



О турбулентном потоке вихря в приземном слое атмосферы

Соленая О.А., Шишов Е.А., Чхетиани О.Г., Азизян Г.В., Копров В.М.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва

Интерес к завихренности обусловлен рядом причин. Вихрь — наиболее типичная структурная единица турбулентного течения. Квадрат завихренности (энстрофия) в турбулентности непосредственно связан с диссипацией турбулентной энергии, обеспечивающей каскадный процесс.

Прямые методы измерения завихренности методами термоанемометрии реализуются исключительно в лабораторных условиях. Для измерения завихренности в реальной атмосфере в был разработан ряд косвенных подходов, в частности, с измерениями циркуляции по контуру. Впервые экспериментальные исследования циркуляции начаты в ИФА в 70-е гг В.М. Бовшеверовым и др. [1]. Впервые в мире были проведены измерения турбулентной спиральности (скалярного произведения скорости на завихренность) в АПС [2]. В 2012, 2014 гг. был предложен градиентный метод измерения циркуляции на базе анемометров, размещенных в вершинах тетраэдра [3, 4]. Была отмечена тесная связь спиральности с характеристиками локальных вет-

ров [5].

В 2019-2020 гг. в ИФА впервые была предложена оригинальная пространственная схема 3-компонентного акустического циркулиметра (Рис. 1), реализованная на новой элементной базе.

По каждому контуру измеряется циркуляция, которая связана в завихренностью известной формулой теоремы Стокса. Получаем три компоненты завихренности и, измерив скорость, можем рассчи-

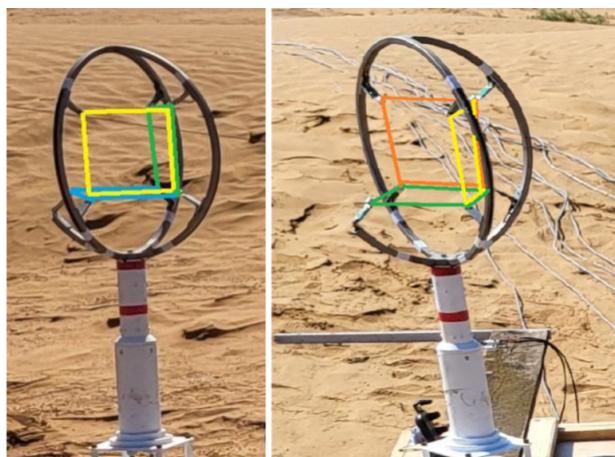


Рис. 1. Расположение и плоскости измерений циркулиметра. Направление осей: по сторонам света и вертикально

© Институт механики им. Р.Р. Мавлютова УФИЦ РАН
© Институт проблем механики им А.Ю. Ишлинского РАН
© Соленая Оксана Александровна, Solenaya.Oksana@gmail.com
© Шишов Егор Алексеевич, shishov.yegor@gmail.com
© Чхетиани Отто Гурамович, ochkheti@gmail.com
© Азизян Генрих Вацаганович, kv68@mail.ru
© Копров Виктор Михайлович, vkoprov@gmail.com

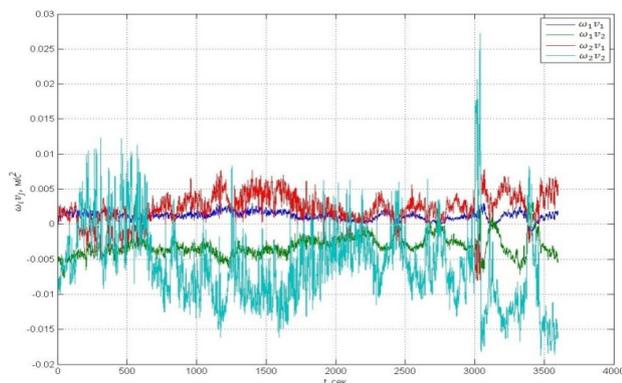


Рис. 2. Временной ряд горизонтальных компонент тензора потока вихря. 1, 2 – направление на север, на запад

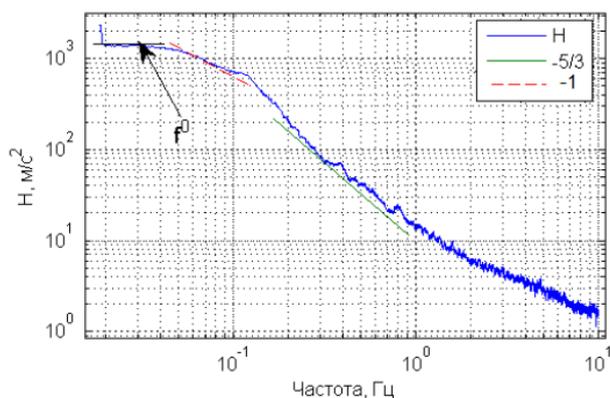


Рис. 3. Спектр горизонтальной спиральности для двухчасового ночного интервала. Приведены нулевой и наклоны -1 и $-5/3$

тать компоненты тензора потока вихря — корреляции компонент скорости и завихренности (Рис. 2). Это понятие было впервые отмечено в [6]. Его диагональные элементы связаны со спиральностью. Недиagonальные компоненты позволяют определить и оценить характеристики турбулентной вязкости диффузии и ветровых сдвигов. Предыдущие результаты опубликованы в [7].

В данной работе приведены результаты экспедиционных измерений циркуляции в приземном слое атмосферы, полученные на базе Цимлянской научной станции ИФА им. А.М. Обухова РАН в 2021, 2022, 2023 гг. Циркулиметры вместе с анемометрами размещались на высотах 2, 10 и 30 м. Получены спектры циркуляции (Рис. 3), спиральности и ее флуктуаций.

Рассчитаны компоненты тензора турбулентного потока вихря. Рассматриваются связи измеренных величин с параметрами атмосферной устойчивости.

Список литературы

- [1] Бовшеверов В.М. и др. // Изв. АН СССР. ФАО. 1971. Т. 7, № 4. С. 371–376.
- [2] Копров Б.М. и др. // ДАН. 2005. Т. 403. № 5. С. 627–630.
- [3] Копров Б.М. и др. // Изв. РАН. ФАО. 2015. Т. 51. № 6. С. 637–647.
- [4] Копров Б.М. и др. // Изв. РАН. ФАО. 2018. Т. 54. № 5. С. 525–537.
- [5] Chkhetiani O.G. et. al. // Bound.Lay. Meteo. V. 168 Iss. 3 P. 361–385.
- [6] Новиков Е.А. // Изв. АН СССР. ФАО. 1972. Т. 8, № 7. С. 759–762.
- [7] Солёная О. А. и др. // Изв. РАН. ФАО. Т. 59. № 6. 2023. готовится к печати.