии включает такие понятия как «точность», «правильность» (мера исключения систематических ошибок), «надежность» (мера исключения грубых ошибок). Поэтому противопоставлять термины «точность» и «качество» (задача номер 1) на наш взгляд нецелесообразно.

3. Задача номер 2 гласит: «Разработать способы оценки точности данных, по которым строится батиметрическая ЦМР». По нашему мнению «данными» являются результаты гидрографической съемки рельефа дна, которая выполняется в соответствии с категориями, требованиями к которым установлены Международной Гидрографической организацией в Стандарте SP-44. Если съемка не соответствует заявляемой категории по SP-44, то ее результаты могут быть использованы для создания ЦМР только в особых, отдельно оговоренных случаях для определенных целей. Например, для отдельных видов океанографических исследований, когда не предусматривается мониторинг рельефа. Современная батиметрия, включающая создание ЦМР дна с оценкой ее качества, является составной частью электронной гидрографии, а не какой-то отдельной областью знаний. Морская картография решает задачи подготовки электронных и цифровых карт, создаваемых для конкретных целей, и базируется на результатах гидрографических исследований.

4. Задача номер 3 гласит: «Разработать способы оценки точности батиметрической модели». Отметим, что такие требования уже разработаны международной гидрографией и воплощены в специализированном гидрографическом программном обеспечении, таком как CARIS HIPS, Qimera, Fledermaus, HYPACK, PDS-2000, EIVA и ряде других менее известных программных продуктах. Создание батиметрических ЦМР осуществляется с использованием специализированных технологий «CUBE» (Combined Uncertainty and Bathymetric Estimator) и «Splint». Оценка качества создания ЦМР дна обеспечивается путем экспорта в формат BAG (Bathymetric Attributed Grid). Данный формат содержит метаданные, включающие параметры качества ЦМР, и используется для обмена батиметрическими данными. Этот формат обеспечивает экспорт батиметрических моделей (ЦМР + метаданные) в ГИС ESRI ArcGIS v.10 для последующего анализа рельефа, создания электронных и цифровых карт и их распространения.

5. Задача номер 5: «Разработать классификацию артефактов батиметрических ЦМР». Данная задача не понятна, поскольку в автореферате не дано определение «артефакта» применительно к батиметрической ЦМР. По-видимому, автор имеет ввиду грубо-ошибочные глубины, которые не были отфильтрованы при окончательной обработке данных съемки. Такие результаты обработки с низкой «надежностью» не должны использоваться для создания ЦМР дна и морских карт на их основе.

Отдельно следует упомянуть задачу номер 4, которая гласит: «Разработать способ оценки точности интерполяции значений глубин в батиметрических ЦМР...».

Данная задача на наш взгляд могла бы стать основной в данной диссертационной работе. Этот вопрос до настоящего времени недостаточно разработан и его изучение является актуальной задачей исследования наряду с анализом методов интерполяции при построении ЦМР.

По описанию содержания глав 2, 3, 4 и 6, 7 представленных в автореферате имеются следующие замечания.

1. В главе 2 упоминается методика и заявлено: «Для апробации трех способов методики были выбраны шесть полигонов». Однако, в тексте автореферата никаких сведений об упомянутой «методике» не приводится. Далее предлагается сравнение общедоступных ЦМР (GEBCO_08, IBCAO v.2,23, ...) с эталонными ЦМР высокого разрешения. При этом сведения о метаданных этих эталонных ЦМР отсутствуют, а их точность оценивается на основе суммарной перенесенной неопределенности (СПН). Известно, что СПН является только априорной оценкой точности, которая декларируется в Стандарте SP-44 для расчета модели неопределенностей глубин и их координат, но не самой ЦМР дна, построенной на основе этих данных. Достоверной может считаться только апостериорная точность ЦМР, которая может быть сформирована на основе «поверхности неопределенностей», а также по результатам статистической обработки глубин в зонах пересечения основных полос обзора сонара с контрольной полосой. Расчет апостериорной оценки точности ЦМР реализован в гидрографических программных пакетах CARIS HIPS и Qimera. Сравнить СПН со «средними квадратическими ошибками (СКО)» некорректно ввиду различной доверительной вероятности. СПН имеет доверительную вероятность 95%, а СКП - 68%.

2. Описание содержания главы 3 изобилует неточностями и вызывает массу вопросов. Во-первых при формировании разностной цифровой модели глубин следует иметь детальную информацию о «тестируемой» и «эталонной» ЦМР. «Эталонной», по-видимому, используется ЦМР, полученной по результатам обработки площадной съемки многолучевого сонара, однако никаких сведений о ее качестве не приводится. Результат апробации способа оценки точности данных путем сравнением с батиметрической моделью IBCAO v.2.23 (ячейки грида 2x2 км) не приводится. Сведения о полигоне 1, на котором выполнялась апробация способа, в автореферате отсутствуют. В описании главы 3 упоминается некий «авторский» алгоритм, использованный для построения ЦМР, но программный продукт, созданный на основе данного алгоритма, без использования которого затруднительно было бы реализовать предлагаемый способ, в тексте автореферата нигде не упоминается. По этой причине по тексту автореферата трудно оценить достоверность предлагаемого способа. Видимо, эти вопросы более подробно изложены в тексте диссертационной работы.

3. По главе 4 автореферата можно дать те же замечания, что и по главе 3. Результаты апробации предложенного метода оценки точности с использованием «тестируемой» ЦМР GEBCO_08 будут во многом зависеть от выбора полигона, на котором выполняется сравнение ЦМР. Выбор полигона не обоснован и поэтому результаты «апробации» методики выглядят неубедительно.

4. От замечаний по главам 6 и 7 мы воздержимся. Наша позиция заключается в том, что «артефакты» ЦМР необходимо не «классифицировать», а исключать путем тщательной окончательной обработки первичных данных однолучевых и многолучевых сонаров. В гидрографических пакетах программ окончательной обработки имеется инструментарий для ручной и автоматической фильтрации грубо-ошибочных глубин, которые должны обязательно устраняться до начала создания ЦМР. Устранение «артефактов» региональных ЦМР (IBCAO, GEBCO) остается актуальной задачей, которую успешно решает мировое научное сообщество, в том числе и в рамках ведущегося проекта GEBCO_2030. По содержанию главы 5 замечаний нет. По нашему мнению в этой главе описано решение наиболее актуальной задачи диссертационной работы. При неравномерной плотности батиметрической информации на больших глубинах, а также при совместном использовании современных данных от многолучевых сонаров и исторических (ретроспективных) данных, имеющих существенно более низкое качество, вопросы оценки точности интерполяции при решении задачи создания ЦМР дна очень актуальны. В центральном арктическом бассейне задача актуализации (корректировки) отечественной ретроспективной батиметрической базы данных в связи с появлением больших объемов съемок с применением многолучевых сонаров является важной государственной задачей связанной с обоснованием расширенного континентального шельфа в российской зоне Арктике в контексте Статьи 76 Конвенции ООН по морскому праву.

Выводы

Несмотря на высказанные замечаниями считаем, что цель, обозначенная в диссертационной работе Абрамовой А.С., является актуальной и поставленные задачи частично выполнены. Автор диссертационной работы исповедует «океанографический» подход к решению задач современной глубоководной батиметрии. Такой подход до недавнего времени не предусматривал строгих методов оценки качества на всех этапах выполнения съемки рельефа дна, включая этап окончательной

обработки и предоставления конечных результатов в виде ЦМР с метаданными. По этой причине можно только приветствовать поиск альтернативных подходов к вопросам оценки качества океанских ЦМР, используемых в океанографических приложениях и не связанных с обеспечением безопасности мореплавания, а также решения инженерных задач на морском дне.

Суммируя вышеизложенное считаю, что Абрамова А.С. заслуживает присвоения ей искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.33 - Картография

Ведущий научный сотрудник

федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга»,

кандидат технических наук, доцент

190121, Английский пр. 1, Санкт-Петербург

Тел. (812) 713-83-79

E-mail: gidrograph@mail.ru

05.22.17 «Водные пути сообщения и гидрография»

Фирсов Юрий Георгиевич

