РЕЦЕНЗИЯ № 2

на статью **«ОЦЕНКА ПЕРИОДА ПРИБРЕЖНОГО ВОЛНЕНИЯ ПО АКУСТИЧЕСКИМ ДАННЫМ ШУМА МОРЯ»**
авторского коллектива: **Б. В. Чубаренко, С. В. Фетисов**

Работа посвящена методике измерения периода ветровых волн на основе акустических записей. Измерения проводились в Балтийском море в прибрежной зоне. Результаты работы подтверждают перспективность предлагаемого метода. Актуальность работы связана с необходимостью недорогих дистанционных методов для измерения параметров ветрового волнения.

Общие замечания по статье:

1. Терминология. Надо внимательно просмотреть статьи из акустического журнала по данной теме. «Шум моря» в подавляющем большинстве статей это подводный шум. В данном случае у вас это распространение звука в атмосфере, вызванное прибоем. Надо посмотреть подходящий термин. Далее много терминов «звуковые сигналы», «акустические события», «звуки», «звуковые записи» и др. надо в едином стиле взять один термин.
2. Введение. Абзац про первые наблюдения ветровых волн в 17–19 веках, возможно, интересен, но его необходимо дополнить описанием современных приборов, которые сейчас используются, возможно, указать их недостатки и преимущества. Например, как это сделано в работе «Система мониторинга ветрового волнения в прибрежной зоне Черного моря на основе радиолокации, прямых наблюдений и моделирования: первые результаты / Д. В. Ивонин, и др. // Проблемы региональной экологии, 2013». Радиолокация прибрежная – тоже дистанционный метод, по аналогии с вашим. Также стоит упомянуть измерения ультразвуковым волнографом на Д6 недалеко от исследуемого региона «Моделирование ветрового волнения в Балтийском море на прямоугольной и неструктурной сетках на основе реанализа NCEP/CFSR / А. Ю. Медведева и др., 2016», также работы по моделированию волн в балтике Soomere T, Соколов и др.
3. Фраза «звукового поля, естественно возникающего в результате взаимодействия ветра и водной среды» – поскольку измерения проводятся в прибрежной зоне, то в формировании звука участвует и берег, дно, галька разной фракции. В вашем случае, возможно, песок не формирует звук, но саму формулировку лучше уточнить.
4. Рекордер Zoom H2n – надо указать его параметры – на каких частотах ведется запись, какая чувствительность и прочее. CTD-зонд Ocean Seven 310 с какой точностью и частотой измерялось гидростатическое давление?
5. Рис. 4 и «Одна такая аудиозапись представляла собой набор звуковых образов (пучности на рис. 4), разрушения на мелководье (перед зоной заплеска) волновых пакетов (рис. 5), состоящих из основной волны и примкнувшей к ней группы волн. Далее будем называть такой образ звуковым пакетом». Совершенно не понятно. На рисунке сами пучности не выделены. Много терминов: образы, пучности, пакеты – надо выбрать один. Не совсем четко описано про «основную волну и примкнувшие» – речь про акустические волны или ветровые? Есть групповая структура ветровых волн, традиционно именно волновые пакеты (хотя по данным зонда она плохо прослеживается), у вас некая волна и

какие-то еще. Не понятно, вызывает ли звук каждая индивидуальная ветровая волна? Или шум сливается и инд нельзя выделить? Напишите более четко и понятно, это раздел и на рис. 4 надо выделить пакеты. И, как стало понятно далее, вроде бы пакеты звуковые, которые описывают одну ветровую волну? Это надо уточнить и в тексте везде уточнить, где звуковые волны, а где ветровая одна (!) волна.

6. «Объединение этих записей дает нужное для статистического анализа (Коровин, 1994) число звуковых пакетов» – данный подход и длина ряда нужны, чтобы соблюдалось распределение Релея (чтобы не попало два мощных пакета именно ветровых волн и между ними, когда волны небольшие). В вашем случае измерения шума и стд-зондом проводились одновременно, поэтому анализировать период на этих записях надо именно отдельно по каждой записи, пусть она и 5 минут, что у вас и сделано. И тогда не понятно, зачем про объединение написано.

7. Учитывая форму спектра и очень нечеткий пик на станции 1, я думаю, что можно и исключить эту точку (обосновав), так как ошибка в определении пика существенна для результата, а пик очень уж широкий и небольшой шум или +- одна волна сместят пик на 5 сек.

8. В заключении надо указать возможные ограничения метода – будет ли он работать при других периодах 2 сек или 10 сек, на каком расстоянии от прибойной зоны можно размещать микрофон, будет ли все работать на гальке и других типах пляжа.

Редакционные (построчные) замечания по тексту статьи (если есть):

1. *Рис. 1:* нужны координаты и батиметрия.
2. *Подпись к рис. 1:* трехкилометровый – отметить на самом рисунке «3 км» из подписи убрать. В слове *Размываемый* не хватает буквы.
3. Звуковой рекордер – лучше вместо рекордера другое слово, записывающее устройство или датчик.
4. *«непрерывный гул»* – лучше заменить на что-то характеризующее спектр.
5. *Рис. 3:* это формально давление в дБар, в принципе на такой глубине можно считать линейное затухание незначительным, но в тексте стоит упомянуть, что переход к уровню моря без коррекции. В принципе вас интересует период, а не высота – поэтому вроде бы это не так важно.
6. *Рис. 4* и *рис. 6*: не подписано время на оси X, надо добавить.
7. *Рис. 5:* «Пример трех последовательных фаз при разрушении волнового пакета» – показано обрушение одной индивидуальной ветровой волны, а не пакета. Надо уточнить.
8. *Рис. 6:* видимо, это одна ветровая волна, а не пакет (пакет это 9–12 волн). В звуке это действительно пакет звуковых волн, надо по всему тексту внести ясность.
9. Раздел про преобразование Фурье можно несколько сократить, оставив ссылки, так как это общеизвестный метод.
10. *Строка 190:* согласование «рядов, полученные».
11. *Строка 191:* позволил получить на каждой станции пиковый период волнения Tp (4.6±0.7) – надо уточнить, что это средний период на всех станциях.

Резюме рецензента: доработать

Подпись. Рецензент № 2. 28.07.2026.

От редакции: рецензия была направлена авторскому коллективу.

<u>Ответ рецензенту № 2</u> на рецензию от 28.07.2026 на статью авторского коллектива: Б. В. Чубаренко, С. В. Фетисов «ОЦЕНКА ПЕРИОДА ПРИБРЕЖНОГО ВОЛНЕНИЯ ПО АКУСТИЧЕСКИМ ДАННЫМ ШУМА МОРЯ»

Уважаемый рецензент и редакционная коллегия,

Статья «Оценка периода прибрежного волнения по акустическим данным шума моря» была доработана с учетом всех замечаний рецензента.

Авторы выражают благодарность рецензенту за содержательную критику и полезные рекомендации, позволившие улучшить текст. Ниже приведён полный список внесённых правок. Для удобства нумерация строк в ответах соответствует версии рукописи с выделенными изменениями.

Мы надеемся, что обновлённый вариант станет понятнее для аудитории и будет способствовать развитию исследований в этой области.

Спасибо рецензенту за внимательное отношение к нашей работе!

Комментарий рецензента	**Ответ**
	Нумерация строк соответствует версии чистовой рукописи
Рецензент 2:	
1. Терминология. Надо внимательно просмотреть статьи из акустического журнала по данной теме. «Шум моря» в подавляющем большинстве статей это подводный шум. В данном случае у вас это распространение звука в атмосфере, вызванное прибоем. Надо посмотреть подходящий термин. Далее много терминов «звуковые сигналы», «акустические события», «звуки», «звуковые записи» и др., надо в едином стиле взять один термин.	В русскоязычной литературе подобных терминов найти не удалось. Наиболее близкими англоязычными определениями являются «air-borne sound», «sound of breaking waves», «airborne noise», которое встречаются в ряде работ, например (Bolin and Åbom, 2010; Tollefsen and Byrne, 2011; Dallas et. al., 2015 и др). Исходя из этого, мы считаем, что наиболее подходящим термином будет «*шум моря в воздушной среде*». Для сокращения в тексте оставили термин *«шум моря»,* но сделали прояснение во введении, что речь именно о шуме в воздушной среде (**стр. 88-94**). *Bolin K., Åbom M.* Air-borne sound generated by sea waves // The Journal of the Acoustical Society of America. 2010. Т. 127. № 5. С. 2771-2779. https://doi.org/10.1121/1.3327815. *Tollefsen C. and Byrne B.,* “Dependence of airborne surf noise on wave height”, Canadian Acoustics, vol. 39, no. 3, pp. 210–211, Sep. 2011. *Dallas C., Cristina D. S. Tollefsen.* “Physical mechanisms underlying the acoustic signature of breaking waves.” *Canadian Acoustics* 43 (2015): n. Pag.
2. Введение. Абзац про первые наблюдения ветровых волн в 17-19 веках, возможно, интересен, но его необходимо дополнить описанием современных приборов, которые сейчас используются, возможно, указать их недостатки и преимущества. Например, как это сделано в работе	Мы дополнили введение по рекомендации Рецензента. Были добавлены примеры современных приборов (**стр. 40-45**) и работы по моделированию (**стр. 46-51**). Отдельно добавлена информация про радиолокационный метод измерения и спутниковой альтиметрии (**стр. 65-71**)

«Система мониторинга ветрового волнения в прибрежной зоне Черного моря на основе радиолокации, прямых наблюдений и моделирования: первые результаты / Д. В. Ивонин, и др. // Проблемы региональной экологии. 2013». Радиолокация прибрежная - тоже дистанционный метод, по аналогии с вашим. Также стоит упомянуть измерения ультразвуковым волнографом на Д6 недалеко от исследуемого региона «Моделирование ветрового волнения в Балтийском море на прямоугольной и неструктурной сетках на основе реанализа NCEP/CFSR / А. Ю. Медведева и др. 2016, также работы по моделированию волн в балтике Soomere T, Соколов и др.	
3. Фраза «звукового поля, естественно возникающего в результате взаимодействия ветра и водной среды» - поскольку измерения проводятся в прибрежной зоне, то в формировании звука участвует и берег, дно, галька разной фракции. В вашем случае, возможно, песок не формирует звук, но саму формулировку лучше уточнить.	Спасибо, формулировку уточнили (**стр. 78-79**)
4. рекордер Zoom H2n – надо указать его параметры – на каких частотах ведется запись, какая чувствительность и прочее. CTD-зонд Ocean Seven 310 с какой точностью и частотой измерялось гидростатическое давление?	Мы добавили дополнительное описание технических характеристик записывающего устройства Zoom H2n (**стр. 154-158**). Точность и частота измерения CTD-зонда указана в **стр. 191-192**
5. Рис. 4 и «Одна такая аудиозапись представляла собой набор звуковых образов (пучности на рисунок 4), разрушения на мелководье (перед зоной заплеска) волновых пакетов (рисунок 5), состоящих из основной волны и примкнувшей к ней группы волн. Далее будем называть такой образ звуковым пакетом». Совершенно не понятно. На рисунке сами пучности не выделены. Много терминов: образы, пучности, пакеты – надо выбрать один. Не совсем четко описано про «основную волну и примкнувшие» речь про акустические волны или ветровые? Есть групповая структура ветровых волн, традиционно именно волновые пакеты (хотя по данным зонда она плохо прослеживается), у вас некая волна и какие-то еще. Непонятно, вызывает ли звук каждая индивидуальная ветровая волна? Или шум сливается и инд нельзя выделить? Напишите более четко и понятно, это раздел и на рис. 4, надо выделить пакеты. И как стало понятно далее, вроде бы пакеты звуковые, которые описывают одну ветровую волну? Это надо уточнить и в тексте, везде уточнить, где звуковые волны, а где ветровая одна (!) волна.	Спасибо за важное замечание. Действительно, в работе анализируются *звуковые пакеты*, а не волновые. Уточнили формулировки по всему тексту. Оставили в одном предложении «пучность», как визуальный образ неоднородности записи (стр. 158-161), а далее везде использовали «звуковой пакет»
6. «Объединение этих записей дает нужное для статистического анализа (Коровин, 1994) число звуковых пакетов» - данный подход и длина ряда нужны, чтобы соблюдалось распределение Релея	Комментарий про статистический анализ убрали (**стр. 247-248**).

(чтобы не попало два мощных пакета именно ветровых волн и между ними когда волны небольшие). В вашем случае измерения шума и стд-зондом проводились одновременно, поэтому анализировать период на этих записях надо именно отдельно по каждой записи, пусть она и 5 минут, что у вас и сделано. И тогда не понятно, зачем про объединение написано.	
7. Учитывая форму спектра и очень нечеткий пик на станции 1, я думаю, можно и исключить эту точку (обосновав), так как ошибка в определении пика существенна для результата, а пик очень уж широкий и небольшой шум или +- одна волна сместят пик на 5 сек.	Мы согласны, что спектральный пик на станции 1 выражен нечётко. Это, вероятно, связано с близостью мола и суперпозицией прямых и отражённых волн. Мы добавили комментарий на эту тему в раздел Результаты и обсуждение (**стр. 235-239**)
8. В заключении надо указать возможные ограничения метода – будет ли он работать при других периодах 2 сек или 10 сек, на каком расстоянии от прибойной зоны можно размещать микрофон, будет ли все работать на гальке и других типах пляжа?	Представленный метод был проверен для волн с периодами в диапазоне 3–8 с, что соответствует наиболее типичным условиям ветрового волнения в исследуемом регионе. Использование метода для идентификации периода волн за пределами этого диапазона потребует дополнительной верификации. Расстояние до уреза - очень важно, чтобы звук от обрушения не сливался в сплошной шум, как на мысах, где зона последнего обрушения удалена от уреза. Тип донного осадка будет влиять на громкость звука. Несмотря на это, мы считаем, что предложенный метод будет работать на разных типах пляжа, однако для достижения сопоставимой точности оценок требуется локальная калибровка с учётом морфологии берега. С учетом всех перечисленных ограничений мы добавили в заключение абзац с их описанием (**стр. 301-312**).
Редакционные (построчные) замечания по тексту статьи (если есть):	
1. Рис. 1: нужны координаты и батиметрия	Добавлено
2. Подпись к рис. 1: трехкилометровый – отметить на самом рисунке «3 км» из подписи убрать. В слове «размываемый» не хватает буквы	Спасибо, исправили.
3. звуковой рекордер – лучше вместо рекордера другое слово, записывающее устройство или датчик	Исправили: «звуковой рекордер» в тексте заменили на «записывающее устройство».
4. «непрерывный гул» - лучше заменить на что-то характеризующее спектр	Сделано
5. рис. 3 – это формально давление в дБар, в принципе на такой глубине можно считать линейное затухание незначительным, но в тексте стоит упомянуть, что переход к уровню моря без коррекции. В принципе вас интересует период, а не высота – поэтому вроде бы это не так важно.	Сделано. В тексте добавили пояснение (**стр. 148-149**)
6. рис. 4 и рис. 6 не подписано время на оси X, надо добавить	На рисунок 4 добавлена длительность записи в подпись к рисунку. На рисунке 6 добавлены

	значения длительности по оси X
7. рис. 5: «Пример трех последовательных фаз при разрушении волнового пакета» - показано обрушение одной индивидуальной ветровой волны, а не пакета. Надо уточнить	Спасибо, уточнили формулировку в подписи к рисунку 5.
8. рис. 6: видимо, это одна ветровая волна, а не пакет (пакет это 9-12 волн). В звуке это действительно пакет звуковых волн, надо по всему тексту внести ясность.	Спасибо, сделано.
9. раздел про преобразование Фурье можно несколько сократить, оставив ссылки, так как это общеизвестный метод.	Сократили раздел, убрали общеизвестную формулу процедуры DFT.
10. строка 190: согласование «рядов, полученные»	Исправили
11. строка 191: позволил получить на каждой станции пиковый период волнения Tp (4.6±0.7) – надо уточнить, что это средний период на всех станциях	Сделано

С уважением, авторский коллектив. 18.08.2026.

От редакции: ответ и доработанная версия статьи были направлены редакцией рецензенту.

Подтверждение Рецензента № 2 на публикацию:

Уважаемая редакция.

Авторы учли все замечания, статью можно принять.

Подпись. Рецензент № 2. 18.08.2026.