

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2022-3-78-97>

УДК 551.509

**Анализ синоптического процесса
с сильным ветром
в Центрально-Черноземном районе
14–15 января 2022 года**

Т.Г. Дмитриева¹, Г.В. Санникова², А.В. Смирнов¹

*¹Гидрометеорологический научно-исследовательский центр
Российской Федерации, г. Москва, Россия;*

*²Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды, г. Курск, Россия
tdsin@mecom.ru*

Рассмотрен случай возникновения редкого для зимнего периода сильного ветра в градации опасного явления (≥ 25 м/с) в Центрально-Черноземном районе (Старый Оскол Белгородской области). Для сравнения приведены примеры аналогичных случаев сильного ветра в 2008 и 2011 гг. в том же районе. Проанализированы условия возникновения рассматриваемого опасного явления на основе данных аэрологических и спутниковых наблюдений, а также с использованием прогностических полей карт особых явлений погоды ВСЗП Лондон. Высказано предположение, что скорость ветра достигла критерия опасного явления при совпадении таких факторов, как прохождение активных фронтальных разделов и струйного течения нижних уровней.

Ключевые слова: сильный ветер, зимний период, фронтальные разделы струйное течение нижних уровней

**Analysis of the synoptic process accompanied
by strong wind in the Central Chernozem Region
on January 14–15, 2022**

T.G. Dmitrieva¹, G.V. Sannikova², A.V. Smirnov¹

*¹Hydrometeorological Research Center of Russian Federation,
Moscow, Russia;*

*²Central Chernozem Administration for Hydrometeorology and Environmental
Monitoring, Moscow, Russia
tdsin@mecom.ru*

The case of occurrence of a strong wind, which is rare for the winter period, in the gradation of a dangerous phenomenon (≥ 25 m/s) in the Central Chernozem region (Stary Oskol, Belgorod region) is considered. For comparison, the examples of similar cases of strong wind in the same area in 2008 and 2011 are given. Conditions for the occurrence of the considered dangerous phenomenon are analyzed on the basis of upper-air and satellite observations, as well as using the forecast fields of WAFC London significant weather maps. It is suggested that wind speed has reached the criterion of a dangerous

phenomenon when such factors as the passage of active atmospheric fronts and the low-level jet match.

Keywords: strong wind, winter period, atmospheric fronts, low-level jet

Введение

Для населения и ряда отраслей экономики ветер со скоростью не менее 20 м/с принято называть сильным. Число случаев с сильным ветром, зафиксированных на метеорологических станциях Центрально-Черноземного района, не является постоянным в отдельные годы. Максимальные скорости ветра (до 30–35 м/с) чаще отмечаются в летние месяцы, что связано, в основном, со шквалами. Известно, что роза ветров определяется режимом общей циркуляции атмосферы и местными условиями [8].

В зимний период при преобладающем западно-восточном переносе воздушных масс характерным является изменчивость зим: от устойчиво морозных до устойчиво теплых [6]. Возникновение опасных явлений погоды (в том числе сильных ветров) связано с изменением циркуляции с широтной на меридиональную [6]. Усиление ветра, значительно превышающее среднее значение, как правило кратковременно и связано с прохождением атмосферных фронтов при больших барических градиентах [9].

Долгое время инструментальные наблюдения позволяли фиксировать порывы ветра с ограничением до 20 м/с. В 1966 г. была решена данная проблема за счет установки анеморумбометра М-63 и его разновидностей [4]. Кроме того, увеличилось количество сроков наблюдений (с четырех до восьми). Принятые меры позволили более точно и детально фиксировать скорость ветра и его порывы. Центрально-Черноземный район, согласно районированию по максимальному ветру [4], относится к III типу с преобладающей максимальной скоростью ветра 20 м/с. Однако случаи максимальных порывов ветра 25–29 м/с неоднократно были зафиксированы метеостанциями Центрально-Черноземного района, а в 90-х гг. прошлого века фиксировались порывы до 41 м/с.

Целью данного исследования является детальное рассмотрение и анализ условий возникновения довольно редкого для зимнего периода сильного ветра (25–29 м/с) 14–15 января 2022 года и возможность его заблаговременного предсказания.

Анализ случаев сильного ветра, наблюдающихся зимой в ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС», в период 2000–2022 гг.

С 2000 года до настоящего времени в рассматриваемом районе было зафиксировано четыре случая сильного ветра (≥ 25 м/с) в холодный период года (табл. 1).

Таблица 1. Случаи сильного ветра в ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС» в холодный период года

Table 1. Cases of strong wind in the Central Chernozem Administration for Hydro-meteorology and Environmental Monitoring during the cold season

Дата	Метеостанция, область	Макс. порыв ветра, м/с	Синоптическая ситуация	
			у поверхности земли	на высоте (500 гПа)
23.11.2008	Нововоронеж, Воронежская обл.	26	Обширная черноморская депрессия, в которой образовался южный циклон; при прохождении активного холодного фронта (ХФ)	ЮВ часть ложбины, высотная фронтальная зона
28.12.2011	Жуковка Брянская обл.	25	Обширная гренландская депрессия и возникший в ней скандинавский циклон с системой активных фронтов; после прохождения ХФ	ЮЗ часть ложбины, высотная фронтальная зона
28.12.2011	Тульская обл.	28	Обширная гренландская депрессия и возникший в ней скандинавский циклон с системой активных фронтов; после прохождения ХФ	ЮЗ часть ложбины, высотная фронтальная зона
14-15.01.2022	Старый Оскол, Белгородская обл.	25–29	Обширная гренландская депрессия и возникший в ее системе над Баренцевым морем и севером Архангельской области глубокий циклон, в южной части которого над ЦФО образовался молодой циклон с системой фронтов; после прохождения ХФ	ЮЗ часть ложбины, высотная фронтальная зона

Целью данного исследования является случай сильного ветра (25–29 м/с) 14–15 января 2022 года, остальные случаи (табл. 1) рассмотрены для сравнения.

Рассмотрим сначала условия возникновения сильных ветров 23.11.2008 г. и 28.12.2011 года.

Известно [7, 10], что необходимыми условиями возникновения сильного ветра являются наличие активных фронтальных разделов, высокоградиентного поля приземного давления, высотной фронтальной зоны и соответствующей ей южной четверти высотной ложбины, струйного течения нижнего уровня (не выше 850 гПа), значительных барических тенденций, а также локальных особенностей местности, способствующих усилению скорости приземного ветра.

На рис. 1 представлены фрагменты карт приземного анализа и барической топографии АТ-500, на рис. 2 – барической топографии 850 гПа для указанных случаев.

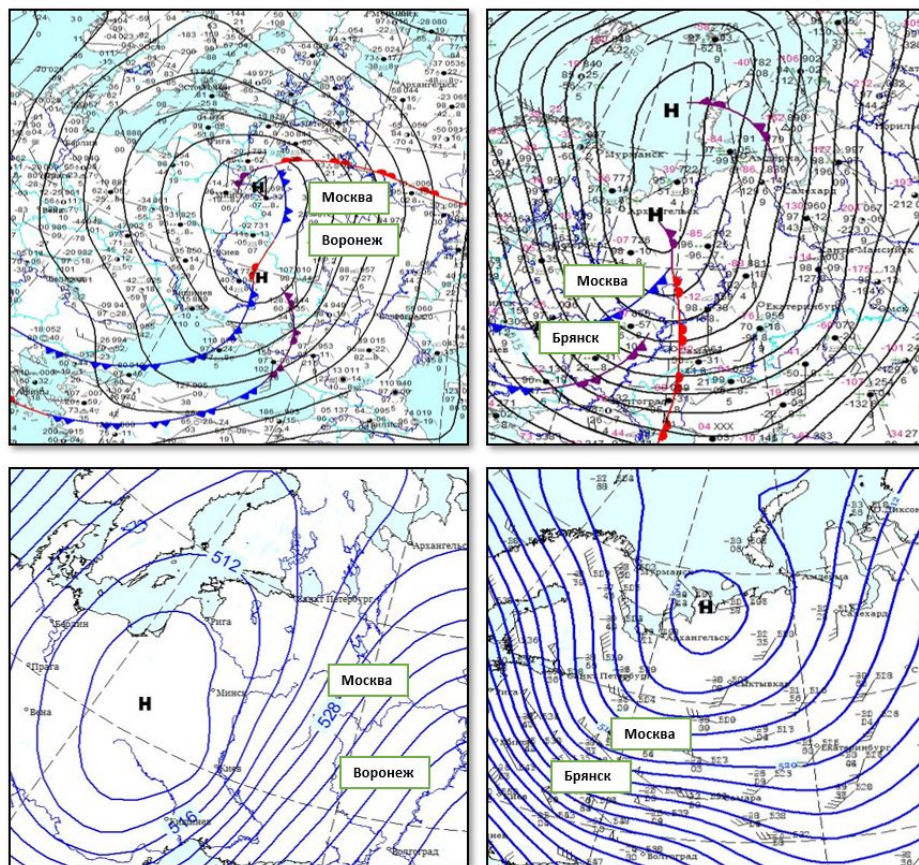


Рис. 1. Фрагменты карт приземного анализа (верхний ряд) и АТ-500 гПа (нижний ряд): за 12 ч и 00 ч ВСВ 23.11.2008 г. (левая панель), соответственно, и за 00 ч ВСВ 28.12.2011 г. (правая панель).
Fig. 1. Fragments of maps of surface analysis (top row) and АТ-500 hPa (bottom row): for 12 UTC and 00 UTC November 23, 2008 (left panel), respectively, and for 00 UTC December 28, 2011 (right panel).

На основе анализа приземного и высотного полей можно сделать вывод, что для случаев сильного ветра характерным является наличие обширных глубоких депрессий, вытянутых с севера на юг, двух типов: гренландской, простирающейся от Баренцева до Каспийского морей, и черноморской – от севера Скандинавии до южной части Средиземного моря.

В системе депрессии первого типа над Баренцевым морем и севером Архангельской области образовался глубокий циклон, в южной части которого над Центральным федеральным округом возник молодой циклон с системой фронтов. В системе депрессии второго типа образовался южный циклон с активным холодным фронтом.

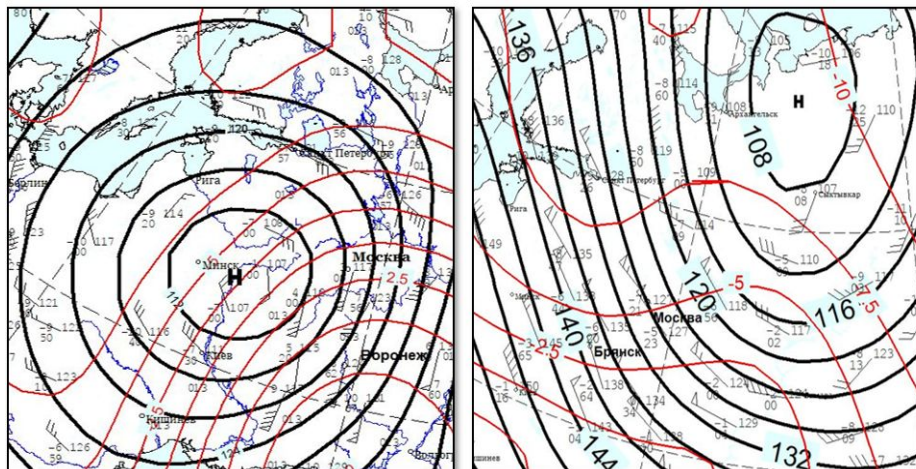


Рис. 2. Фрагменты карт АТ-850 гПа за 00 ч ВСВ: 23.11.2008 г. (слева) и 28.12.2011 г. (справа).

Fig. 2. Fragments of AT-850 hPa maps for 00:00 UTC: November 23, 2008 (left) and December 28, 2011 (right).

Все три случая сильного ветра (2008 и 2011 гг., табл. 1) связаны с системой активных холодных фронтов в высокоградиентном поле приземного давления при резком росте приземного давления после его резкого падения. Анализ барических карт АТ-850 гПа (рис. 2) показывает, что в нижней тропосфере присутствовал обширный гребень тепла, хотя различно было его местоположение относительно центра циклона: в случае 2008 г. – передняя юго-восточная часть, соответствующая теплоте сектору циклона; в 2011 г. – юго-западная, практически уже тыловая часть циклона. Наблюдалось также струйное течение нижнего уровня (25–27 м/с) (рис. 2). Характерным является наличие высотной фронтальной зоны и соответствующей ей южной четверти высотной ложбины. Такое совпадение совокупности перечисленных условий в одном районе фиксируется не часто, что, конечно, можно объяснить и довольно редкой сетью метеостанций.

Синоптическая ситуация случая 14–15.01.2022 г. (Белгородская область, Старый Оскол)

В средней тропосфере ночью 14.01.2022 г. над Центрально-Черноземным районом располагалась высотная фронтальная зона, ориентированная с северо-запада на юго-восток. Ожидалось, что днем 14 января над Беларусией произойдет углубление высотной ложбины, положение оси которой к вечеру этого же дня предполагалось по линии Москва – Курск. У поверхности земли над Баренцевым морем и севером Архангельской области циркулировал глубокий циклон (изобара 960 мб), про-

слеживающийся на всех изобарических поверхностях (рис. 3, 4). На волне холодного фронта днем ожидалось резкое углубление ложбины с разворотом на юго-восток и быстрым смещением фронтальных разделов с территории Прибалтики на Украину и юг ЦФО. После прохождения теплого фронта по территории Центрально-Черноземного района ночью 14.01.2022 г., вечером того же дня ожидалось прохождение холодного фронта (рис. 3–5).

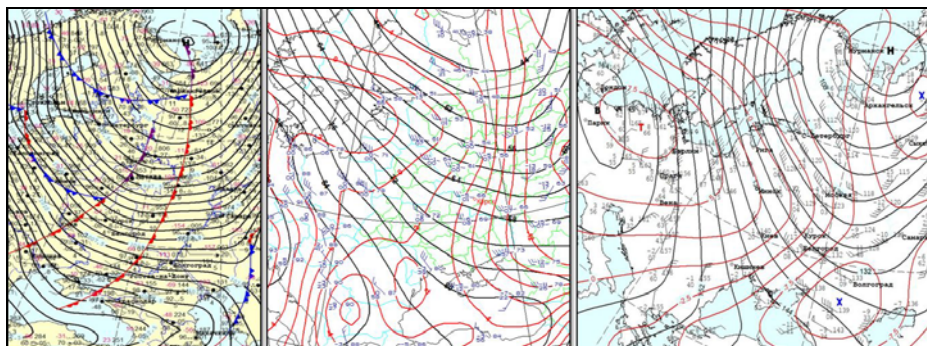


Рис. 3. Приземный анализ (слева), АТ-925 (центр) и АТ-850 гПа (справа) за 00 ч ВСВ 14.01.2022 г.

Fig. 3. Surface analysis (left), AT-925 (center) and AT-850 hPa (right) for 00 UTC on January 14, 2022.

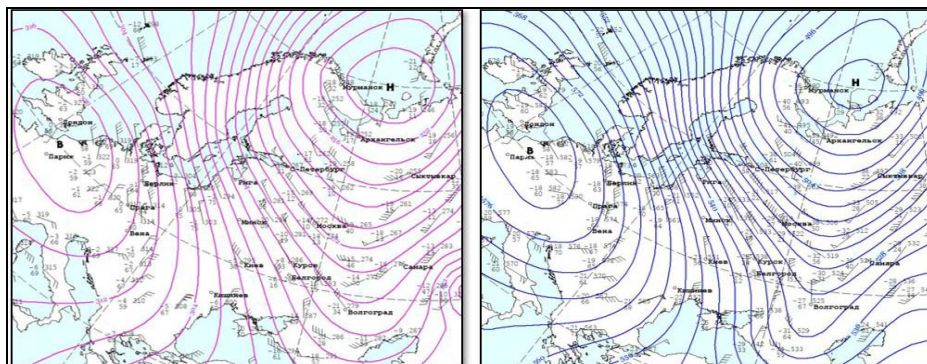


Рис. 4. Карты АТ-700 (слева) и АТ-500 гПа (справа) за 00 ч ВСВ 14.01.2022 г.

Fig. 4. Charts AT-700 (left) and AT-500 hPa (right) for 00:00 UTC on January 14, 2022.

Фактически в 00 ч ВСВ 14.01.2022 г. теплomu сектору циклона (на АТ-925 и АТ-850 гПа) соответствовал обширный гребень тепла в нижней тропосфере (рис. 3). Струйное течение на нижних уровнях тропосферы прослеживалось над побережьем Балтийского моря (в районе Таллина скорость ветра на уровне 925 гПа была 20 м/с, на 850 гПа – 25 м/с).

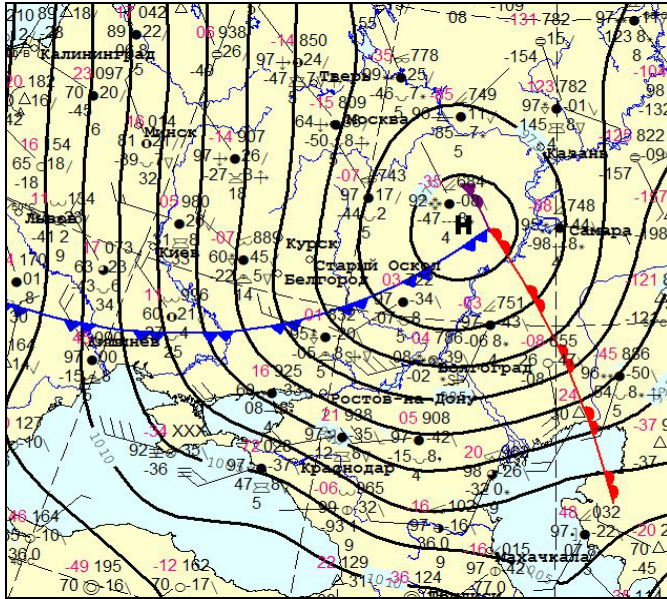


Рис. 5. Фрагмент приземного анализа за 12 ч ВСВ 14.01.2022 г.
Fig. 5. Fragment of surface analysis for 12 hours UTC on January 14, 2022.

Подход зоны сильного ветра к Курской области можно было ожидать к 12 ч ВСВ, а к Белгородской области – позднее, к 18–20 ч ВСВ, что подтверждают фактические карты АТ-500 и АТ-850 гПа за 12 ч ВСВ 14.01.2022 г., где ветер 30 м/с уже в Курске (рис. 6).

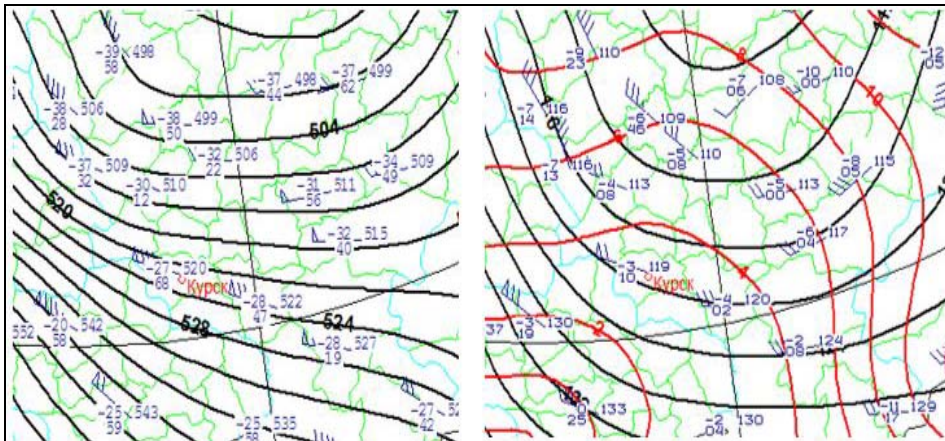


Рис. 6. Фрагменты карт АТ-500 гПа (слева) и АТ-850 гПа (справа) за 12 ч ВСВ 14.01.2022 г., где скорость в Курске 30 м/с.

Fig. 6. Fragments of the AT-500 hPa (left) and AT-850 hPa (right) maps for 12:00 UTC on January 14, 2022, where speed in Kursk is 30 mps.

Приземный градиент давления уже ночью 14.01.2022 г. соответствовал скорости ветра до 21 м/с, но наличие слоя инверсии в слое 904–857 гПа толщиной около 400 м сдерживало усиление ветра, измеряемого на уровне флюгера (рис. 7).

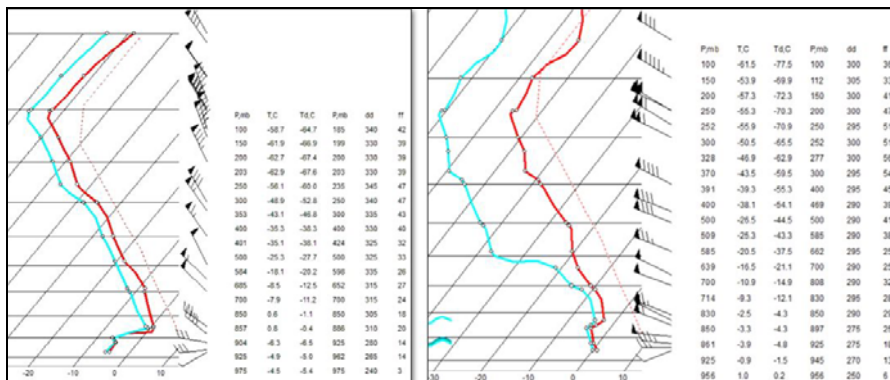


Рис. 7. Вертикальные профили атмосферы в районе МС Курск в 00 ч ВСВ (слева) и 12 ч ВСВ (справа) 14.01.2022 г.
Fig. 7. Vertical profiles of the atmosphere in the area of MS Kursk at 00:00 UTC (left) and 12:00 UTC (right) on January 14, 2022.

По расчетному методу А.И. Снитковского [10–12] на ближайшие 12 ч прогнозировался максимальный ветер 17 м/с. Вертикальный профиль атмосферы по аэрологической диаграмме в районе МС Курск за 12 ч ВСВ подтверждает усиление ветра до 25 м/с на уровне 850 гПа и начало разрушения слоя инверсии температуры воздуха, небольшая прослойка которой еще сохраняется в слое 861–830 гПа (рис. 7).

По данным сборной карты ФГБУ «ЦАО» (meteoad.ru), включающей ДМРЛ-С «Курск» и «Белгород», в период с 20.00 до 21.15 ч ВСВ (время максимальных порывов ветра в Старом Осколе) в районе Белгорода была видна зона холодного фронта, выраженная массивом облачности шириной около 540 км и высотой облаков 3–5 км (локально южнее Воронежа до 7–8 км), а также зоной осадков интенсивностью 0,5–1 мм/ч (рис. 8). Грозовая деятельность по картам метеоявлений ДМРЛ-С не диагностировалась и по факту не наблюдалась [3, 5].

Анализ приземного и барического полей прогностических карт ВЦЗП Лондон

Анализ приземного и барического (АТ-850 гПа) полей прогностических карт ВЦЗП Лондон от 00 ч ВСВ 14.01.2022 г. за 12 ч ВСВ показывает по сгущению изотерм на АТ-850 гПа предполагаемую линию холодного фронта над территорией Белоруссии и появление струйного течения нижнего уровня (скорость 25–32 м/с) над юго-западной и южной частью исследуемого района (рис. 9).

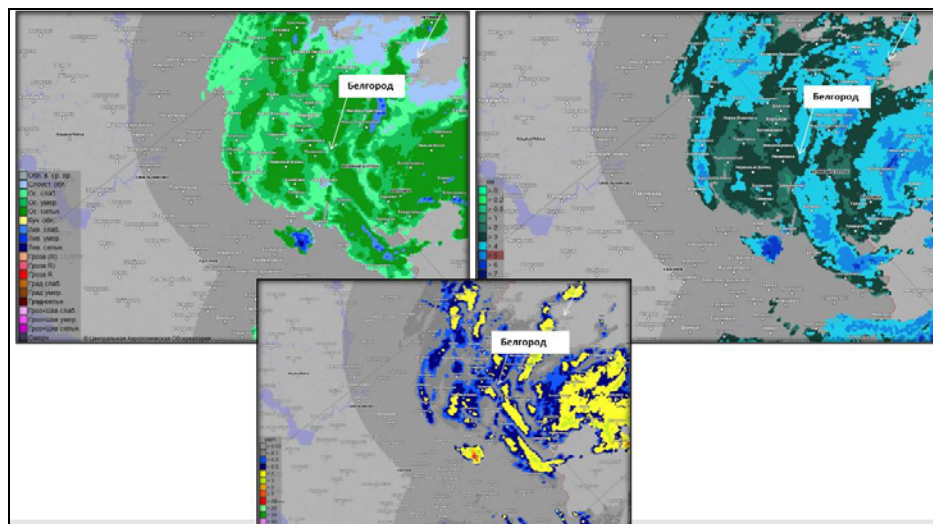


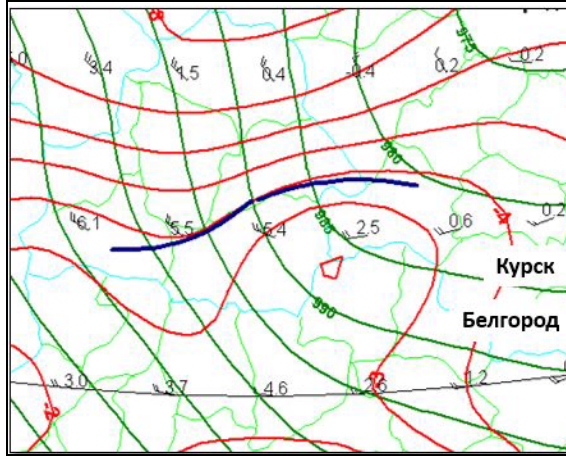
Рис. 8. Фрагменты сборных карт meteorad.ru: метеоявлений (слева сверху), высоты облачности (справа сверху) и интенсивности осадков (внизу) за 20.10 ч ВСВ в районе Белгорода.

Fig. 8. Fragments of composite maps of the site meteorad.ru: meteorological events (top left), cloud heights (top right) and precipitation intensity (bottom) for

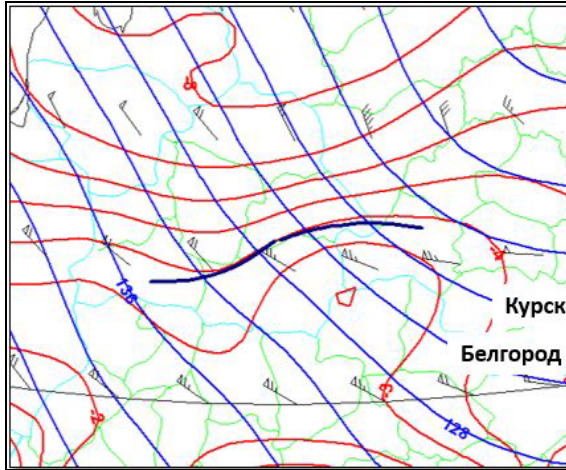
По прогностическим картам ВЦЗП Лондон от 00 ч ВСВ на 18 ч ВСВ (приземная и АТ-850 гПа) построена предполагаемая линия холодного фронта (коричневая) по траектории его смещения (460 км за 6 часов) со скоростью 75–80 км/ч. Расчет показал, что холодный фронт будет проходить Белгородскую область в 18–20 ч ВСВ 14.01.2022 г. (рис. 10).

Приведем расчет положения линий атмосферного фронта и максимальных порывов ветра исходя из приземных данных за 12 ч ВСВ 14.01.2022 г. (рис. 11). Линии 1 и 2 показывают положение линии холодного фронта в 09 и 12 ч ВСВ 14.01.2022 г., при этом пройдено расстояние 230 км со скоростью смещения 77 км/ч (21 м/с). Линии 3–6 показывают прогностические положения холодного фронта, рассчитанные с помощью переноса по траекториям ВЦЗП Лондон по АТ-700 гПа (что характерно для зимнего сезона).

По фактическим данным максимальных порывов ветра видно, что до прохождения линии холодного фронта максимальные значения не превышали 15–20 м/с, непосредственно на фронте и на некотором удалении за ним ветер местами усиливался до 26 м/с, чему способствовал еще один фактор – рост атмосферного давления сразу после резкого его падения, причем именно при начале его роста. Это видно по карте погоды за 12 ч ВСВ 14.01.2022 г. с нанесенными барическими тенденциями за 3 ч и порывами ветра более 25 м/с (рис. 12).



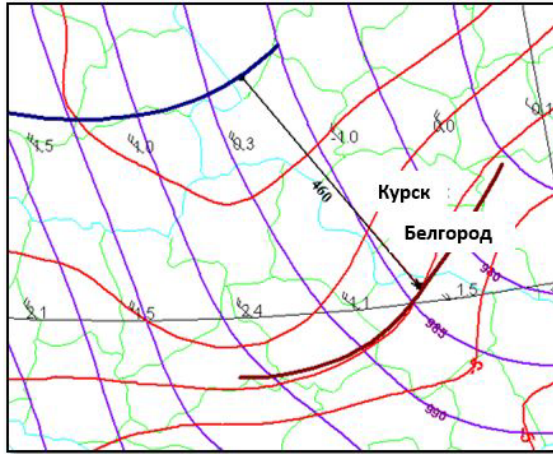
а)



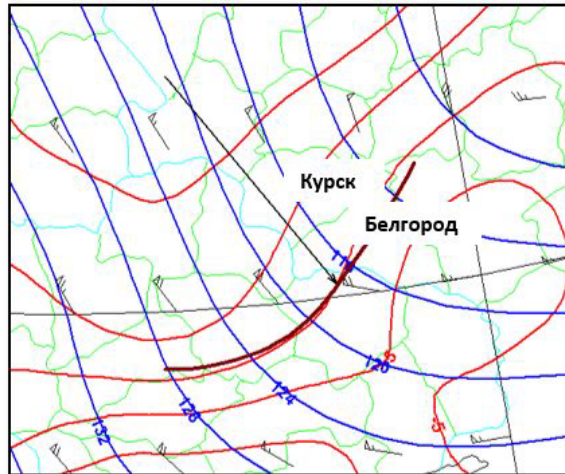
б)

Рис. 9. Фрагменты прогностических карт ВЦЗП Лондон от 00 ч ВСУ 14.01.2022 г. на 12 ч ВСУ: приземное поле (а) и барическое поле на 850 гПа (б), где зеленые линии – изобары приземного давления, синие – изогипсы АТ-850 гПа, красные – изотермы 850 гПа, цифры – приземная температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$), значки – ветер у поверхности земли (м/с), темно-синяя линия – предполагаемая линия холодного фронта.

Fig. 9. Fragments of WAFC London forecast charts from 00:00 UTC on January 14, 2022 to 12:00 UTC: the surface field (a) and the baric field at 850 hPa (б), where the green lines are the isobars of the surface pressure, blue - AT-850 hPa isohypses, red - 850 hPa isotherms, numbers - surface air temperature ($^{\circ}\text{C}$), icons - wind at the ground surface (m / s), dark blue line - prospective cold front line.



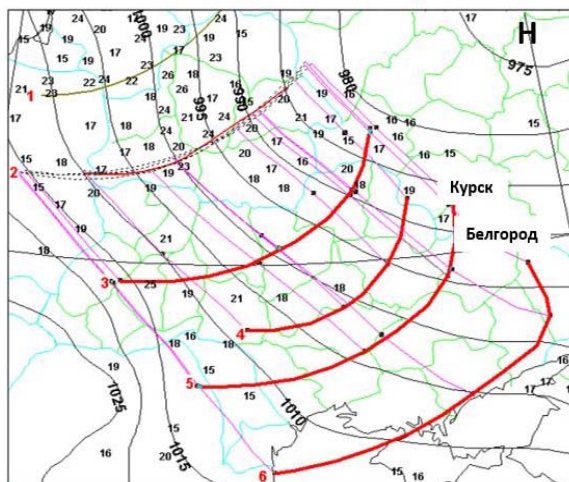
а)



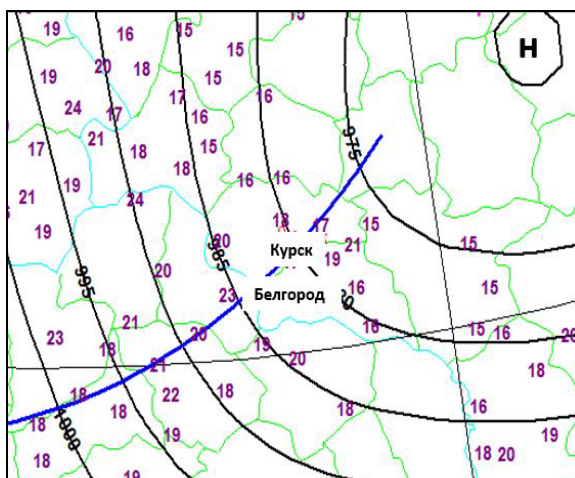
б)

Рис. 10. Фрагменты прогностических карт ВЦЗП Лондон от 00 ч ВСВ 14.01.2022 г. на 18 ч ВСВ: приземное поле (а) и барическое поле на 850 гПа (б), где линии фиолетовые – изобары приземного давления, синие – изогипсы АТ-850 гПа, красные – изотермы 850 гПа, цифры – приземная температура воздуха (°С), значки – средний ветер у поверхности земли (м/с). Коричневая линия – предполагаемая линия холодного фронта за последние 6 ч и траектория смещения.

Fig. 10. Fragments of WAFC London forecast maps from 00:00 UTC on January 14, 2022 at 18:00 UTC: the surface field (a) and the baric field at 850 hPa (б), where the lines: violet are the isobars of the surface pressure, blue - AT-850 hPa isohypses, red - 850 hPa isotherms, numbers - surface air temperature (°C), icons - average wind at the ground surface (m/s), brown line - estimated cold front line for the last 6 hours and displacement trajectory.



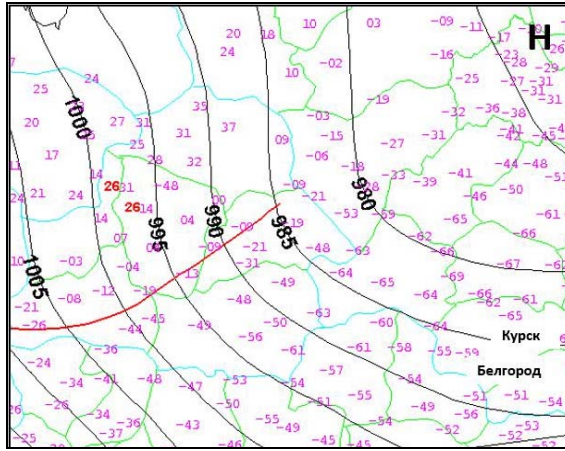
а)



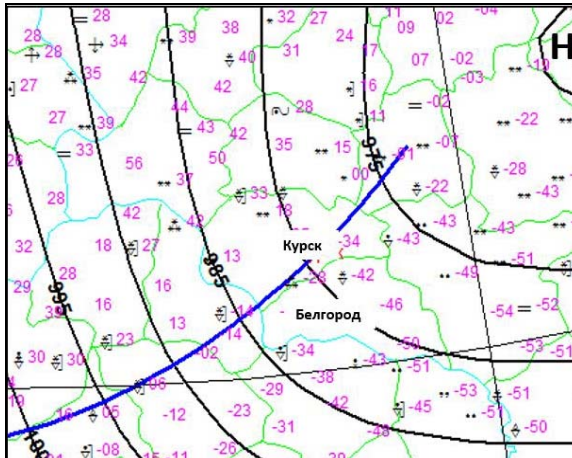
б)

Рис. 11. Фрагменты приземных карт за 12 ч ВСВ (а) и 18 ч ВСВ (б) 14.01.2022 г., где линии обозначают фактические: черные – изобары, 1 – линия положения холодного фронта на 09 ч ВСВ, 2 – на 12 ч ВСВ; прогностические: 3 – на 3 ч (к 15 ч ВСВ) без коэффициента, 4 – на 6 ч (к 18 ч ВСВ) с коэффициентом 0.8, 5 – на 6 ч (к 18 ч ВСВ) без коэффициента, 6 – на 9 ч (к 21 ч ВСВ) без коэффициента. Цифры – максимальный порыв ветра за 3 ч (м/с).

Fig. 11. Fragments of surface charts for 12:00 UTC (a) and 18:00 UTC (б) on January 14, 22, where the lines denote: actual: black - isobars, 1 - position line of the HF at 09 h UTC, 2 - at 12 h VSW; predictive: 3 – at 3 h (by 15 h UTC) without coefficient, 4 – by 6 h (by 18 h UTC) with coefficient 0.8, 5 – for 6 h (by 18 h UTC) without coefficient, 6 – for 9 h (by 21 h UTC) without coefficient; figures - the maximum gust of wind for 3 hours (mps).



а)



б)

Рис. 12. Фрагменты приземных карт погоды за 12 ч ВСВ (а) и 18 ч ВСВ (б) 14.01.2022 г., где цифры обозначают: сиреневые – барическая тенденция за последние 3 ч, красные – максимальные порывы ветра ≥ 25 м/с; красная и синяя – фактическое положение линии холодного фронта на 12 и 18 ч ВСВ.

Fig. 12. Fragments of surface weather maps for 12 h UTC (а) and 18 h UTC (б) on January 14, 2022, where the numbers indicate: lilac - pressure trend for the last 3 hours, red - maximum gusts wind ≥ 25 mps; red and blue lines - the actual position of the cold front line at 12 h UTC and 18 h UTC hours UTC.

С учетом всего рассматриваемого материала, а также траекторий переноса линии фронта, зона повышенных ветров 20–25 м/с должна была подойти к Курской области к 17–19 ч ВСВ (20–22 ч МСК), к Белгородской области – к 18–20 ч ВСВ (21–23 ч МСК). Фактическое положение линии холодного фронта было близко к спрогнозированной (рис. 11, 12), а Белгородскую область она проходила с небольшой задержкой (отставание на 50–70 км, или на 1 час).

Фактические данные о максимальной скорости ветра по территории ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС» 14–15.02.2022 г.

На рис. 13 приведена карта фактических максимальных порывов ветра вечером 14.01.2022 г. и ночью 15.01.2022 г. в Центрально-Черноземном УГМС.

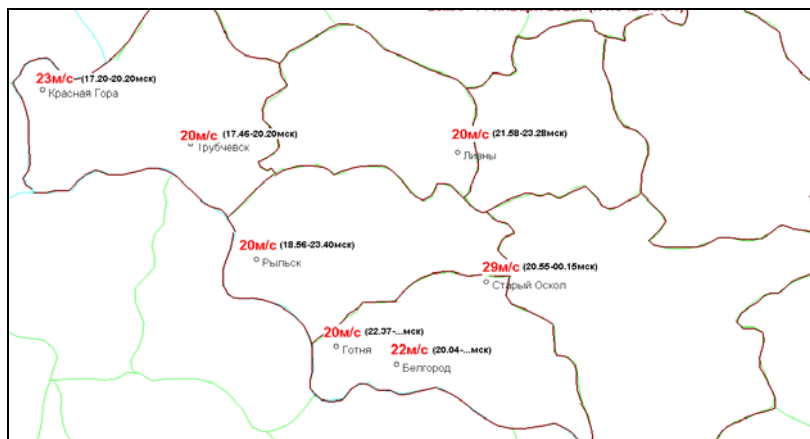


Рис. 13. Карта максимальных порывов ветра вечером 14.01.2022 г. и ночью 15.01.2022 г. в Центрально-Черноземном УГМС.

Fig. 13. Map of maximum wind gusts in the evening of January 14, 22, and at night of January 15, 2022, Central Chernozem Administration for Hydrometeorology and Environmental Monitoring.

Усиление ветра до 20 м/с началось с 14 ч ВСВ (17 ч МСК) по Брянской, с 16 ч ВСВ (19 ч МСК) по Курской, с 17 ч ВСВ (20 ч МСК) по Белгородской областям, но только после прохождения холодного атмосферного фронта, способствовавшего разрушению слоя инверсии и усилению межуровневого обмена, а также при смене резкого падения атмосферного давления на его рост, в Старом Осколе Белгородской области в период с 20.07 до 21.15 ч ВСВ 14.01.2022 г. (с 23.07 14.01.2022 г. до 00.15 ч МСК 15.01.2022 г.) произошло усиление ветра до критерия опасного явления (ОЯ) 25–29 м/с. Из сравнения условий исследуемого случая с многолетними данными для данного района (табл. 2) видно, что имелись условия,

способствующие возникновению сильного ветра в градации ОЯ в Белгородской области.

Таблица 2. Условия для усиления ветра до 25 м/с в ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС» по многолетним и фактическим данным

Table 2. Conditions for wind intensification in the Central Chernozem Administration for Hydrometeorology and Environmental Monitoring up to 25 mps for long-term and actual data

Условия для усиления ветра до 25 м/с в ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС»	
По многолетним данным	Фактические данные на вечер 14.01.22 г.
Барический градиент > 4 мб/110 км (4 мб/1° меридиана)	Барический градиент 4.5 мб/1° меридиана
При наличии пика скорости 18-25 м/с на высоте 300-1300 м над уровнем станции – усиление ветра у поверхно- сти земли до 20 м/с, порывы 25 м/с через 12 ч с вероятностью 50 %	По фактическому радиозонду Курска за 12 ч 14.01.2022 г. на высотах 510- 1190 м (925-850 мб) над уровнем станции ветер 18-29 м/с

Вечером 14.01.2022 г. расчетный градиент атмосферного давления ожидался 12 мб/300 км, что осуществилось по факту. Приведем расчет ветра по формуле геострофического ветра [1, 2], считая изобары в некотором приближении прямолинейными.

Порывы ветра у земли складываются из следующих составляющих:

$$V_3 = V_{\Gamma} + \Delta V_{\text{кр}} + \Delta V_{\text{фр}} + \Delta V_{\text{нс}} + \Delta V_{\text{обм}} + \Delta V_{\text{кнв}},$$

где V_{Γ} – градиентный (геострофический) ветер с поправкой на физико-географические условия (**22.4 м/с**);

$\Delta V_{\text{кр}}$ – поправка на кривизну изобар (циклоническая **-1 м/с**);

$\Delta V_{\text{фр}}$ – поправка на влияние атмосферных фронтов (**+2 м/с**);

$\Delta V_{\text{нс}}$ – поправка на нестационарность барического поля (отсутствует, так как угол между направлением действительного и геострофического ветра значительно меньше 90°);

$\Delta V_{\text{обм}}$ – поправка на межуровневый обмен количеством движения (количественная оценка в данном случае отсутствует, так как рассчитана, в основном, для летней дневной ситуации);

$\Delta V_{\text{кнв}}$ – поправка на влияние конвективных нисходящих движений (в данном случае отсутствует, так как рассчитана на влияние нисходящих движений при развитии конвективной облачности, что в январе не поддается количественной оценке).

Два последних слагаемых в формуле нельзя оценить количественно, но качественно: они должны были увеличить суммарную скорость, так как присутствовала динамическая конвекция за счет большой скорости смещения холодного фронта (его скорость составляла 75–80 км/ч)

и осуществлялся обмен количеством движения между разными уровнями за счет большого вертикального градиента скорости ветра. В Старом Осколе в 18 ч ВСВ барическая тенденция составила -4.2 мб/3ч, в 21 ч ВСВ $+5.4$ мб/3ч. В результате скорость ветра у земли по расчетам получилась **23.4 м/с + качественная добавка** за счет последних слагаемых.

Численный прогноз максимальных порывов ветра

Для сравнения значений среднего ветра и максимальных порывов, прогнозируемых в Старом Осколе на 14–15.01.2022 г., в табл. 3 приведены все имеющиеся на специализированном сайте Гидрометцентра России (special.meteoinfo.ru) расчеты прогностических моделей по данному пункту. Из таблицы видно, что наиболее близкий по значению к факту (29 м/с) порыв (около 28 м/с на момент времени 18.00 ч ВСВ) спрогнозирован по комплексному прогнозу (Багров А.Н. и др., Гидрометцентра России) [<http://method.meteorf.ru/>], также неплохие результаты у моделей GFS 0.25 и ICON-eur (с разрешением 7 км) – 24–25 м/с на момент времени 18 ч ВСВ (рис. 14).

Таблица 3. Сравнение численных прогнозов порывов ветра на 14–15.01.2022 г. по п. Старый Оскол. Время старта счета модели от 00 и 12 ч ВСВ 14.01.2022 г.
Table 3. Comparison of numerical forecasts of wind gusts for January 14–15, 2022 for Stary Oskol

Модель	Средняя и мах скорость ветра, м/с					Время максимальных порывов скорости ветра по прогнозу, ч ВСВ	
	средняя	порыв	средняя	порыв	средняя/ порыв	00 ч ВСВ	12 ч ВСВ
	00 ч ВСВ		12 ч ВСВ		Факт. время 22 ч ВСВ		
Cosmo-7	9.7	19.6	9.4	17.7	18/29	17-18	02-03 (15.01.22)
Cosmo-6	11.1	22.8	9.7	20.1	18/29	18-19	19
Cosmo-2	9,6	18,8	7.4	14.6	18/29	17	19-22
Комплекс (Багров и др.)	12.2	27.5	11,3	24.6	18/29	18	18
ICON	13	22.5	12,2	21.4	18/29	18	19
ICON-eur	10.5	23.8	9.4	22.1	18/29	18	19
GEM 0.15	11.9	22.3	11.9	21.7	18/29	21	21
GFS 0.25	14.5	24.6	12.3	20.8	18/29	18	16
ECMWF (Рединг)	14.4	-	-	10.6	18/29	18	00 (15.01.22)
JMA (Япония)	7.3	-	-	7.3	18/29	21	21

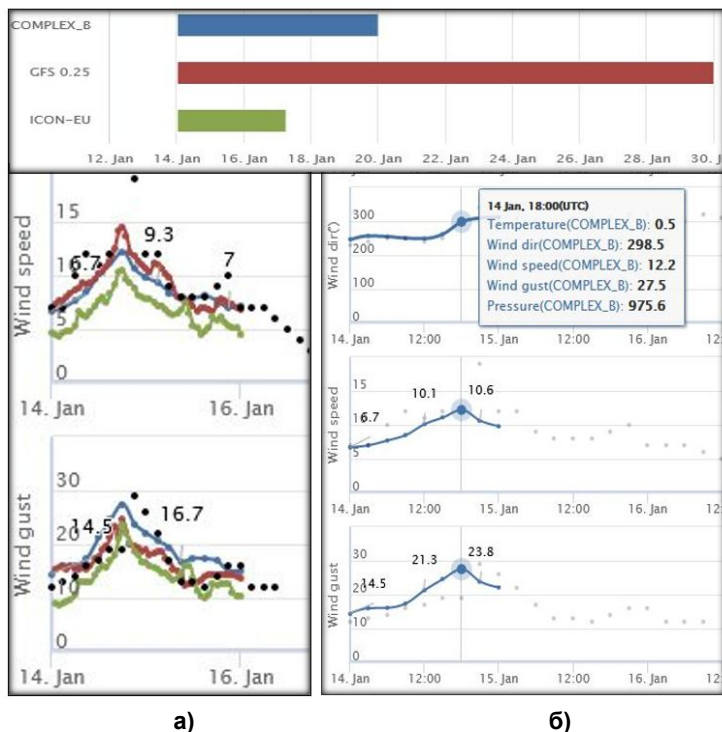


Рис. 14. Фрагменты графиков верификации успешности модельных расчетов среднего и максимального ветра по п. Старый Оскол от 00 ч ВСВ за 14.01.2022 г.: GFS-0.25, комплексный прогноз Гидрометцентра России (Багров А.Н. и др.), ICON-eur (а); графики комплексного прогноза; точками нанесен график фактического среднего и максимального ветра (б).

Fig. 14. Fragments of graphs for verifying the success of model calculations of the average and maximum wind over Stary Oskol from 00:00 UTC for January 14, 2022: GFS-0.25, complex forecast of the Hydrometeorological Center Russia (Bagrov A.N. et al.), ICON-eur (a); integrated forecast charts; dotted graph actual average and maximum wind (б).

По картам модели с высоким пространственно-временным разрешением COSMO-Ru (с разрешением 2.2 км) (рис. 15) прогнозировалась зона повышенных скоростей ветра в районе Белгорода 23–25 м/с (на обрезе карты).

Заключение

Дежурная смена синоптиков ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС» грамотно оценила синоптическую ситуацию, проанализировала модельные прогнозы на вечер 14.01.2022 г. и ночь 15.01.2022 г. и выпустила консультативный прогноз о сильном ветре местами с порывами в критерии ОЯ (25 м/с) по Курской, Белгородской и Воронежской областям. По фактическим данным на метеостанциях Курской области ветер

силой 25 м/с не наблюдался, но по донесениям ГУ МЧС в ночь с 14 на 15 января 2022 г. в 31 муниципальном образовании, в том числе примыкающим к Белгородской области, отмечались массовые нарушения электроснабжения из-за выхода из строя линий электропередач. Штормовое предупреждение было признано оправдавшимся, действия дежурной смены – грамотными и своевременными.

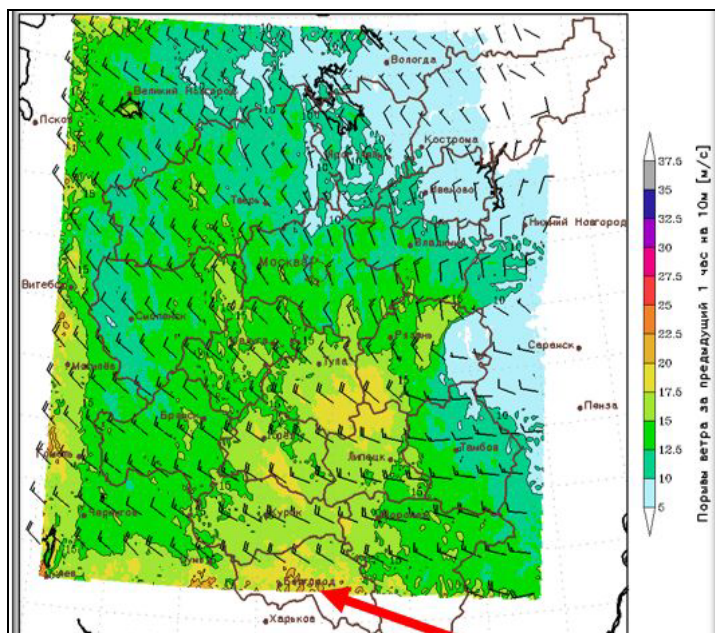


Рис. 15. Карта порывов ветра численной модели COSMO-Ru с разрешением 2.2 км от счета 00 ч ВСВ 14.01.2022 г. на 21 ч ВСВ с зоной максимальных порывов в районе Белгорода около 23 м/с (по цветовой шкале скорости ветра).

Fig. 15. Map of wind gusts of the COSMO-Ru numerical model with a resolution of 2.2 km from count 00:00 UTC on January 14, 2022 at 21 UTC with a zone of maximum gusts near Belgorod around 23 mps (according to the color scale of wind speed).

Анализ численных расчетов показывал, что по большинству моделей на вечер 14.01.2022 г. по Брянской области и югу Центрально-Черноземного района ожидался ветер в пределах 15–24 м/с: по метеограмме ECMWF (Рединг) и картам моделей с высоким пространственно-временным разрешением COSMO-Ru 2.2 км и 6 км – местами 25–26 м/с, по комплексному методу (А.Н. Багров и др.) в Старом Осколе – 28 м/с. По-видимому, в районе Старого Оскола, кроме вышеперечисленных признаков, способствующих усилению скорости ветра до опасных значений, присутствуют местные локальные условия, которые нужно учитывать дополнительно при получении расчетных модельных данных о повышенных скоростях ветра в данном районе [7].

Список литературы

1. Динамическая метеорология: Теоретическая метеорология: Учебное пособие для студентов гидрометеорологических специальностей вузов / Под. ред. Д. Л. Лайхтмана. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 607 с.
2. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 700 с.
3. Инструкция для оперативно-прогностических и авиаметподразделений Росгидромета по использованию информации ДМРЛ в синоптической практике: Первая редакция. М.: Росгидромет, 2016. 31 с.
4. Климат России / Под редакцией Н.В. Кобышевой. Спб.: Гидрометеиздат, 2001, 645 с.
5. Методические указания по использованию информации доплеровского метеорологического радиолокатора ДМРЛ-С в синоптической практике: Третья редакция. М.: Росгидромет, 2019. 126 с.
6. Опасные природные гидрометеорологические явления в федеральных округах Европейской части России / Под редакцией Р.М. Вильфанда. Обнинск, 2008. 311 с.
7. Песков Б.Е., Голубев А.Д., Алексеева А.А., Дмитриева Т.Г. Анализ условий возникновения сильного шквала в Курской области 3 апреля 2017 года // Труды Гидрометцентра России. 2017. Вып. 364. С. 93-103.
8. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь. Том II: К-П. Спб.; М.: Летний сад, 2009. 312 с.
9. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь. Том I: А-И. Спб. Летний сад, 2008. 336 с.
10. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть I. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 702 с.
11. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть I. Л.: Гидрометеиздат, 1986. с. 306-307.
12. Снитковский А.И. Прогноз сильных ветров // Метеорология и гидрология. 1970. № 9. С. 18-23.

References

1. Dinamicheskaya meteorologiya: Teoreticheskaya meteorologiya: Uchebnoe posobie dlya studentov gidrometeorologicheskikh special'nostey vuzov. Pod. red. D.L. Layhtmana. Leningrad: Gidrometeoizdat publ., 1976, 607 p. [in Russ.].
2. Zverev A.S. Sinopticheskaya meteorologiya. Leningrad: Gidrometeoizdat publ., 1977, 700 p. [in Russ.].
3. Instrukciya dlya operativno-prognosticheskikh i aviametpodrazdeleniy Rosgidrometa po ispol'zovaniyu informacii DMRL v sinopticheskoy praktike: Pervaya redakciya. Moscow: Rosgidromet publ., 2016, 31 p. [in Russ.].
4. Klimat Rossii [Climate of Russia]. Pod redakciey N.V. Kobyshevoy. Saint-Petersburg: Gidrometeoizdat publ., 2001, 645 p. [in Russ.].
5. Metodicheskie ukazaniya po ispol'zovaniyu informacii doplerovskogo meteorologicheskogo radiolokatora DMRL-S v sinopticheskoy praktike: Tret'ya redakciya. Moscow: Rosgidromet publ., 2019, 126 p. [in Russ.].
6. Opasnye prirodnye gidrometeorologicheskie yavleniya v federal'nykh okrugah Evropeyskoy chasti Rossii. Pod redakciey R.M. Vil'fanda. Obninsk, 2008, 311 p. [in Russ.].
7. Peskov B.E., Golubev A.D., Alekseeva A.A., Dmitrieva T.G. Analysis of conditions of the occurrence of a strong squall in the Kursk region on 3 April 2017. *Trudy Gidromettsentra Rossii [Proceedings of the Hydrometcentre of Russia]*, 2017, vol. 364, pp.93-103 [in Russ.].
8. Rossiyskiy gidrometeorologicheskii enciklopedicheskii slovar'. Tom II: K-P. Saint-Petersburg: Letniy sad publ., 2009, 312 p. [in Russ.].
9. Rossiyskiy gidrometeorologicheskii enciklopedicheskii slovar'. Tom I: A-I. Spb. Letniy sad publ., 2008, 336 p. [in Russ.].

10. Rukovodstvo po kratkosrochnym prognozam pogody. Chast' I. Leningrad, Gidrometeoizdat publ., 1986, 702 p.
11. Rukovodstvo po kratkosrochnym prognozam pogody. Chast' I. Leningrad: Gidrometeoizdat publ., 1986, 306-307 pp.
12. *Snitkovskiy A.I.* Prognoz sil'nyh vetrov. *Meteorologiya i Gidrologiya* [Russ. *Meteorol. Hydrol.*], 1970, no. 9, pp. 18-23 [in Russ.].

*Поступила 11.05.2022; одобрена после рецензирования 07.09.2022;
принята в печать 23.10.2022.*

*Submitted 11.05.2022; approved after reviewing 07.09.2022;
accepted for publication 23.10.2022.*