

## РЕЦЕНЗИЯ № 2

на статью «АВТОМАТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ НОВОЗЕМЕЛЬСКОЙ БОРЫ»

авторского коллектива: **В. С. Кошкина, А. В. Гавриков, Н. Д. Тилинина**

Значительная часть местных воздушных циркуляций возникает в результате взаимодействия крупномасштабного атмосферного потока с орографическими неоднородностями подстилающей поверхности. К ним относятся горно-долинные, ветры подветренных склонов, стоковые ветры и так называемые «подветренные бури». Термин «подветренные бури» (или ветры подветренных склонов) – дословный перевод с английского “downslopewindstorms” [Durrant, 1986]. Эти ветра возникают на подветренных склонах при переваливании воздушными потоками горных препятствий. В одних случаях они приносят повышение температуры (фёны), в других – похолодание (ветра типа боры).

Классическая бора связана с переваливанием холодной воздушной массы через горный хребет, когда на наветренной стороне происходит подъём воздуха, конденсация водяного пара, образование облачности, а на подветренной – интенсивный нисходящий поток воздуха, достигающий ураганной силы [Бурман, 1969; Стехновский и др., 1971; Шелковников, 1985]. Из всех местных ветров, порождаемых орографическими неоднородностями земной поверхности, наибольший интерес представляют именно «подветренные бури». Этот интерес во многом определяется значительной опасностью явления, которое оказывает особое, чаще негативное, воздействие на природные системы и приводит к возникновению опасных природных явлений, под которыми следует понимать стихийное событие природного происхождения, которое по интенсивности, масштабу распространения и продолжительности может вызвать негативные последствия для жизнедеятельности людей, а также экономики и природной среды. При этом, «подветренные бури» характеризуются увеличением скорости ветра, его порывистостью и резкими изменениями температуры.

В данной работе рассматривается новоземельская бора, возникающая на одноимённом архипелаге Новая Земля (НЗ), который находится в Северном Ледовитом океане. Архипелаг находится в зоне активных синоптических процессов. Новая земля разделяет воздушные массы Карского (холодного) и Баренцева (тёплого) морей. Карское море большую часть года покрыто льдом. Надо отметить, что рассматривается период событий боры с 2015–2023 года. В работе по данным моделей высокого разрешения атмосферной модели WRF, сравнивая с данными модели более низкого разрешения по реанализу ERA5 (с пространственным разрешением 27км), проанализировано около 450 бор (событий). Предлагается методика автоматической идентификации боры, т. е. определить объективные критерии, по которым будет автоматически определяться бора по данным численного моделирования. Критерием боры служит скорость и направление ветра. Скорость ветра в Баренцевом море должна превышать скорость ветра фонового потока на 30 %, такой подход исключает случаи, когда сильный ветер не является кататическим процессом (борой). И ещё один критерий введён – это временной, когда продолжительность боры больше 6 часов, а время между событиями менее 12 часов. По нашему мнению, так же важным условием события боры является перпендикулярное направление ветра по отношению к хребту, что авторы не подчеркивают, однако и по рисункам и результатам наблюдений это подтверждается исследованием. В результате обработки большого материала и наблюдений, данных, было установлено, что в среднем за год происходит 51 бора (событий), причем, по модели WRF суммарная длительность составляет 87 суток и 44 боры (событий) по ERA5, что суммарно по времени составило 52 суток. Таким образом, средняя продолжительность боры составила 1–2 суток и повторяемость 4 раза в месяц по обеим моделям. В таблице 1 показана базовая статистика

событий. Здесь видно, что максимальная скорость ветра, рассчитанная по WRF 35 м/с больше, чем скорость, рассчитанная по ERA5 -20,8 м/с. Соответственно, и их продолжительность так же соотносится.

На рис. 4(а) показан среднегодовой ход скорости ветра по обеим моделям в течение события боры. Можно понять, что бора происходит чаще в феврале–марте и ноябре–декабре. Не ясно только, почему на этом рисунке оценка перепада температур показана по шкале К, а на других по Цельсию? Может здесь опечатка? Если нет, хотелось бы пояснений.

На рис. 5 чётко показана зависимость величины амплитуды возмущённой волны от высоты препятствия и соответственно приземных скоростей ветра. Однако, нет представления с помощью какой модели получены результаты? Так же в выводах параграфа «горизонтальные композиты» утверждается о возможном наличии разного механизма боры в зависимости от региона Новой земли.

Это утверждение является сомнительным, т. к. механизм боры на НЗ один, с той лишь разницей, что в центральной и северной частях выше орография, что повышает вероятность возникновения события. Авторами показано, что в южной части архипелага бора не происходит.

Механизм боры, на наш взгляд, здесь аналогичен механизму новороссийской боры, который достаточно четко описан в работах:

1. Berzegova R.B., Kozhevnikov V.N., Bedanokov M.K., Repina I.A. Energy modeling of Novorossiysk bora// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019, № 1, doi:10.1088/1755-1315/231/1/012010.

2. Berzegova R.B., Kozhevnikov V.N., Bedanokov M.K. Modeling of the Novorossiysk bora: Part 2. Energetics of the of the atmosphere at the Novorossiysk bora, Russ. J. Earth Sci., Vol. 19, doi:10.2205/2019ES000685.

В работе [Ефимов, Барабанов, 2013] проводится численное моделирование сильной боры 7 – 8 февраля 2012 года. Сравнение данных об изменениях во времени скорости на высоте 10 м и температуры на высоте 2 м проведено по данным измерений и численного расчета в районе Новороссийска. Отмечается, что бору следует рассматривать как нестационарный процесс вторжения масс холодного воздуха с севера через горы на юг, вытесняющего массу теплого воздуха. Установлено, что возмущения при боре существенно изменяются по вертикали.

Считаю, что статья соответствует тематике журнала, содержит новые результаты. Есть определённая логика изложения материала, ясно изложены подходы в исследованиях. Статья может быть принята к публикации после устранения замечаний.

**Подпись. Рецензент № 2. 24.09.2024.**

**От редакции:** рецензия была направлена авторскому коллективу.

**Ответ рецензенту № 2 на Рецензию от 24.09.2024 на статью авторского коллектива: В. С. Кошкина, А. В. Гавриков, Н. Д. Тилинина «АВТОМАТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ НОВОЗЕМЕЛЬСКОЙ БОРЫ».**

Авторы благодарны Рецензенту за внимательное прочтение работы и конструктивную критику. Согласно рекомендациям уважаемого Рецензента, авторы внесли в текст статьи следующие изменения:

**Рецензент:** *«По нашему мнению, так же важным условием события боры является перпендикулярное направление ветра по отношению к хребту, что авторы не подчеркивают, однако и по рисункам, и результатам наблюдений это подтверждается исследованием».*

**Ответ:** В работе указано, что критерием боры служит скорость и направление ветра: Направление определялось как интервал  $\pm 45$  от нормали длинной стороны домена, т. е.

подразумевается перпендикулярное по отношению к хребту направление ветра в окрестности 45 градусов. Доработан соответствующий абзац и добавлена поясняющая иллюстрация на рис. 1в:

Определяющей метрикой разработанного критерия служит скорость и направление приземного ветра (на высоте 10 м). Для наличия боры направление ветра должно лежать в диапазоне  $\pm 45$  градусов от нормали к хребту (врезка на рисунке 1в). Это условие должно выполняться на более чем 30 % площади региона.

**Рецензент:** *«Не ясно только, почему на этом рисунке оценка перепада температур показана по шкале К, а на других по Цельсию? Может здесь опечатка? Если нет, хотелось бы пояснений».*

**Ответ:** Во всей работе приводится оценка температуры в градусах Цельсия. На рисунке 4б оценка перепада температур показана по шкале градусов Цельсия (желтые и зеленые линии). На рисунке 4а линиями приведены среднегодовые величины скорости ветра. Добавлены соответствующие уточнения в подписях к рисункам.

**Рецензент:** *«На рис. 5 чётко показана зависимость величины амплитуды возмущённой волны от высоты препятствия и соответственно приземных скоростей ветра. Однако, нет представления с помощью какой модели получены результаты?»*

**Ответ:** Спасибо за ценное замечание. В тексте и подписях к рисункам добавлено, что вертикальные и горизонтальные распределения на рис. 5 и 6 были получены с помощью модели WRF.

**Рецензент:** *«Также, в выводах параграфа «горизонтальные композиты» утверждается о возможном наличии разного механизма боры в зависимости от региона Новой Земли.*

*Это утверждение является сомнительным, т. к. механизм боры на НЗ один, с той лишь разницей, что в центральной и северной частях выше орография, что повышает вероятность возникновения события.»*

**Ответ:** Авторы согласны с замечанием рецензента о едином механизме возникновения боры. Различные регионы НЗ отличаются частотой и интенсивностью события в силу высоты орографии. В отредактированном тексте было убрано предположение о наличии разного механизма боры.

Мы будем рады ответить на любые дополнительные вопросы и комментарии, которые у Вас могут возникнуть. Спасибо за Вашу обратную связь!

**С уважением, авторский коллектив. 01.10.2024.**

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

## **Подтверждение Рецензента № 2 на публикацию:**

Добрый день.

Благодарю авторов за внимательное отношение к замечаниям. Все замечания устранены. Хотел бы заметить, что мое замечание по поводу рис. 4б было обосновано. Если посмотреть вариант присланной мне статьи, то там чётко видно, что справа на рисунке вертикальная подпись: перепад температуры (оК). Но, в любом случае, удовлетворен тем, что правки внесены. Есть ещё одна неточность в ссылках на литературу, к сожалению, ранее не заметил. В первой ссылке моими соавторами являются другие коллеги. Данная ссылка имеет вид:

1. Беданок М.К., Берзегова Р.Б., Кожевников В.Н., Экба Я.А. Обзор работ, посвященных моделированию явлений обтекания неровностей земли и катастрофических ветров типа боры// Вестник Тверского государственного университета. Сер.: география и геоэкология, 2018, № 3, С. 15-39.

Считаю, что с устранением этой неточности статью можно рекомендовать к публикации. Спасибо.

**Подпись. Рецензент № 2. 08.10.2024.**

**От редакции:** замечание устранено.