



Рис. 4. Зависимость средних значений куба скорости (мощности) от осредненной скорости на протяжении всего шквала

Согласно теории Колмогорова А.Н. [Kolmogorov, 1934], квадрат скорости может быть получен $v^2 = c_1 * eps * t_1$, где $c_1 < 1$, откуда $eps = v^2 / c_1 * t_1$, где используется осредненная скорость, а площадь может быть выражена $s = c_3 * eps * t^3$, где c_3 находится в диапазоне 10–14, откуда можем получить оценку поперечного масштаба, который мы не можем померить с помощью лишь одной мачты, $l = (c_3/c_1)^{1/2} * v * t$, а отношение $(c_3/c_1)^{1/2} = ((10-14) / 1)^{1/2}$ примерно равно 3–4. То есть поперечные размеры шквалов в среднем могут быть больше в 3–4 раза. Для выводов окончательного соотношения можно воспользоваться результатами численного моделирования, например, сделанного Вазаевой и др. [2024] — где пространственные размеры в самом деле отличаются в несколько раз, для получения же более статистически обоснованной информации предполагается использовать большее количество частных случаев. По размерам шквалов можно оценить энергию разрушений через их характерные времена и форсинги.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализирован большой массив данных, полученных по шквалам и шквалистым усилениям ветра, проходящим через высотную метеорологическую мачту в Обнинске. Детально проведена

статистическая обработка случаев всех трех выделенных авторами ранее групп шквалов, зафиксированных на ВММ НПО «Тайфун» в 2014–2024 гг.

Статистическая обработка случаев со шквалами и смерчами (при скоростях ветра 25 м/с и более) ранее позволила выявить некоторые закономерности их возникновения [Грищенко, 2009], таких, как частота возникновения и районы, наиболее подверженные угрозе этих опасных явлений. Но точность и заблаговременность прогноза оставались недостаточными и до сих пор требуют дальнейшего изучения.

В настоящей работе показаны первые результаты анализа статистических распределений скорости, энергии и мощности, которые могут быть связаны с причинами формирования шквалов. Показано, что для разных и не связанных между собой событий усиления ветра, значения скорости, максимальной скорости и осредненной, энергии, мощности, масштаба, ложатся на одну кривую с вероятностью 95–98 %. Получена оценка масштабов и энергии разрушения исследуемых экстремальных событий. Используя теорию Колмогорова А.Н. [Kolmogorov, 1934], оценка поперечного масштаба шквала, который мы не можем померить с помощью лишь одной мачты, в среднем больше продольного в 3–4 раза.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФ (проект № 23-17-00273).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вазаева Н.В., Кулижникова Л.К., Мацкевич М.К. Диагностика шквалов при прохождении через высотную метеорологическую мачту в г. Обнинск в 2014–2023 гг. // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2024. (в печати).
- Грищенко И.В. Шквалы и смерчи на территории Архангельской области и Ненецкого автономного округа // Вестник поморского университета. Сер: Естественные науки. 2009. № 4. С. 5–10.
- Хромов С.П. Метеорологический словарь / С.П. Хромов, Л.И. Мамонтова. 3-е издание переработанное и дополненное. Л.: Гидрометеиздат. 1974. 568 с.
- Янькова Ю.С. и др. Шквалы на территории Иркутской области // Безопасность природопользования в условиях устойчивого развития. 2018. С. 54–61.
- Kolmogorov A.N. Zufallige Bewegungen // Annals of Mathematics. 1934. V. 35. P. 116–117.