

РЕЦЕНЗИЯ № 2

на статью «**ПОВЕРХНОСТНЫЕ ГРАВИТАЦИОННЫЕ ВОЛНЫ В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ И В ДРЕЙФУЮЩЕМ ЛЬДУ АРКТИКИ**»

авторского коллектива: В. Н. Смирнов, М. С. Знаменский, В. В. Алексеев, В. В. Иванов

Статья посвящена исследованиям поверхностных гравитационных волн в ледяном покрове Арктического бассейна, распространение которых сопровождается периодическими деформациями изгиба и сдвига во льдах. Основой статьи являются результаты, полученные с помощью нескольких автономных сейсмических станций, установленных на льду в рамках крупнейшего международного арктического проекта последних лет MOSAIC. Авторы выполняют анализ амплитудных спектров измеренных колебаний льда и разумно интерпретируют особенности спектров в терминах распространения волн зыби из свободных ото льда акваторий Северной Атлантики через ледяной покров в приполюсной район Арктического бассейна. В рамках своих исследований авторы демонстрируют отличные знания современной литературы по теме статьи.

Долговременные экспериментальные данные о колебаниях в ледовом покрове Центрального Арктического бассейна являются уникальными. Только в силу одного этого обстоятельства статья достойна быть опубликована в журнале “Океанологические исследования”, но сделать это возможно только после устранения ряда недостатков представления материала, затрудняющих в существенной мере понимание читателем основных результатов работы.

Имеющиеся недостатки статьи, отмечаемые далее рецензентом, можно условно назвать “редакторскими”. Далее замечания пронумерованы для облегчения ответов авторов на них.

1. Неловким кажется выражение об уменьшении арктического морского льда (*строка 35*). Видимо имеется в виду уменьшение площади и толщины, или объема.

2. Странным выглядит замечаний о том, что упомянутое “уменьшение” льда особенно явно проявляется уменьшением толщины льда, который подвержен торошению и в котором образуются разводья (*строка 36-37*). Правильней, наверное, заметить, что лед вообще любой морской в целом становится тоньше, ну и при торошении блоки торосов уменьшаются в одном из своих размеров.

3. Верное замечание про важность исследований массы морского льда и торосов (*строка 37*) не находит никакого своего развития далее в тексте статьи и поэтому кажется в этой статье излишней.

4. Следует уточнить, в какой области работа Munk-а 1947 года является одной из первых (*строка 55 - 57*). В его работе рассматриваются поверхностные волны во льду?

5. Формула для затухания волн в сплошном льду (*строка 62*) выведена Robin-ом в работе 1963 г.? Или все-таки тут следует дать ссылку на другую публикацию? И там же следует определить сплошной лед – это сплоченность строго 10 баллов? Или какой диапазон баллов или процентов? То же касается разреженного льда (*строка 67*). Это лед, состоящий примерно из каких типов льдов согласно ледовой номенклатуре (крупнобитых, иных) и какой приблизительно сплоченности (Wadhams и Doble, 2009 писали же об этом)?

6. В *строке 75*, наверное, лучше использовать слово “предполагалось”. В *строке 82*, возможно, лучше написать “были отмечены две моды”.

7. В *строке 83* введен неизвестный термин “энергетические волны”. В *строке 87* вводится до этого не объясненное сокращение SH-волны.

8. Понятное, в целом, утверждение в *строке 92-93* о распространении IGW противоречит определению этих волн, данному авторами в *строке 71*. В *строке 71-73*

указывается, что для возникновения таких волн требуется, помимо зыби открытого океана, еще и их нелинейное взаимодействие с ветровыми волнами и с наклонным дном. Разве трансформация волн зыби в IGW – неизбежное явление при достижении зыбью ледяного покрова?

9. В *строке 102-103* авторы указывают на самое интенсивное ледовое событие во время ледокола дрейфа Поларштерн 16-17 февраля 2020 года. При этом в аннотации к статье те же даты указываются для мощного шторма в Северной Атлантике, зафиксированного по данным микросейсмических колебаний на прибрежных станциях Гренландского моря. Означает ли это, что авторы подразумевают практически мгновенную передачу колебаний от шторма в приполюсной район Арктического бассейна? Если это так, то требуются дополнительные пояснения в тексте статьи. Пояснения тем более нужны, имея в виду тот факт, что на рисунке 4 и в тексте после этого рисунка рассматривается шторм в районе Северной Атлантики, свободном ото льда 14–15 февраля 2020 г.

10. В *строке 180–181* в третий раз (и поэтому излишне) упоминаются 16 и 17 февраля как время самого интенсивного ледового события.

11. В подписи к *рисункам 2 и 3* указывается станция Beta, про которую читатель никак не проинформирован до того в тексте статьи. Возможно, ранее надо добавить рисунок с расположением, общим числом и названиями станций. Также хорошо бы отметить, почему демонстрируются данные станции Beta (а не Alfa, например). В подписи к рисунку 3 поверхностные гравитационные волны названы в скобках IGW. Хотелось бы видеть в тексте статьи развернутое определение типа волн и затем четкое следование этому определению в анализе результатов. Более понятного следования данному в начале статьи определению хотелось бы видеть и в *строке 348–349*.

12. В *строках 210–211* второй раз (и поэтому излишне) в тексте статьи дается определение IWG.

13. В *строке 230–231* авторы применяют неудачное выражение “чем короче источник”. Вероятно, имеется в виду, что чем короче генерируемые источником волны, тем...и далее по тексту.

14. Подпись к *рисунку 5* была бы более информативна, если бы авторы указали координаты сейсмостанции DK. SCO.

15. В *строках 376 – 378* наблюдаются неудачные, соседствующие между собой в последовательных предложениях, выражения про важный момент, момент, и важно выделить. Уверен, мысль авторов в этих предложениях можно выразить лучше.

16. В *строке 386* вторично (и поэтому излишне) дается определение изгибно-гравитационных волн. Кроме того, после первого определения типа волн и представления их сокращенного названия, разумно далее в тексте использовать сокращенное название. Это замечание относится также к *строке 416*.

17. Если авторы абсолютно уверены, что их сейсмостанции в рамках проекта MOSAIC стояли на льду около 2 м (см. *строку 422*), то рецензент снимает это свое замечание, вызванное тем, что по имеющимся у него сведениям лед в районах установки измерительных устройств проекта был тоньше. Возможно, будет лучше, если авторы укажут диапазон толщин льда в районе установки их нескольких сейсмостанций.

18. Вызывает сомнение правильность цитирования авторами статьи Squire et al., 1995 (*строка 433–435*). Трудно себе представить ледяное образование, которое бы не разрушилось, когда его изгибает волна амплитудой 100 см. Авторы уверены, что в цитируемой работе наблюдались волны такой амплитуды во льду? И конечно, волны во льду с амплитудой 9–100 см трудно сравнить с 20 мм, зафиксированными авторами.

19. В подписи к *рисунку 7* лучше бы представить перевод термина highpass для примененного фильтра. В подписи к рисунку 8 тоже относится к термину bandpass. Кроме того хорошо бы назвать применяемый авторами фильтр (число его полюсов) с тем, чтобы

внимательный читатель мог бы сам судить о “крутизне” передаточной функции “срезающей” сигнал.

20. В строке 475 и далее авторы перестали называть свои станции латинскими буквами, а перешли к русским. Для лучшего понимания читателями смысла статьи лучше бы применять однообразные названия.

21. Как кажется повторение информации в строках 431 – 432 и 515 – 516 излишне.

22. Кажется неловким применение слова “настоящим” в строке 519.

23. В абзаце (строки 609–615), с учетом предыдущих замечаний рецензента относительно дат шторма и “самого заметного явления в ледяном покрове”, хотелось бы ясно понять мнение авторов относительно времени распространения сигнала от сильного шторма через ледяной покров такой-то протяженности (в текущем варианте текста не указана полезная оценка протяженности ледяного покрова от кромки до позиции сейсмостанций авторов) в приполюсной район Арктического бассейна.

В целом, в настоящем виде статья представляет собой анализ уникальных экспериментальных данных в попытке обсудить актуальную научную и прикладную проблему. Попытка предпринимается весьма квалифицированными авторами. Однако формулировки текущей версии текста требуют существенной доработки.

В случае согласия авторов с большинством сделанных рецензентом замечания (см. выше) и после осуществления соответствующих исправлений, статья может быть опубликована без повторного рецензирования.

Подпись: Рецензент № 2. 28.08.2023.

От редакции: рецензия была направлена редакцией авторскому коллективу.

Ответ рецензенту № 2 на Рецензию от 28.08.2023 на статью авторского коллектива: В. Н. Смирнов, М. С. Знаменский, В. В. Алексеев, В. В. Иванов «**ПОВЕРХНОСТНЫЕ ГРАВИТАЦИОННЫЕ ВОЛНЫ В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ И В ДРЕЙФУЮЩЕМ ЛЬДУ АРКТИКИ**».

Рецензент: 1. Неловким кажется выражение об уменьшении арктического морского льда (строка 35). Видимо имеется в виду уменьшение площади и толщины, или объема.

2. Странным выглядит замечаний о том, что упомянутое “уменьшение” льда особенно явно проявляется уменьшением толщины льда, который подвержен торошению и в котором образуются разводья (строка 36-37). Правильней, наверное, заметить, что лед вообще любой морской в целом становится тоньше, ну и при торошении блоки торосов уменьшаются в одном из своих размеров.

Ответ: Текст уточнен.

За последние десятилетия одним из самых заметных последствий современного изменения климата стало уменьшение объема арктического морского льда, отмеченного особенно в экспедиционных измерениях толщины ровного льда и торосов.

Рецензент: 3. Верное замечание про важность исследований массы морского льда и торосов (строка 37) не находит никакого своего развития далее в тексте статьи и, поэтому, кажется в этой статье излишней.

Ответ: Согласны, сокращено в рукописи.

Рецензент: 4. Следует уточнить в какой области работа Munk-a 1947 года является одной из первых (строка 55 - 57). В его работе рассматриваются поверхностные волны во льду?

Ответ: ПРАВКА РАНЕЕ СДЕЛАНА В РУКОПИСИ.

Рецензент: 5. Формула для затухания волн в сплошном льду (строка 62) выведена Robin-ом в работе 1963г? Или, все таки тут следует дать ссылку на другую публикацию. И там же следует определить сплошной лед – это сплоченность строго 10 баллов? Или какой диапазон баллов или процентов? Также касается разреженного льда (строка 67). Это лед состоящий, примерно, из каких типов

льдов согласно ледовой номенклатуре (крупнобитых, иных) и какой приблизительно сплоченности (Wadhams и Doble, 2009 писали же об этом).

Ответ: Учитывается, по возможности.

Рецензент: 6. В строке 75, наверное, лучше использовать слово “предполагалось”. В строке 82, возможно, лучше написать “были отмечены две моды”.

Ответ: Согласны. Исправлено.

Рецензент: 7. В строке 83 введен неизвестный термин “энергетические волны”. В строке 87 вводится до этого не объясненное сокращение SH-волны.

Ответ: Уточнено в тексте.

Рецензент: 8. Понятное, в целом, утверждение в строке 92-93 о распространении IGW противоречит определению этих волн, данному авторами в строке 71. В строке 71-73 указывается, что для возникновения таких волн требуется, помимо зыби открытого океана, еще и их нелинейное взаимодействие с ветровыми волнами и с наклонным дном. Разве трансформация волн зыби в IGW неизбежное явление при достижении зыбью ледяного покрова?

Ответ: Здесь важно ответить на вопрос: продолжается ли трансформация волн зыби на чистой воде и в ледяном покрове? Вопрос открытый.

Рецензент: 9. В строке 102-103 авторы указывают на самое интенсивное ледовое события во время ледокола дрейфа Поларитерн 16-17 февраля 2020 года. При этом в аннотации к статье те же даты указываются для мощного шторма в Северной Атлантики, зафиксированного по данным микросейсмических колебаний на прибрежных станциях Гренландского моря. Означает ли это, что авторы подразумевают практически мгновенную передачу колебаний от шторма в приполюсной район Арктического бассейна? Если это так, то требуются дополнительные пояснения в тексте статьи. Пояснения тем более нужны, имея в виду тот факт, что на рисунке 4 и в тексте после этого рисунка рассматривается шторм в районе Северной Атлантики свободном ото льда 14-15 февраля 2020 г.

Ответ: Согласны, вставлен текст в раздел Обсуждение.

Во время микросейсмической бури происходил процесс распространения упругих сейсмических волн по Земной Коре, Как показано на рисунке 5 сейсмические станции, особенно на побережье Гренландского моря, регистрировали эти колебания. Естественно, что из-за большой разницы скоростей распространения микросейсм и волн зыби происходила практически мгновенная передача колебаний в морском дне от шторма, т.е. можно считать, что микросейсмическая буря является предвестником ИнфраГВ в арктическом льду.

Рецензент: 13. В строке 230–231 авторы применяют неудачное выражение “чем короче источник”. Вероятно, имеется в виду, что чем короче генерируемые источником волны, тем....и далее по Тексту.

Ответ: Исправлено в тексте рукописи.

Рецензент: 15. В строках 376 – 378 наблюдаются неудачные, соседствующие между собой в последовательных предложениях, выражения про важный момент, момент, и важно выделить. Уверен, мысль авторов в этих предложениях можно выразить лучше.

Ответ: Исправлено. При анализе механики деформирования льда важно учесть внутреннее напряженное состояния ледяного покрова и процесс динамического сжатия и разрежения во льду. Когда волновой пакет повышенной амплитуды покидает пределы измеряемой области, то деформации льда не превышают критичных пределов его механической прочности, и сбросы напряжений не происходят.

Рецензент: 16. В строке 386 вторично (и поэтому излишне) дается определение изгибно-гравитационных волн. Кроме того, после первого определения типа волн и представления их сокращенного названия, разумно далее в тексте использовать сокращенное название. Это замечание относится также к строке 416.

Ответ: Исправлено.

Рецензент: 17. Если авторы абсолютно уверены, что их сейсмостанции в рамках проекта MOSAIC стояли на льду около 2 м (см. строку 422), то рецензент снимает это свое замечание, вызванное тем, что по имеющимся у него сведениям лед в районах установки измерительных устройств проекта был тоньше. Возможно, будет лучше, если авторы укажут диапазон толщин льда в районе установки их нескольких сейсмостанций.

Ответ: Показано в тексте. 1.5–2.0 м на всем полигоне лагеря станции.

Рецензент: 18. Вызывает сомнение правильность цитирования авторами статьи Squire et al., 1995 (строка 433-435). Трудно представить себе ледяное образование, которое бы не разрушилось когда его изгибает волна амплитудой 100 см. Авторы уверены, что в цитируемой работе наблюдались волны такой амплитуды во льду? И, конечно, волны во льду с амплитудой 9–100 см трудно сравнить с 20 мм зафиксированными авторами.

Ответ: Это чисто теоретическая модель. Согласны, что трудна для практического использования.

Рецензент: 19. В подписи рисунка 7 лучше бы представить перевод термина *highpass* для примененного фильтра. В подписи к рисунку 8 то же относится к термину *bandpass*. Кроме того, хорошо бы назвать применяемый авторами фильтр (число его полюсов) с тем, чтобы внимательный читатель мог бы сам судить о “крутизне” передаточной функции “срезающей” сигнал.

Ответ: Исправляется.

Рецензент: 20. В строке 475 и далее авторы перестали называть свои станции латинскими буквами, а перешли к русским. Для лучшего понимания читателями смысла статьи лучше бы применять однообразные названия.

Ответ: Исправлено!!!!!!!!!!!!!!

Рецензент: 21. Как кажется повторение информации в строках 431–432 и 51–516 излишне.

Ответ: Оставлен один вариант.

Рецензент: 22. Кажется неловким применение слова “настоящим” в строке 519.

Ответ: Исправлено на «реальное геофизическое явление».

Рецензент: 23. В абзаце (строки 609 - 615), с учетом предыдущих замечаний рецензента относительно дат шторма и “самого заметного явления в ледяном покрове”, хотелось бы ясно понять мнение авторов относительно времени распространения сигнала от сильного шторма через ледяной покров такой-то протяженности (в текущем варианте текста не указана полезная оценка протяженности ледяного покрова от кромки до позиции сейсмостанций авторов) в приполюсной район Арктического бассейна.

Ответ: Вставка. «Расстояние, которое прошла волна зыби от кромки льда до точки наблюдения, составляла около 1100 км. Время/длительность регистрации поля волн во льду составила 36 часов».

С уважением, авторский коллектив. 25.09.2023.

От редакции: повторное рецензирование не требуется, на усмотрение редакции журнала.