

Оценка границ применимости беззондового определения параметров ветра в различных синоптических ситуациях

М.В. Львова, О.А. Дмитриева, В.В. Занюков

Главная геофизическая обсерватория имени А. И. Воейкова (ФГБУ «ГГО»),
199053, г. Санкт-Петербург, ул. Карбышева, д. 7.
E-mail: lvova.mgo@gmail.com

В докладе рассмотрены возможности беззондового определителя параметров ветра (БОПВ), установленного на территории ФГБУ «Северо-Западное УГМС», а также представлены результаты сравнительного анализа его ветровых характеристик (скорости и направления) с данными аэрологического зондирования (станция Воейково) в случае однородного воздушного потока, циклонических возмущений в пункте наблюдений и в антициклональную погоду (в отсутствии гидрометеоров). Диагноз синоптической ситуации проводился на основании данных доплеровского радиолокатора ДМРЛ-С Воейково, карт приземного и высотного анализа. При сопоставлении данных учитывался 25-километровый разнос пунктов наблюдений и объективные причины несоответствий результатов измерений. Приводятся объяснения наблюдаемых расхождений с привлечением данных альтернативных источников.
Ключевые слова: беззондовый определитель параметров ветра, аэрологическая станция, вертикальный профиль, скорость ветра, направление ветра, радиозонд.

Estimation of the applicability limits of a probeless wind-parameter determination method under various synoptic conditions

M.V. Lvova, O.A. Dmitrieva, V.V. Zaniukov

The Federal State Budgetary Institution "Voeikov Main Geophysical Observatory" (FGBI "MGO").

The report discusses the capabilities of the probeless wind parameter determiner installed at the territory of the North-Western Department of Hydrometeorology and Environmental Monitoring. Also presents the results of a comparative analysis of its wind characteristics (speed and direction) with aerological sounding data (Voeikovo station) in the case of a homogeneous airflow, cyclonic disturbances at the observation point and in anticyclonic weather (in the absence of hydrometeors). The synoptic situation was diagnosed based on data from the Doppler radar DMRL-C Voeikovo, as well as maps of surface and high-altitude analysis. When comparing the data, the 25-kilometer spacing of the observation points and the objective reasons for the discrepancies in the measurement results were taken into account. The paper provides explanations for the observed discrepancies using data from alternative sources.
Keywords: probeless wind parameter determiner, aerological station, vertical profile, wind speed, wind direction, aerological radiosonde.

Введение

В нашей стране опыт использования радиолокационных профайлеров (РП) в сетевых подразделениях Росгидромета сводится к измерению параметров ветра в режиме «Скорость» доплеровским метеорологическим радиолокатором (ДМРЛ), работающим в сантиметровом диапазоне длин волн [1]. Однако, как показывает практика, ДМРЛ способен эффективно восстанавливать профиль ветра только при

наличии крупных метеочастиц, как правило, в слоистых облаках и обложных осадках в условиях однородного воздушного потока [2, 3].

Расширению номенклатуры РП способствовало изготовление АО Центральное конструкторское бюро аппаратостроения (АО ЦКБА, г. Тула) экспериментального образца профайлера – беззондового определителя параметров ветра (БОПВ), работающего в диапазоне частот 35 ГГц. При этом в ходе проводимых испытаний [4] показано, что измерения в миллиметровом диапазоне длин волн могут проводиться не только при наличии осадков и наблюдаемых облачных частиц, но и в условиях ясного неба.

В докладе оценена эффективность образца БОПВ, установленного на территории ФГБУ «Северо-Западное УГМС», в рамках проводимого эксперимента по использованию и внедрению в синоптическую практику Росгидромета данных о ветре.

В качестве референсного метода для валидации измерений БОПВ в исследовании используются данные аэрологического зондирования [5], проводимого дважды в сутки (00 и 12 ВСВ) на станции 26075 Воейково (Ленинградская область). Данный метод обеспечивает получение вертикальных профилей скорости и направления ветра в диапазоне высот от уровня земли до 25–30 км с переменным вертикальным разрешением от 50 до 350 м [6]. Результаты аэрологического зондирования передаются в базы данных ВМО и находятся в открытом доступе.

Сопоставление данных БОПВ с результатами аэрологического зондирования проводилось для разных синоптических ситуаций: в случае однородного воздушного потока, циклонических возмущений в пункте наблюдений и в антициклональную погоду (в отсутствии гидрометеоров). Диагноз синоптической ситуации проводился на основании данных (карт горизонтального ветра) доплеровского радиолокатора ДМРЛ-С, установленного в поселке Воейково, и карт барической топографии.

Для сравнения характеристик ветра в условиях устойчивого воздушного потока было выбрано 43 случаев синхронных измерений. Рассчитанное среднее значение корреляции составило 0,94 по скорости и 0,92 по направлению, что означает высокую степень статистической взаимосвязи характеристик ветра, измеренных разными методами. Рис. 1 демонстрирует один из случаев сопоставления.

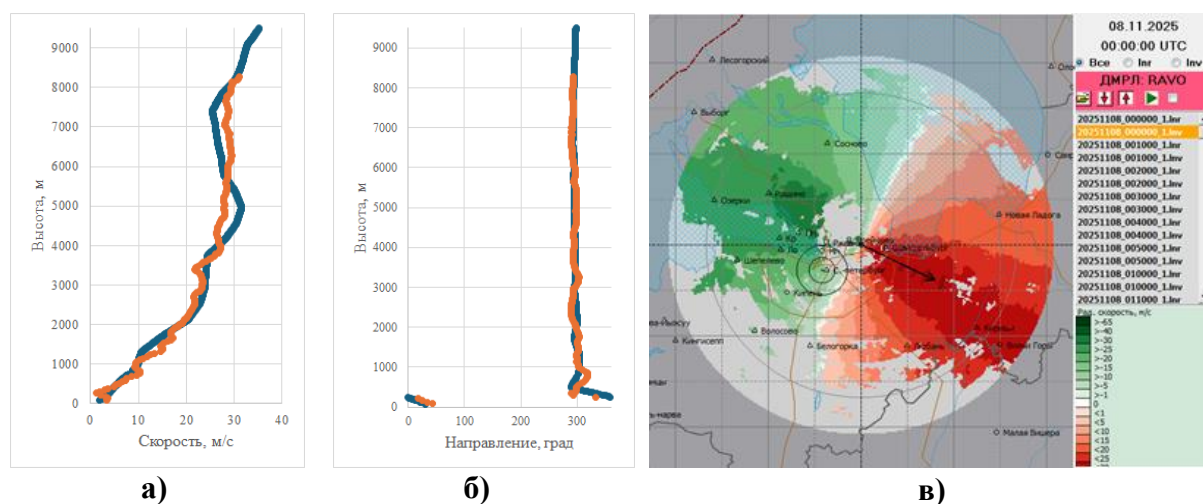


Рис. 1. Случай однородного воздушного потока 08.11.2025 00:00 ВСВ:
а) – вертикальный профиль скорости ветра, б) – вертикальный профиль направления ветра, измеренные БОПВ (оранжевый график) и аэрологическим зондом (синий график),
в) – карта радиальной составляющей доплеровской скорости ДМРЛ-С на высоте 5 км

Средний расчетный показатель корреляции в 18 ситуациях, характерных для центральных частей малоактивных циклонов, составил 0,72 по скорости и 0,78 по направлению, что также является приемлемым показателем. В малоградиентных барических образованиях (рис. 2) движение воздушных масс характеризуется замкнутой циклонической циркуляцией, мелкомасштабными восходящими движениями и конвергенцией воздушных потоков у земли. Диагностика вышеперечисленных процессов радиолокационными средствами затруднительна.

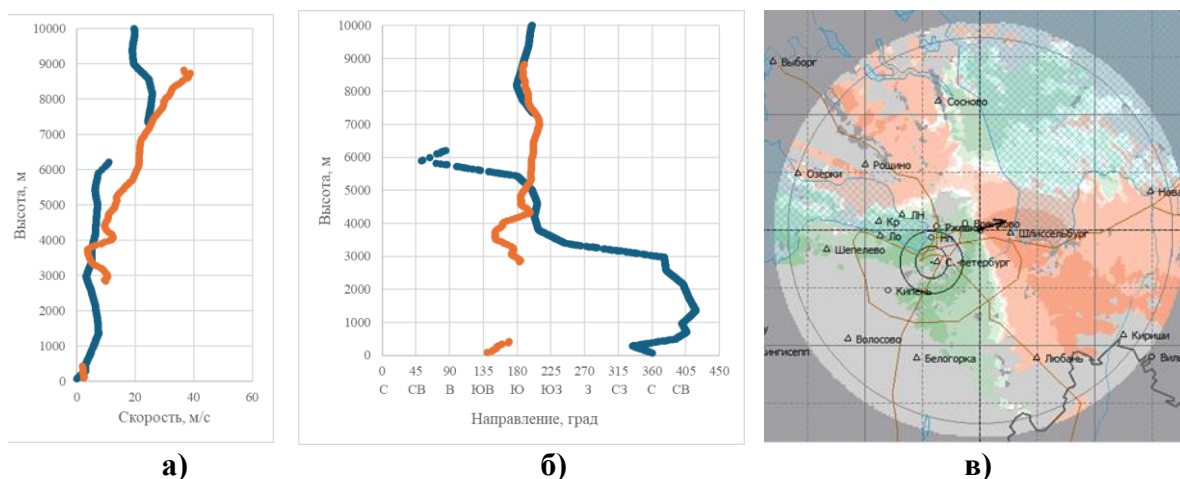


Рис. 2. Случай однородного воздушного потока 04.01.2026 12:00 ВСВ:
а) – вертикальный профиль скорости ветра, б) – вертикальный профиль направления ветра, измеренные БОПВ (оранжевый график) и аэрологическим зондом (синий график), в) – карта радиальной составляющей доплеровской скорости ДМРЛ-С на высоте 1 км

В антициклональную погоду при отсутствии отражателей гидрометеорологического происхождения показания БОПВ единичны и не представляют возможности для сравнения с данными радиозондирования.

Выводы

Полученные результаты свидетельствуют о том, что, несмотря на ряд объективных ограничений, проявляющихся, в первую очередь, в малоподвижных циклонах и антициклонических образованиях, с помощью БОПВ может быть получена достоверная информация о профиле ветра в месте его установки. Размещение подобных средств измерений вблизи аэродромов позволит в оперативном режиме отслеживать возникновение динамических явлений в атмосфере, опасных для выполнения взлета и посадки воздушных судов.

Работа выполнена в рамках реализации государственного задания ФГБУ «ГГО» (План НИТР Росгидромета на 2026 г. (направление 2))

Литература:

1. Методические указания по использованию информации доплеровского метеорологического радиолокатора ДМРЛ-С в синоптической практике. Третья редакция. – Москва, Росгидромет, 2019, 129 стр.
2. Дмитриева О.А., Дорофеев Е.В., Львова М.В., Тарабукин И.А. Использование информации о доплеровской радиальной скорости метеоцелей в задачах синоптического анализа. Метеорология и гидрология, 2016, № 11.

3. Дмитриева О. А., Львова М. В., Тарабукин И. А. Развитие методов синоптического анализа с использованием информации о доплеровской радиальной скорости. Метеорология и гидрология, 2020, № 7. С. 120-127.
4. Стерлядкин В. В., Ермилов Д. В., Калмыков В. М., Куликовский К. В. Измерения скорости ветра над сушей доплеровским профилографом с рабочим диапазоном 35 ГГц. Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2021; 57(2): 245–258.
5. Фридзон М.Б., Ермошенко Ю.М. Радиозондирование атмосферы // «Мир измерений». 01.07.2009. С. 16–21.
6. Горелик А.Г., Костарев В.В., Черников А.А. Новые возможности радиолокационных ветровых измерений // Метеорология и гидрология. 1962. Т. 62. №7. С. 34–40.