ОТЗЫВ

официального оппонента д.г.н. Бердникова Сергея Владимировича о диссертации Гурова Константина Игоревича «Характеристики и динамика гранулометрического состава донных наносов прибрежных районов Крыма», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 – Океанология.

Диссертационная работа посвящена исследованию характеристик гранулометрического состава донных наносов, факторов, влияющих на их динамику и пространственное распределение в прибрежных районах Крыма.

Актуальность данного исследования определяют по крайней мере три причины:

– значительное увеличением темпов рекреационного освоения участков побережья Западного и Южного берегов Крыма;

– недостаток современных данных о гранулометрических характеристиках донных отложений в прибрежной зоне Крыма;

– отсутствие оценок влияния локальных геоморфологических (рельеф дна, орография берега) и гидрометеорологических (высота, период и направление волнения) факторов на формирование и изменение размерного состава прибрежно-морских наносов в этих зонах.

Именно эти причины и определили цель диссертационного исследования К.И. Гурова «выявление факторов формирования и динамики распределения фракций гранулометрического состава донных наносов прибрежных районов Крыма, оценка влияния различных гидродинамических условий на пространственно-временные особенности распределения размерных фракций донных наносов в прибрежных районах Крымского полуострова».

Для достижения цели работы автор сформулировал следующие задачи:

1) получить новые экспериментальные данные о количественных характеристиках гранулометрического состава (долевое содержание фракций, средний диаметр частиц и коэффициент сортировки) донных наносов прибрежной и береговой зон исследуемых районов Крыма;

2) выделить основные особенности пространственной изменчивости фракций гранулометрического состава донных наносов и оценить влияние различных гидрометеорологических факторов и процессов на их перераспределение в поверхностном слое донных отложений;

3) сформировать массивы данных о пространственном распределении фракций наносов и рельефе дна для их использования в качестве начальных условий для математической модели XBeach и верификации результатов численного моделирования;

4) выполнить исследование механизмов перераспределения фракций различной крупности по профилю подводного берегового склона при различных параметрах волнения с использованием одномерного и двумерного вариантов численной модели XBeach;

5) используя данные натурных измерений и результаты численных расчетов, оценить региональные пространственно-временные особенности распределения гранулометрических фракций под воздействием штормового волнения в исследуемых прибрежных районах Крыма.

Объектом исследования является поверхностный слой донных наносов прибрежной и береговой зон Каламитского залива, Лименского залива и Балаклавской бухты.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Объем диссертации составляет 166 страниц, содержит 47 рисунков и 13 таблиц. Список использованной литературы включает в себя 175 наименований, в том числе 47 на английском языке.

Во **Введении** обоснована актуальность темы диссертации и рассмотрена степень ее разработанности, сформулированы цели и задачи работы, методы исследования, научная новизна, основные положения, выносимые на защиту. Приводится информация о теоретической и практической значимости работы, связь с научными программами, сведения о степени достоверности и апробации результатов исследования, личный вклад автора и список публикаций по теме диссертации.

В **первой главе** выполнен довольно подробный анализ имеющейся научной литературы, включая и работы автора диссертации, об особенностях гранулометрического состава донных наносов в прибрежных районах Крыма, дается информация об особенностях классификации донных наносов, используемая в работе. Среди факторов формирования и динамики донных наносов в прибрежных районах Крыма автором выделяются глубина и рельеф акватории и прилегающей территории суши, особенности орографии берегов, характер течений, биологическая активность, поступление терригенного и биогенного материала.

Следует согласиться с выводом автора, что, несмотря на большой интерес к изучению прибрежных районов Крыма, детальных исследований особенностей гранулометрического состава донных наносов и его динамики для исследуемых в работе акваторий Каламитского и Лименского заливов и Балаклавской бухты не проводилось.

Сведения о структуре наносов, полученные ранее на отдельных точках в мористой и береговой зонах Каламитского залива, устарели, противоречивы и отрывочны, не отображают реальной картины и требуют обновления. Для акватории Лименского залива современные данных о полях распределения фракций донных наносов также отсутствуют. Имеющиеся данные для акватории Балаклавской бухты разрознены по годам, а описанию гранулометрического состава уделено мало внимания.

Однако есть вопрос, который автор может пояснить в процессе защиты. Почему из всех возможных участков береговой зоны Крыма были выбраны Каламитский и Лименской заливы и Балаклавская бухта?

Во **второй главе** приведен анализ литературных данных, описывающих особенности геолого-геоморфологического строения прибрежной и береговой зон, гидрометеорологические и гидродинамические условия как основные факторы формирования донных наносов в акваториях Каламитского залива, Лименского залива и Балаклавской бухты.

Для участков береговой зоны Каламитского залива отмечено недостаточное поступление материала в связи с зарегулированностью рек Западного Крыма, нерациональным строительством в береговой зоне, добычей песка на участках пересыпей и в прибрежной зоне, что привело к нарушению вдольберегового потока и, как следствие, к негативным геодинамическим процессам в береговой зоне.

Отмечено, что основное перераспределение донных наносов в данном районе происходит преимущественно под воздействием штормовых волн, имеющих направление, близкое к нормали по отношению к береговой линии. Приведены параметры волнения, которые использованы в дальнейшем для выполнения оценок влияния гидродинамических факторов на литодинамику исследуемого района.

Показано, что для Лименского залива характерны высокие берега и активная абразия. Выделены параметры волн для последующих оценок вклада гидродинамических факторов в перераспределение гранулометрического состава донных отложений по профилю подводного берегового склона.

Балаклавская бухта отличается от предыдущих районов своей изолированностью от ветрового воздействия. Поэтому влияние гидродинамических процессов имеет свою специфику. Шторма характерны только для южной, открытой и глубоководной части при сильных южных ветрах.

Поэтому автором сделан вполне обоснованный вывод, что основным фактором, определяющим формирование и изменение гранулометрического состава донных наносов

в исследуемых акваториях, является ветровое волнение, которому он в дальнейшем и уделил особое внимание.

Результаты исследований, рассмотренные во второй главе, автором опубликованы в соавторстве с другими исследователями.

В **третьей главе** автором подробно изложены материалы и методы исследования:

– для всех исследуемых районов представлены карты точек отбора проб в акватории и в береговой зоне. Хотя в тексте диссертации подробно описана сколько и когда было сделано измерений, было бы полезно в докладе представить сводную таблицу количества отобранных проб во временной развертке, хотя бы по годам;

– приведено очень подробное описание применяемого автором метода обработки проб донных наносов, которое можно рекомендовать для распространения;

– приведено подробное описание модели динамики береговой зоны (*XBeach*), которую автор использовал в своей работе. И здесь два варианта. Так как этот программный комплекс, свободно распространяемый, то наверняка есть подробное его описание, на которое достаточно было сослаться. В частности, много формул приводится в работе (Харитонова и др., 2015), на которую автор ссылается. Если же приводятся формулы и особенности применения, характерные для данного района, то тогда надо аккуратно следить за всеми вводимыми обозначениями. Обычно это трудно сделать и появляются переменные и параметры, используемые в формулах, но не описанные в тексте, см., например, формулу (3.14) на стр. 70.

Таблица 3.2. отражает параметры частиц, используемых в модели динамики береговой зоны. Но из содержания главы 3 не следует выбор этих значений, скорее эта таблица должна быть представлена в главе 4.

В **четвертой главе** автором выполнен анализ собранных им и его коллегами в экспедициях данных гранулометрического состава донных наносов в прибрежной зоне Каламитского залива, Лименского залива и Балаклавской бухты в последние 10 лет. Выделены особенности пространственного распределения различных фракций в мористой и прибрежной частях акваторий. Для береговой зоны Каламитского залива получены новейшие данные фракционного состава наносов приурезовой полосы и материала пляжей.

Автором сформированы массивы новых экспериментальных данных о количественных характеристиках гранулометрического состава (долевое содержание фракций, средний диаметр частиц и коэффициент сортировки) донных наносов прибрежной и береговой зон исследуемых районов Крыма (Каламитский залив, Лименский залив, Балаклавская бухта). Это хороший результат, отражающий многолетние полевые

исследования. Представленные здесь эмпирический материал может служить основой для исследований других ученых.

К сожалению, эти данные не являются полностью исчерпывающими. Было бы полезно в приложении к диссертации опубликовать все выполненные автором измерения, указать координаты станций, дату, время измерений и результаты обработки проб в соответствии с подробно описанной в третьей главе методикой. Графического и табличного материала, представленного в работе, недостаточно для этого.

Что еще вызывает возражения. Используемые в настоящее время программные инструменты облегчают исследователю работу построения пространственных карт. Но на представленных картах видно, что результаты обработки данных без серьезного основания экстраполируются за пределы области измерения. Кроме этого, и внутри области измерения интерполяция данных между точками измерения зачастую сомнительна для проб донных наносов. Это все-таки не концентрации различных веществ в водной среде. Достаточно было возле точек измерения расставить измеренные значения. Как это сделано на рис. 4.4. для проб, отобранных на урезе в Каламитском заливе. При этом автор в третьей главе не уделил внимание методам построения пространственного распределения гранулометрического состава донных отложений.

На основе полученных статистических характеристик гранулометрического состава донных отложений береговой зоны обоснован выбор параметров для дальнейшего использования в модели XBeach, как в качестве начальных значений, так и для проверки результатов численного моделирования.

В **пятой главе** с помощью методов математического моделирования проведен анализ основных особенностей динамики гранулометрических фракций донных наносов в прибрежной и береговой зонах Каламитского и Лименского заливов, а также Балаклавской бухты под воздействием ветрового волнения.

Наиболее интересная глава, но и вопросов здесь больше.

Верификация модели. Есть два возможных варианта. В одном случае на исследуемом участке производятся измерения гранулометрического состава донных наносов, которые используются в качестве начальных значений при моделировании, дожидаемся сильного шторма, затем делаем измерения после шторма и сравниваем результаты измерений с расчетом по модели. Во втором случае мы задаем какое-то распределение гранулометрического состава вдоль подводного профиля, затем делаем много расчетов с разными значениями параметров волнения и продолжительностью штормов, примерно соответствующих наблюдаемым в регионе значениям (например, в течение одного года). Затем смотрим итоговое распределение гранулометрического состава

по результатам длительных расчетов и сравниваем с имеющейся базой полевых. В пятой главе нет упоминания об этих подходах. Если автор применял другие методы верификации, то он должен более подробно на них остановится в процессе защиты работы.

Хорошо бы в процессе защиты рассмотреть вопрос чувствительности решений к вариации начальных условий и параметров модели. В частности, на стр. 70 написано «концентрация наноса мгновенно реагирует на изменение потока». Это плохо или хорошо?

В пятой главе автором исследованы задачи влияния волнового воздействия на трансформацию гранулометрического состава наносов вдоль профиля подводного берегового склона для понимания причин, от каких факторов это зависит. Результаты сформулированы в виде обобщающих защищаемых положений. В практическом плане эти задачи очень важны, особенно в условиях решения локальных задач защиты берегов Крымского полуострова, да и не только, без системного понимания всей специфики современных литодинамических и гидродинамических процессов.

Было бы интересно, если бы автор при защите более детально пояснил как проводимые в районе пгт. Николаевка берегоукрепительные работы путем строительства откосно-ступенчатой набережной влияют на распределение наносов по крупности, что происходит с пляжем.

При обсуждении **новизны** полученных автором результатов, следует отметить следующее:

1) для прибрежной и береговой зон Каламитского залива, Лименского залива и Балаклавской бухты сформирован массив данных о гранулометрическом составе донных отложений, включающий наряду с историческими сведениями и данные современных экспедиционных исследований, выполненных автором работы;

2) впервые для Каламитского, Лименского заливов и Балаклавской бухты с применением комплексной морфодинамической модели XBeach определены особенности процессов эрозии и седиментации донных наносов на подводном склоне под воздействием штормового волнения с учетом их фракционного состава.

3. Для каждого из исследованных районов выделены факторы, определяющие влияние волнения на особенности формирования и перестройки гранулометрического состава донных наносов.

Положения, выносимые автором на защиту, обоснованы.

Теоретическая значимость работы. Полученные автором результаты расширяют современные представления о структуре и пространственной изменчивости распределения донных наносов в прибрежных районах и береговой зоне Крыма, характере перераспределения крупно-, средне- и мелкозернистых фракций под воздействием

штормовых условий для акваторий, отличающихся орографией берега, рельефом дна и особенностями гидродинамики.

Практическая значимость работы. Показана возможность применения комплексной морфодинамической модели XBeach для оценки влияния волнения на трансформацию подводного склона в прибрежных районах Крыма. Результаты могут быть использованы при планировании берегозащитных мер, направленных на рациональное использование ресурсов береговой зоны.

В целом диссертация хорошо структурирована и оформлена. Автореферат полностью отражает ее основное содержание. Диссертация Гурова Константина Игоревича «Характеристики и динамика гранулометрического состава донных наносов прибрежных районов Крыма» полностью соответствует специальности 1.6.17 – «океанология» и удовлетворяет всем требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Гуров Константин Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальность 1.6.17 – «океанология».

Официальный оппонент –
доктор географических наук (25.00.28 – океанология)
директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Федеральный исследовательский центр Южный научный центр
Российской академии наук»

Бердников Сергей Владимирович

344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41
Тел. 8(863)250-98-29
+79282960475
E-mail berdnikovsv@yandex.ru

Подпись д.г.н. С.В. Бердникова
Заверяю:
Ученый секретарь ЮНЦ РАН
Булошова Н.П.
«10» марта 2023 г.