Летние смерчи 2026 года на Европейской территории России: синоптический анализ и верификация данных ДМРЛ-С и российских спутников

Алексеева А.А, Дмитриева Т.Г, Обухов М.О., Бухаров В.М.

ФГБУ «Гидрометцентр России»

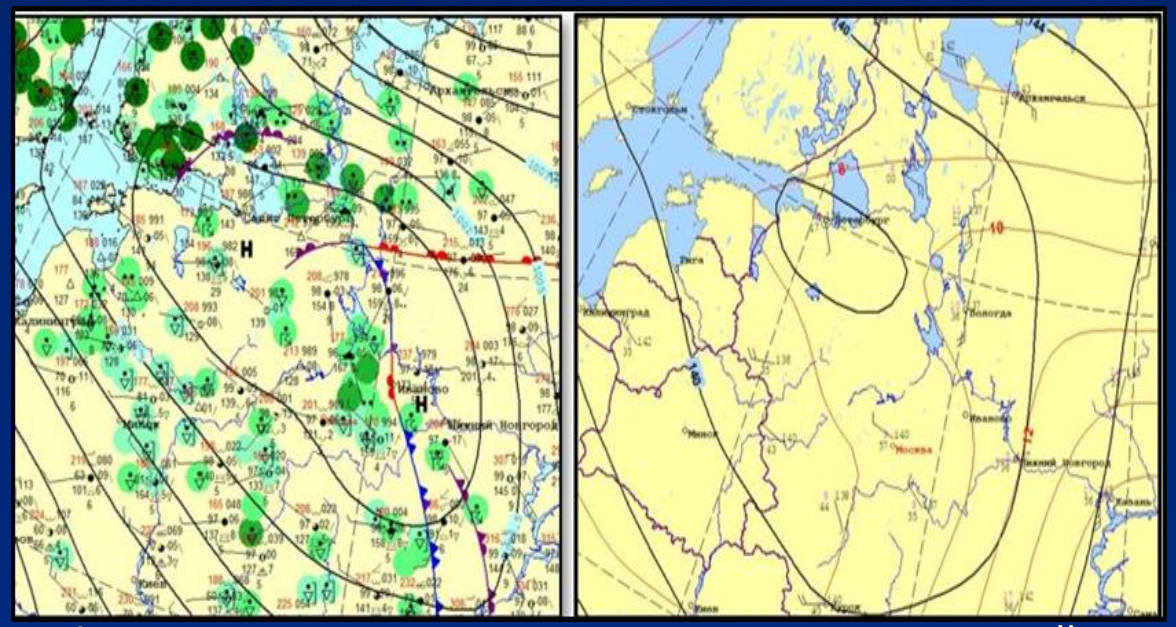
В настоящее время достаточно точно прогнозируются процессы возникновения зон активной конвекции (ЗАК) с опасными явлениями, сильными ливнями, градом и шквалами. Основной сложностью остается прогнозирование конкретного места и точного времени осуществления таких явлений. Надежных методов прогноза смерчей до сих пор в мировой практике не существует, несмотря на развитие моделей и технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения. В связи с климатическими изменениями смерчи в России стали наблюдаться все чаще, поэтому встает вопрос об возможности предупреждения их возникновения. По мере приближения синоптического процесса к месту прогноза все внимание концентрируется на дополнительном использовании оперативной информации: спутниковых снимков, информации радаров и грозопеленгаторов, данных радиозондов, самолетов, автоматических метеостанций, а также наблюдательной сети. На настоящее время можно говорить о вероятностном прогнозе смерчевой ситуации, относительно заблаговременности – задаче наукастингового прогноза.

Поскольку нет надежных методов прогнозирования такого явления, рассмотрение конкретных случаев и анализ причин возникновения сильных конвективных штормов со смерчами дает возможность нахождения путей совершенствования методов прогноза таких явлений, сопровождающихся значительным ущербом, а нередко и гибелью людей, хотя бы с заблаговременностью нескольких минут, используя возможности их диагностирования на основе всего комплекса имеющейся информации. Особенное внимание, дополнительно к синоптическому анализу с использованием численных прогнозов мезомасштабных моделей, уделяется анализу спутниковой и радиолокационной информации. В России такой информацией являются данные российских КА серий «Арктика-М» и «Электро» и сети ДМРЛ-С.

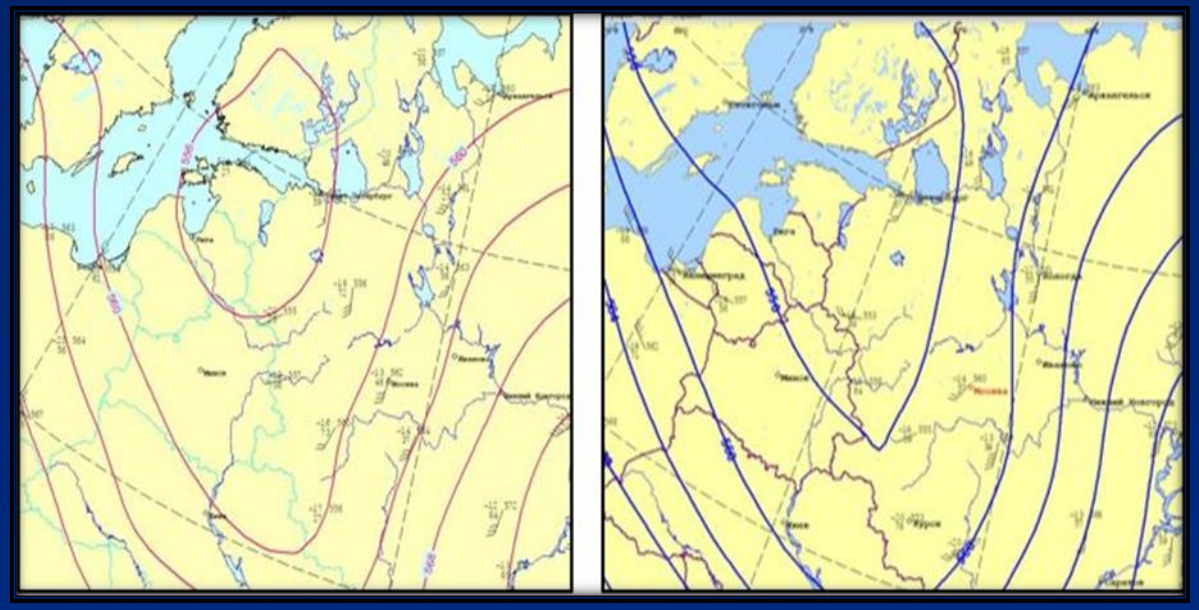
Анализ смерчей, возникших: 5 июля над территорией Ивановской области, 9 июля – в Башкирии, 10 июля – в Рязанской, Московской и Тверской областях, 12 июля в Подмосковье и 17 августа в Нижегородской области, показал, что все смерчи возникли первоначально над водной поверхностью или рядом с водоемом. Так в Иванове – над рекой Уводь, в Башкирии – над озером, в Рязанской области – рядом с р. Проня недалеко от слияния с Окой, в Тверской – недалеко от Селигера, в Подмосковье – р. Варваркой (приток Яхромы), на которой образовано Синьковское водохранилище, Наро-Фоминск стоит на р. Наре, в Н. Новгороде – кроме Волги, парки с водоемами, а также Пермяковское озеро. Все рассмотренные смерчи, образованные над водой, вышли на берег или осуществились рядом. В Иваново смерч прошел по набережной р. Уводь и далее вышел в город; в Башкирии – прошелся по д. Ургуново, Учалинского района; в Рязанской – пострадала база отдыха Дубровичи, это с. Засечье на берегу реки; в Подмосковье – в Дмитров и с. Синьково этого же округа (там находится рядом канал имени Москвы, соединяющий р. Москву с Волгой). Все смерчи отметились образованием воронки, что подтверждается видео в интернете, выложенными свидетелями этого опасного природного явления, ущербом, обошлось без нанесения вреда здоровью людей.

Рассмотренные смерчи возникали при классической синоптической ситуации: в передней части обширной тропосферной депрессии при усиливающейся расходимости изогипс на поверхности 500 гПа, в теплом секторе углубляющихся циклонов, при прохождении атмосферных фронтов: либо холодного фронта с волнами, либо фронта окклюзии.

Смерч в Иванове 5 июля 2026г.



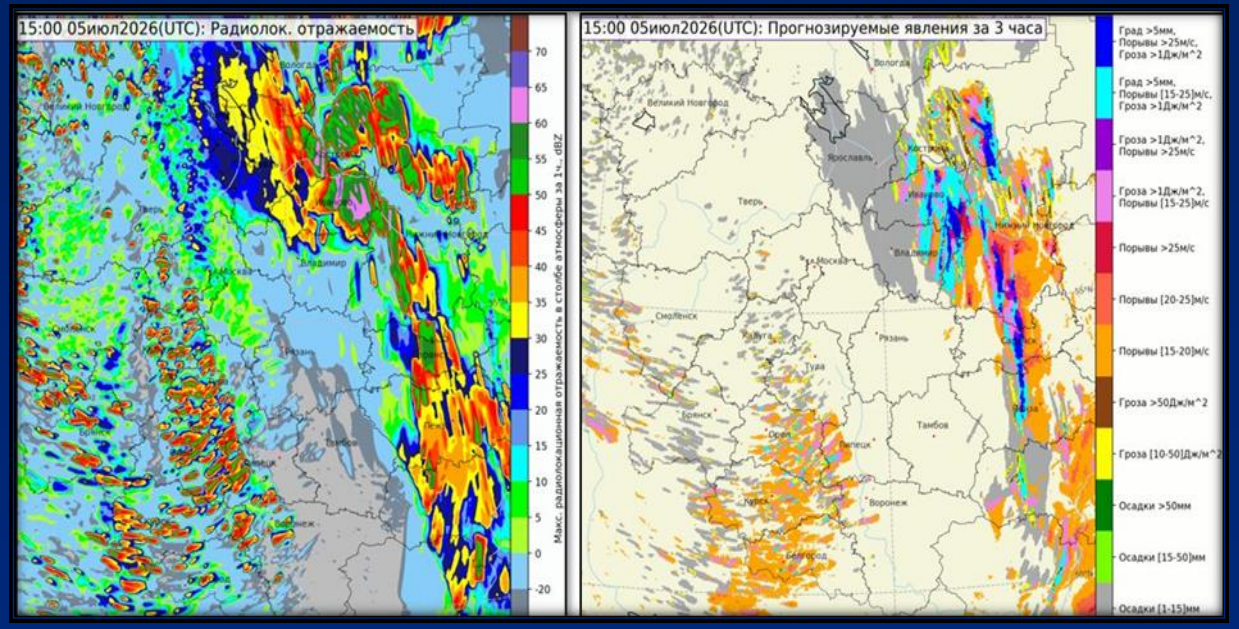
Фрагменты карт 05.07.2026 за 12 ВСВ: приземной с фронтальным анализом (слева) и АТ-850 (линии: черные – высота изобарической поверхности; более светлые – температура воздуха).

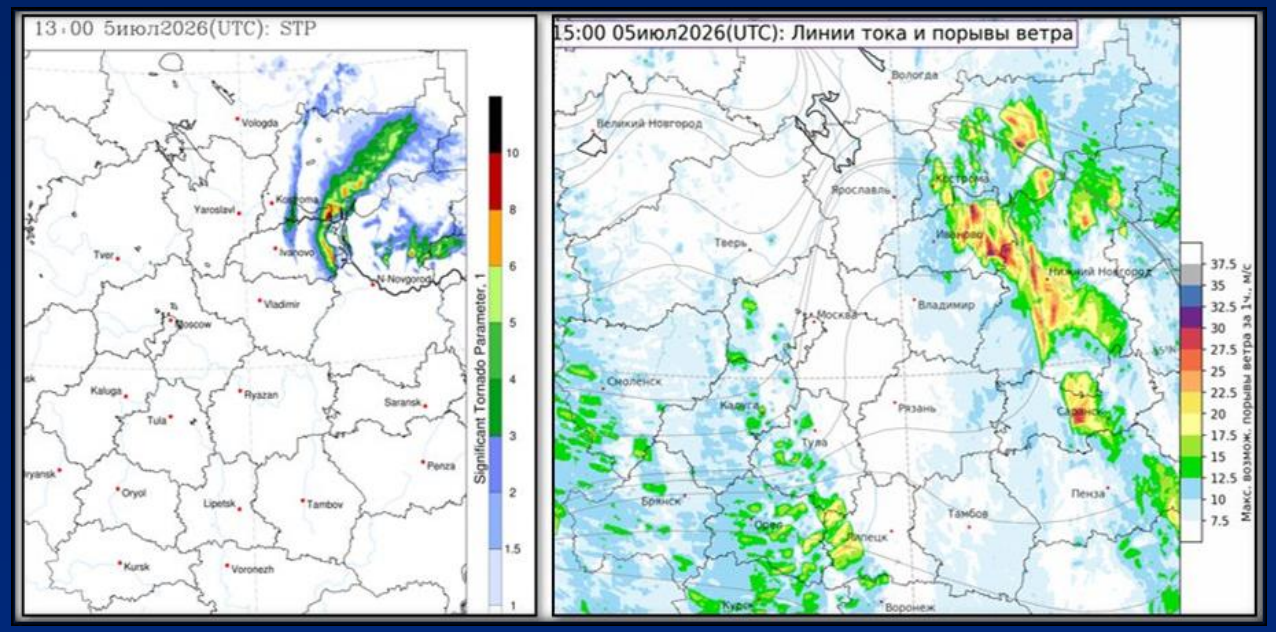


Фрагменты карт АТ-500 05.07.2026 : за 00 ВСВ (слева) и за 12 ВСВ (справа).

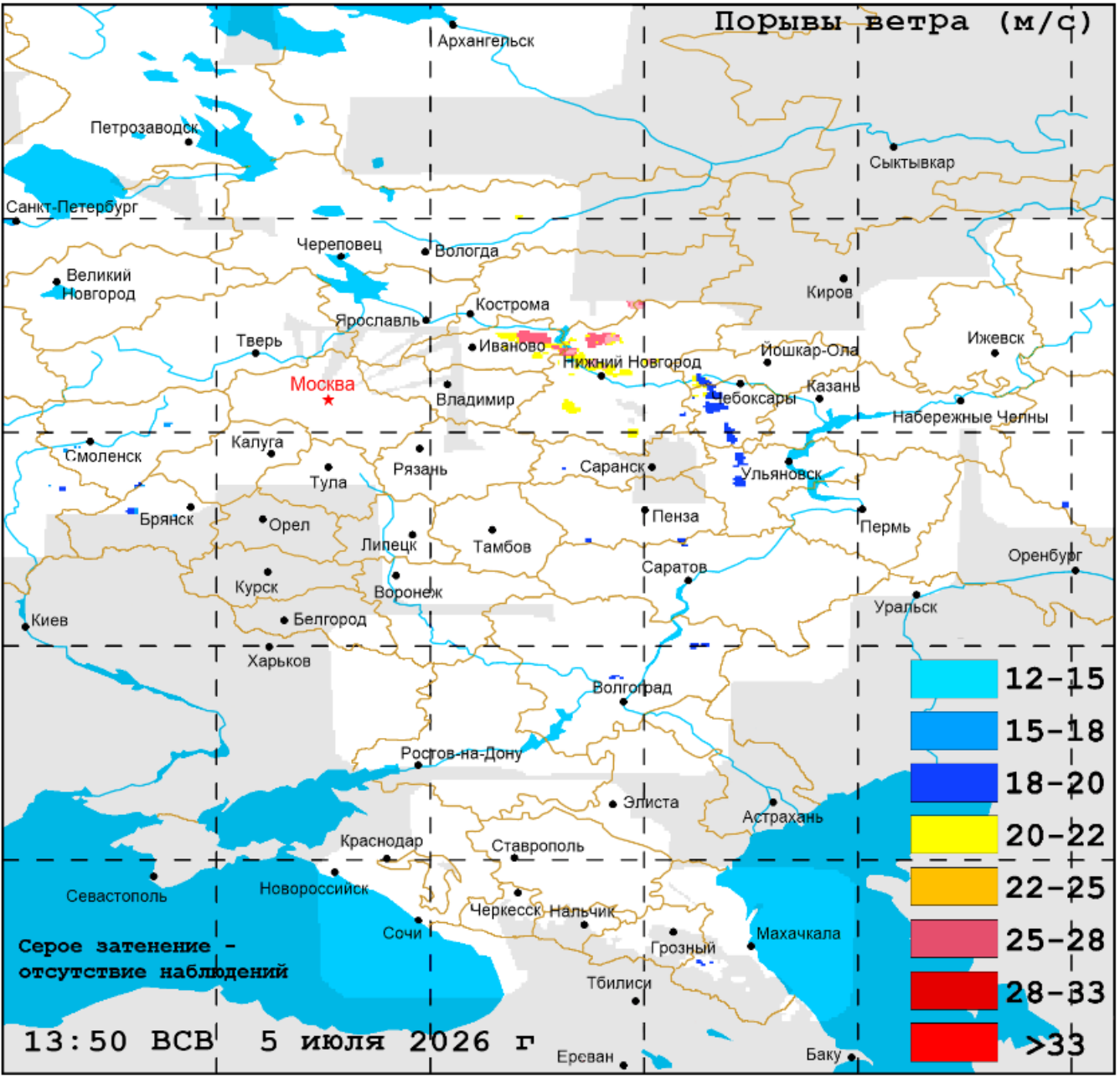
Как видно на представленных фрагментах карт, смерч в Иванове образовался в теплом секторе циклона на холодном фронте с волнами, на поверхности 500 гПа наблюдается усиливающаяся от срока 00 ВСВ к 12 ВСВ расходимость изогипс.

Численный прогноз (Cosmo-Ru2.2 км) от счета 00 ВСВ 5.07.2026: радиолокационной отражаемости, явлений, индекса STP, линий тока и порывов ветра (слева-направо)



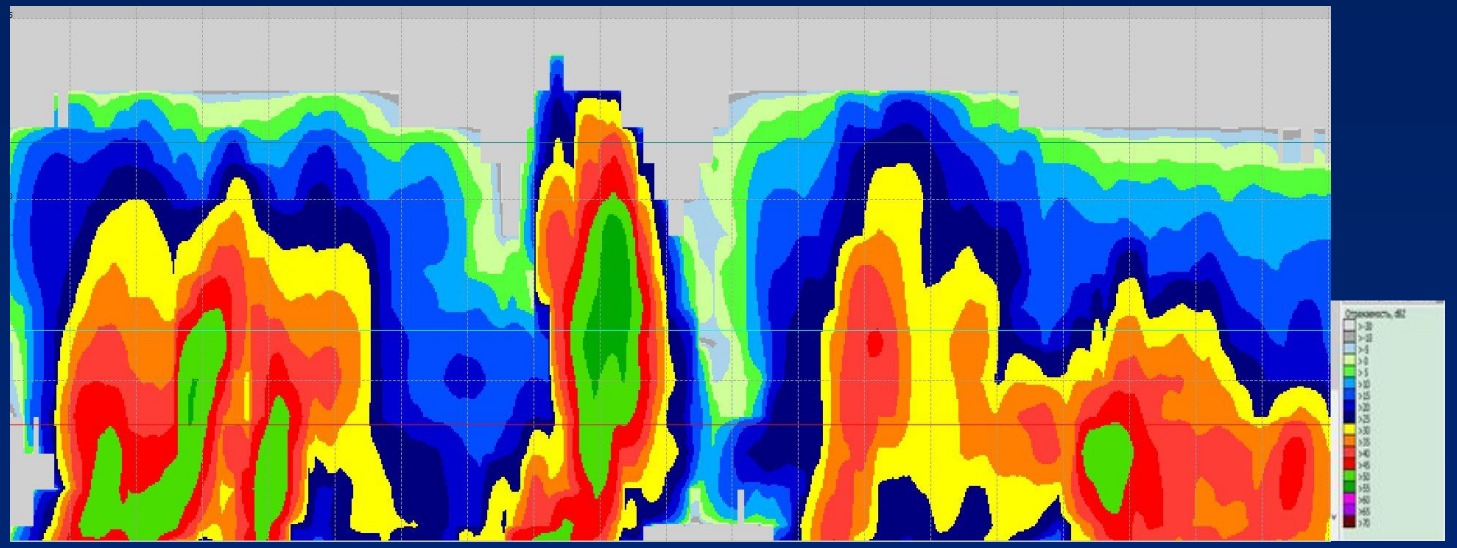


В районе Иваново прогнозировалась максимальная радиолокационная отражаемость до 65 dBz, активная грозовая деятельность с вероятностью выпадения града и порывов ветра до 25 м/с, комплексный метеорологический индекс STP (Significant Tornado Parameter) для оценки риска формирования значительных смерчей (категории EF-2 и выше по шкале Фудзиты) – до 3-4. Высота тропопаузы составляла 11.6 км. Радиолокационные параметры в Иваново не определены, т.к. ближайший локатор находится на удалении более 200 км. Смерч образовался в МКК, который охватил и Нижегородскую область, где прошли шквалы со скоростью до 30 м/с и крупный град, особенно пострадал г. Бор, в котором повалены десятки деревьев, сорваны крыши, снесены заборы, пострадала канатная дорога, соединяющая его с Н. Новгородом. Верхняя граница облаков там составляла 13 – 13.3 км, что превышало тропопаузу на 1.4 – 1.7 км, максимальная радиолокационная отражаемость 59 – 60.5 dBz, ширина доплеровского спектра, с помощью которой можно оценить величину турбулентных пульсаций в импульсном объеме, 5 – 7 м/с, вертикальная интегральная водность составляла 44-50 кг/м^2.



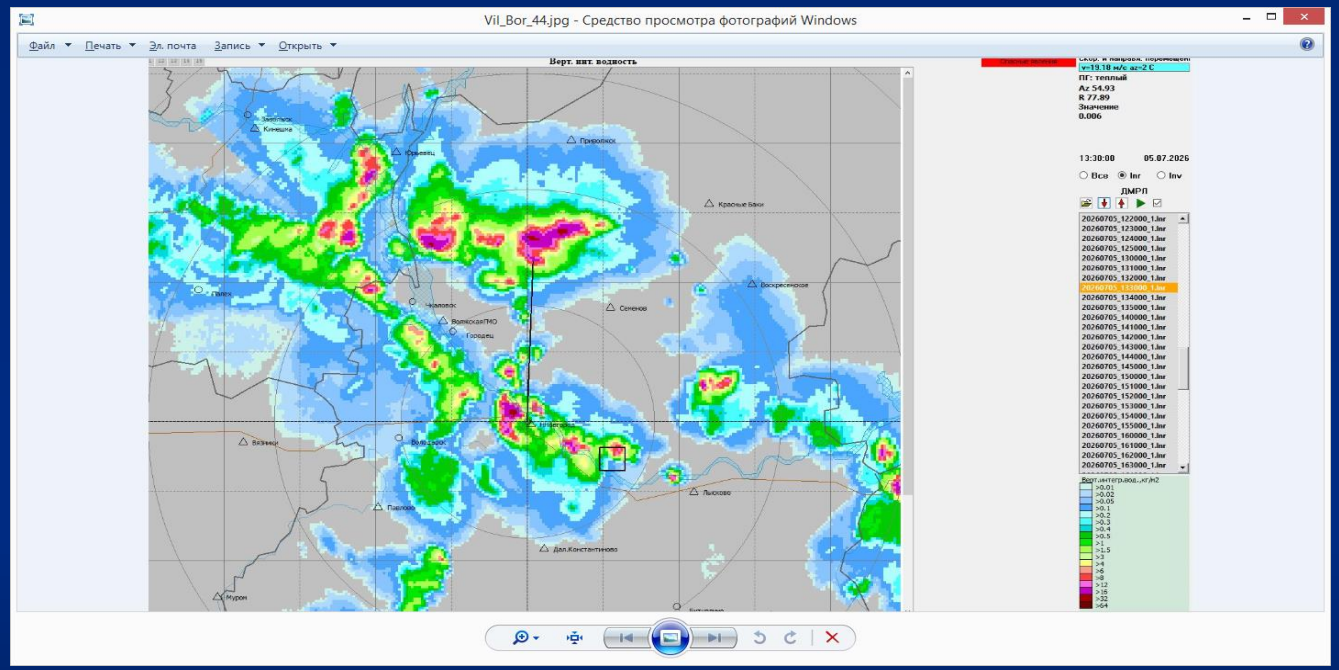


Диагностированные в рамках автоматизированной технологии по данным сети ДМРЛ-С и численного прогнозирования скорости ветра при шквалах 5 июля 2026г.



Данные ДМРЛ-С «Н.Новгород», случай сильного шквала в г. Бор 5 июля 2026 г.:
вертикальный разрез (вверху) – максимальная радиолокационная отражаемость в районе Бора 58 dBz
и вертикально интегрированная водность (внизу) – в районе Бора 44 $кг/м^2$.

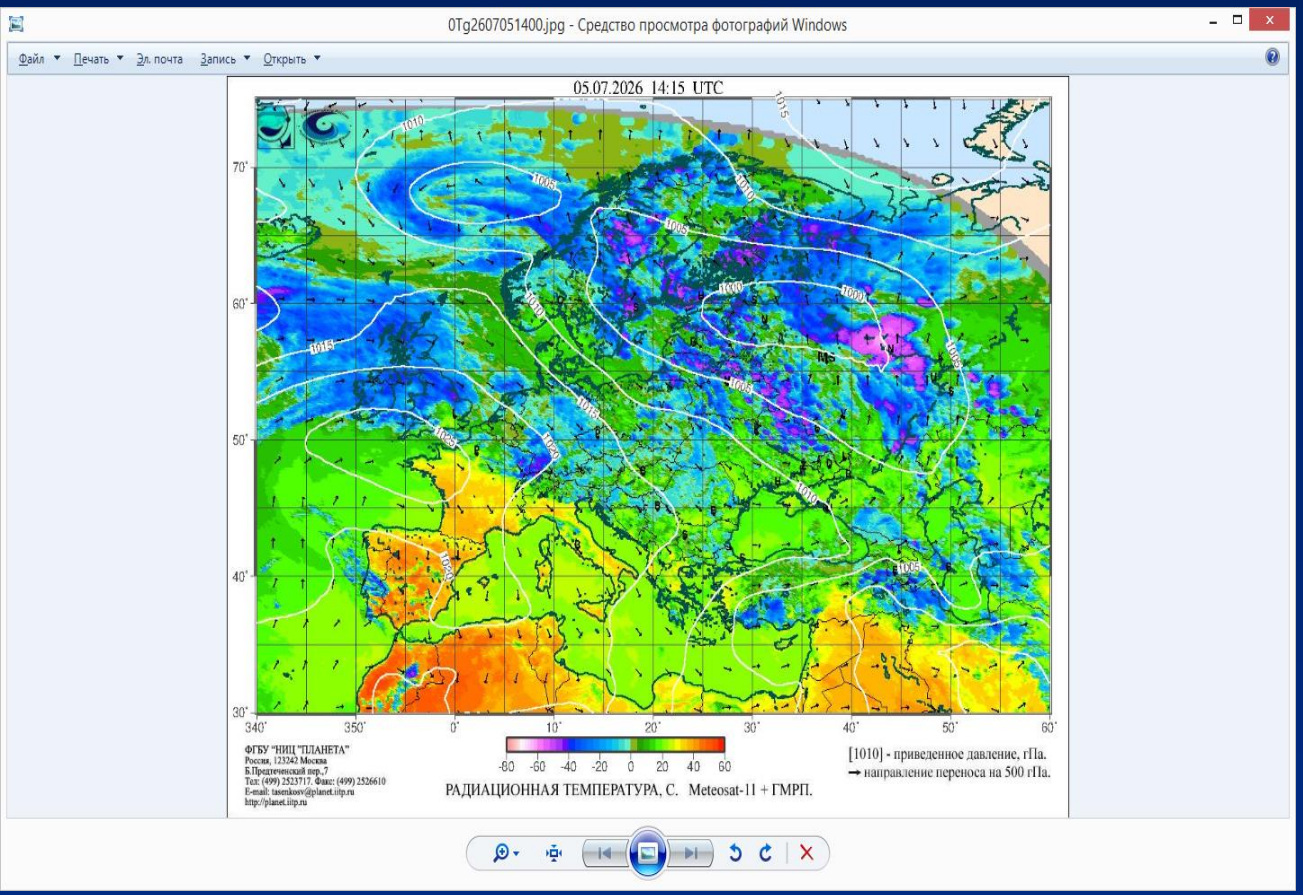
*шкалы на рисунках для отображения этих же параметров, расположенных ниже, идентичны данному слайду

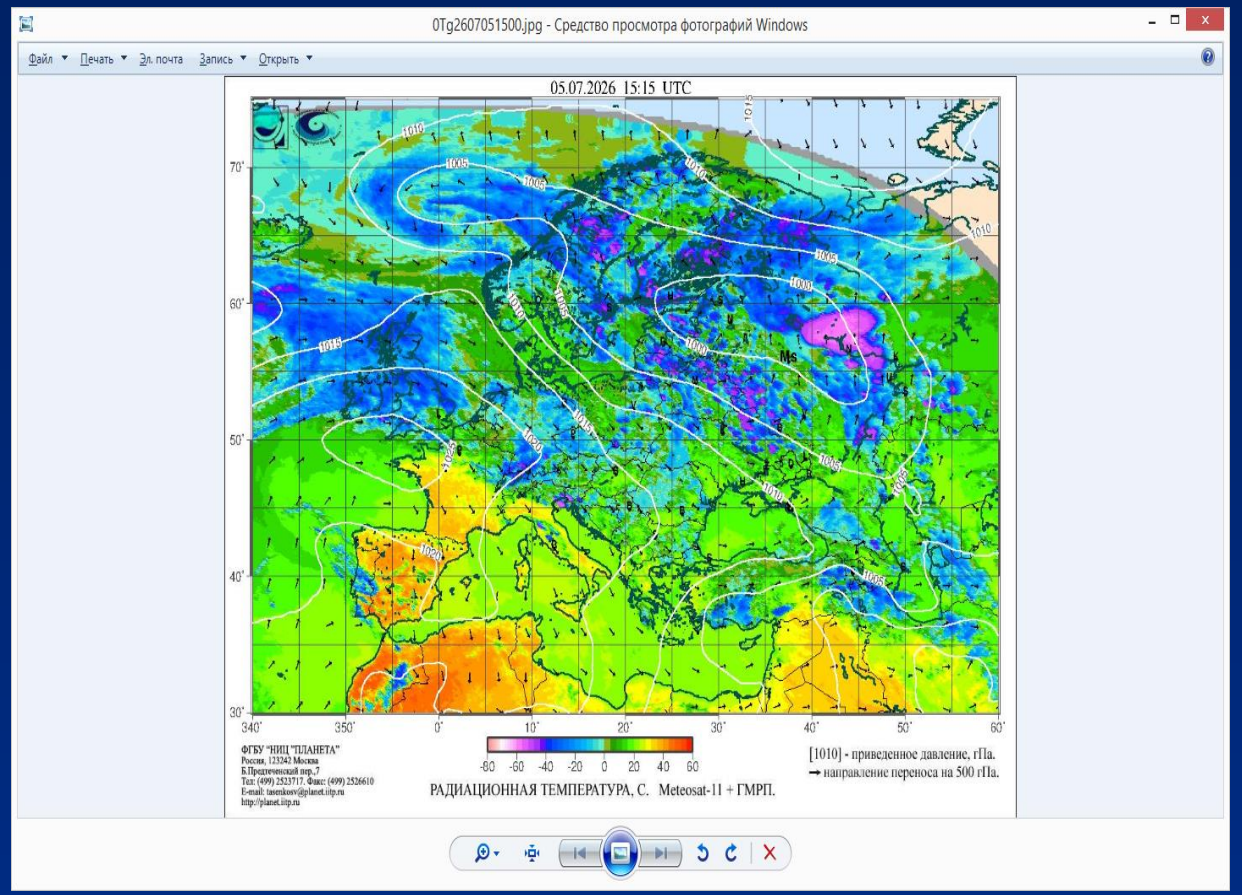


СПУТНИКОВЫЙ АНАЛИЗ

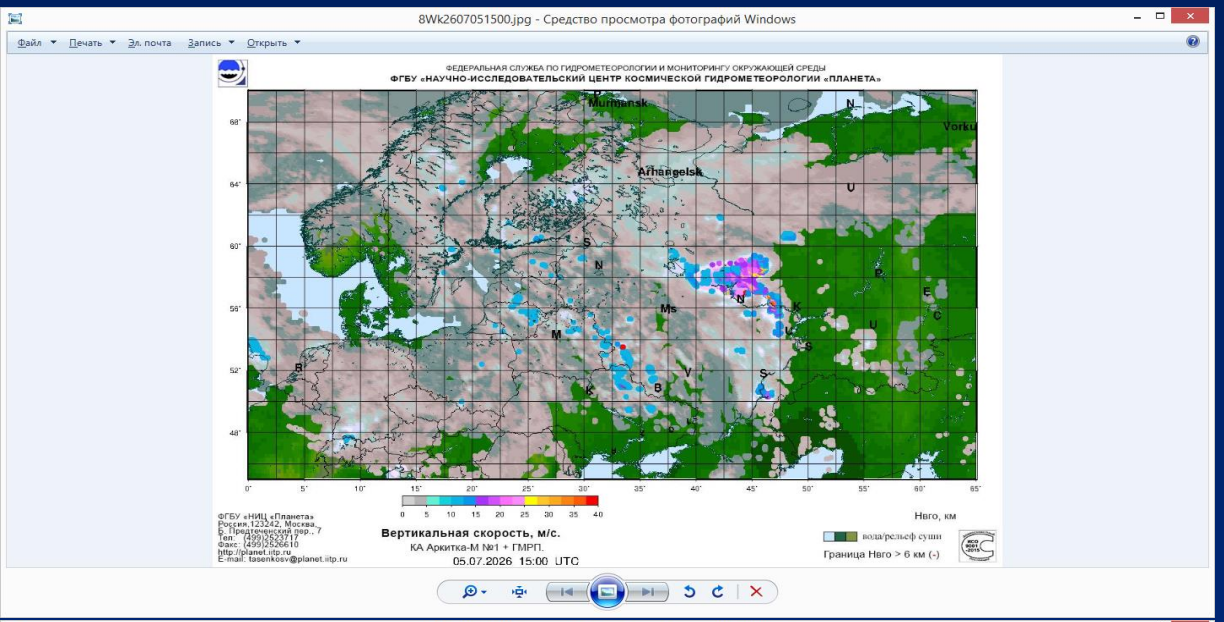
Спутники показывают обнаруженную конвективную систему целиком (по переохлажденным вершинам), осуществляют мониторинг с разрешением в 15 минут (для российских спутников), т.е. помогают отследить эволюцию и выбрать ближайший радар для детального анализа. Для наглядности рассмотрим спутниковые данные для случая 5 июля. Отметим, что в НИЦ «Планета» стал доступным новый авторский продукт – максимальная конвективная скорость (любезно предоставленный для доклада), что особенно важно для анализа ЗАК. Общепринято выделять ЗАК по значению переохлажденных вершин без детализации конвективных скоростей. Информация о конвективных скоростях совместно с анализом вертикальных сдвигов ветра или смерчевых индексов, спрогнозированных в рамках мезомасштабных моделей, позволит более точно диагностировать смерчевые ситуации более детально. Как отмечалось в ранее проведенных исследованиях спутниковая информация дает возможность видения процесса немного раньше, чем анализ другой метеорологической информации, что важно для принятия превентивных мер.

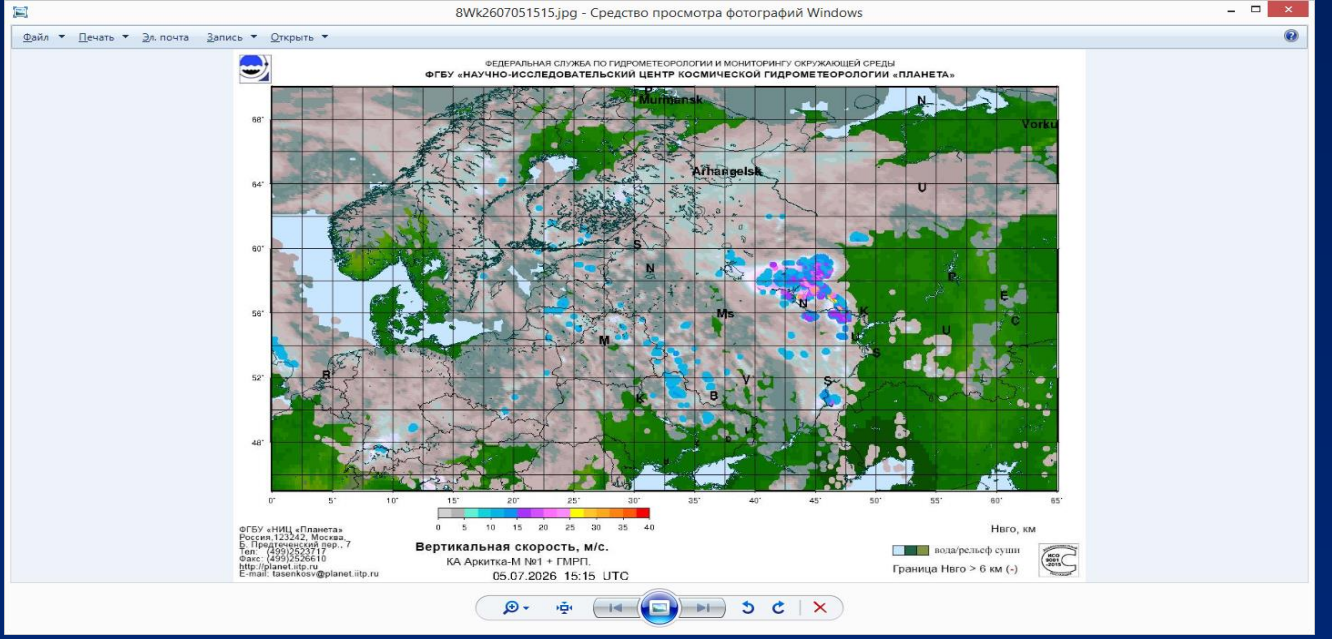
Радиационная температура. Meteosat-11. ГМРЦ.

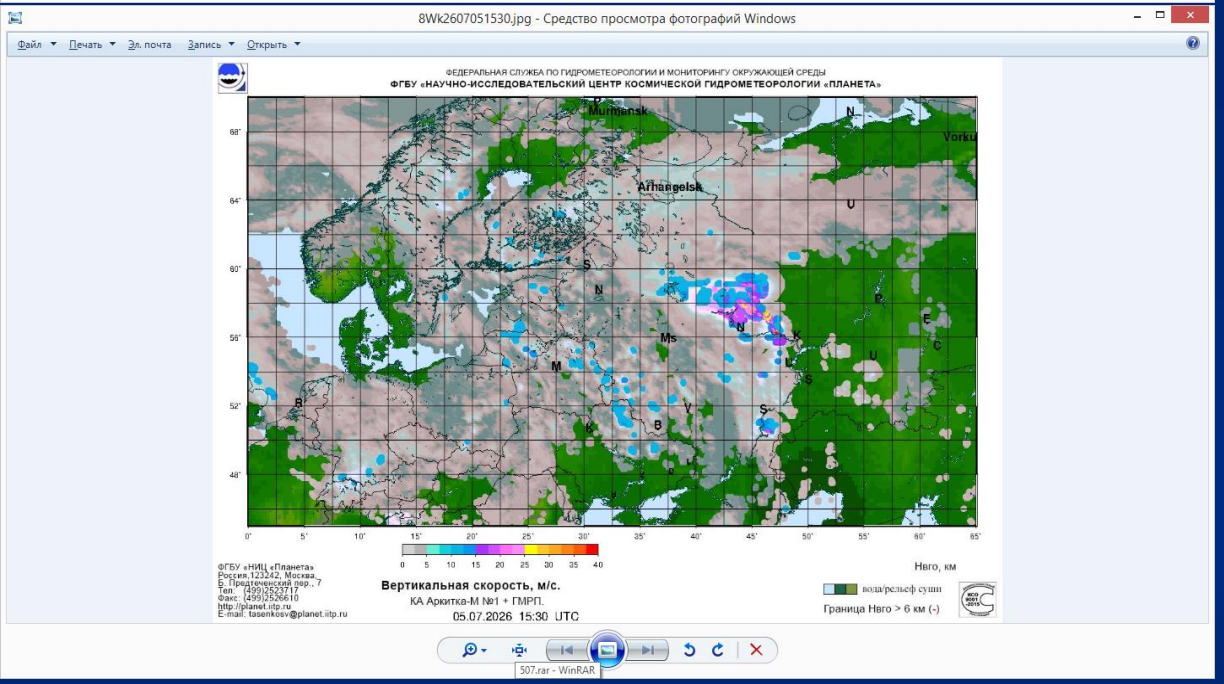


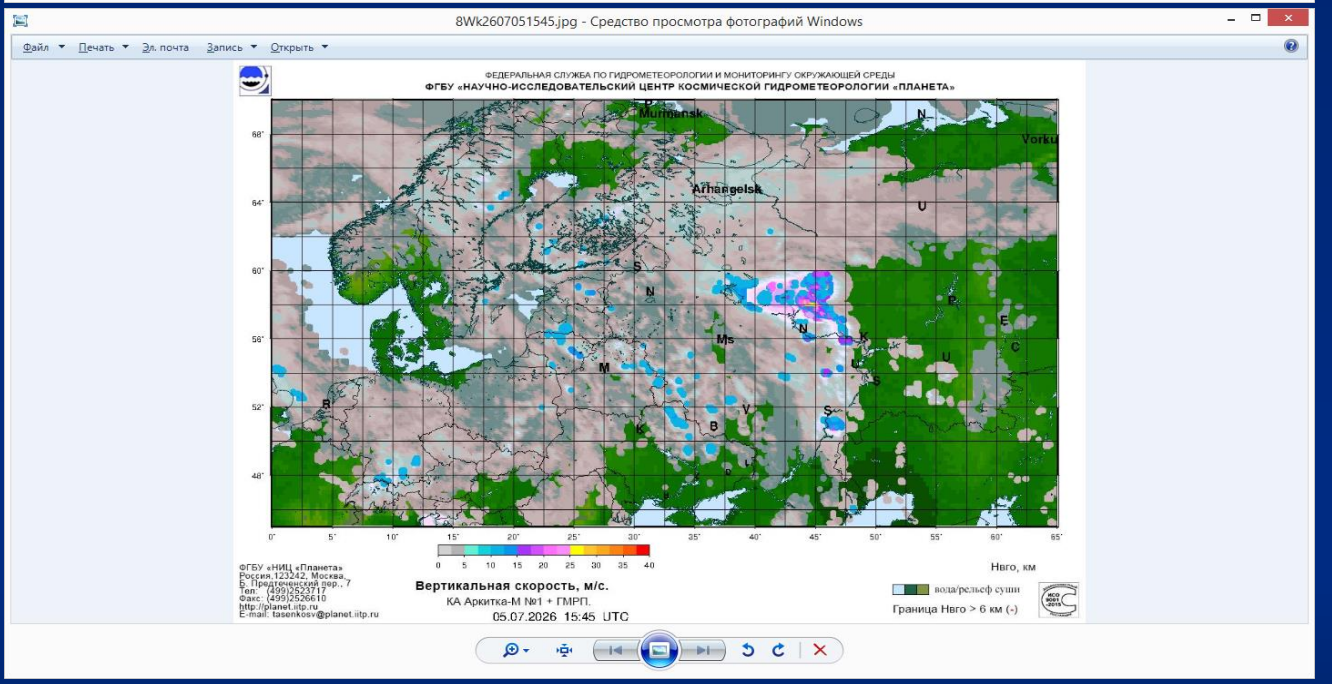


Радиационная температура в районе Иваново (56.97 с.ш., 41.02 в.д.), в юго-западной части ЗАК (на краю), составляет порядка – 60 град.



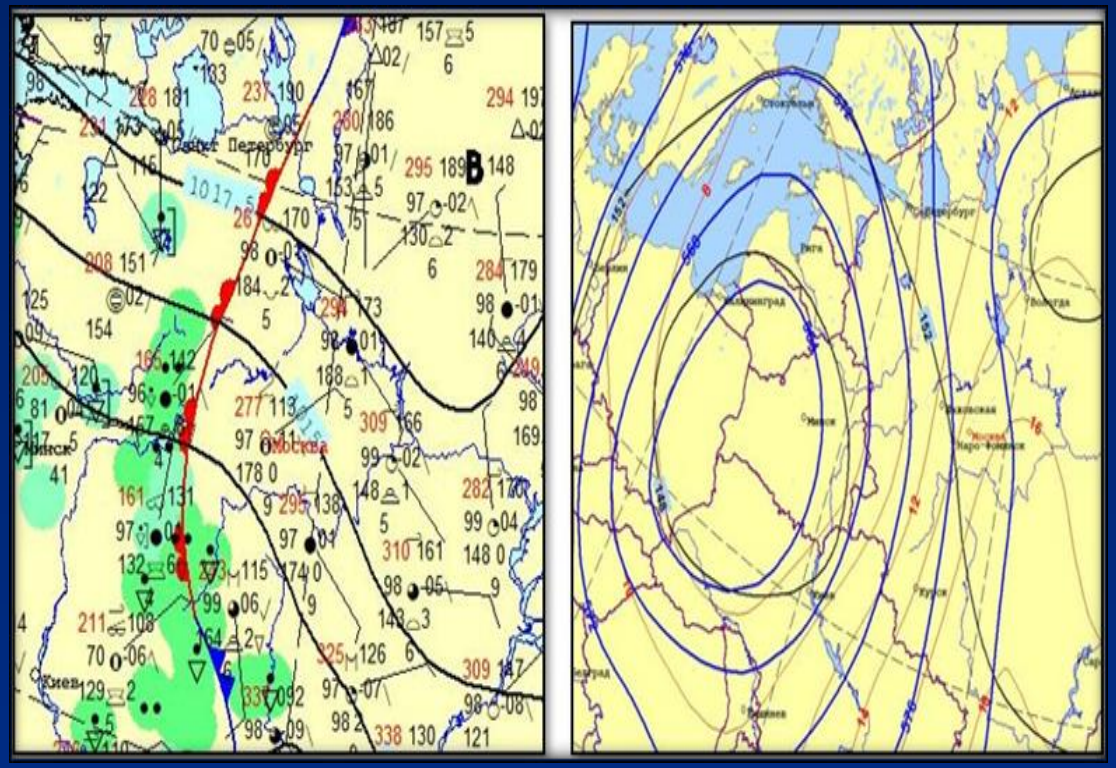




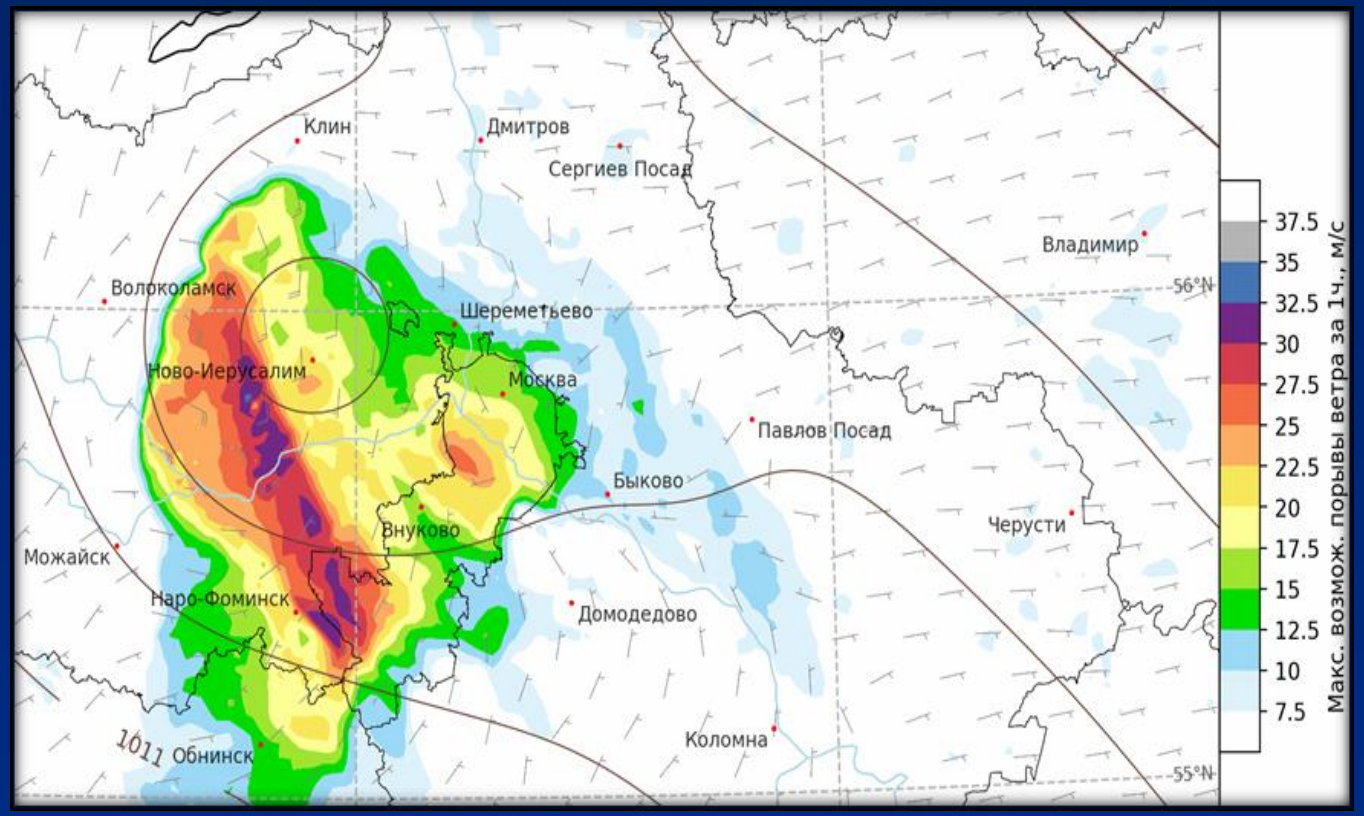


Значения максимальной конвективной скорости по данным ИСЗ в этом районе достигают 25 м/с.

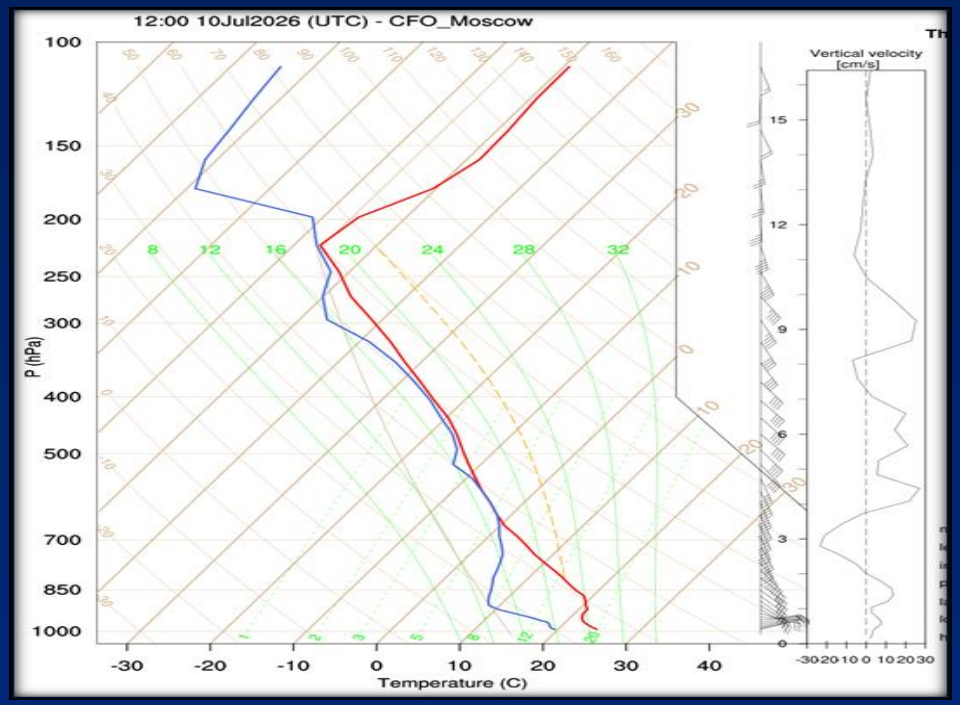
Смерчи 10 июля в Подмосковье: Шаховская (около 18-18:10 ВСВ), Наро-Фоминск (16:50-17:20 ВСВ), образовались в теплом секторе циклона на фронте окклюзии



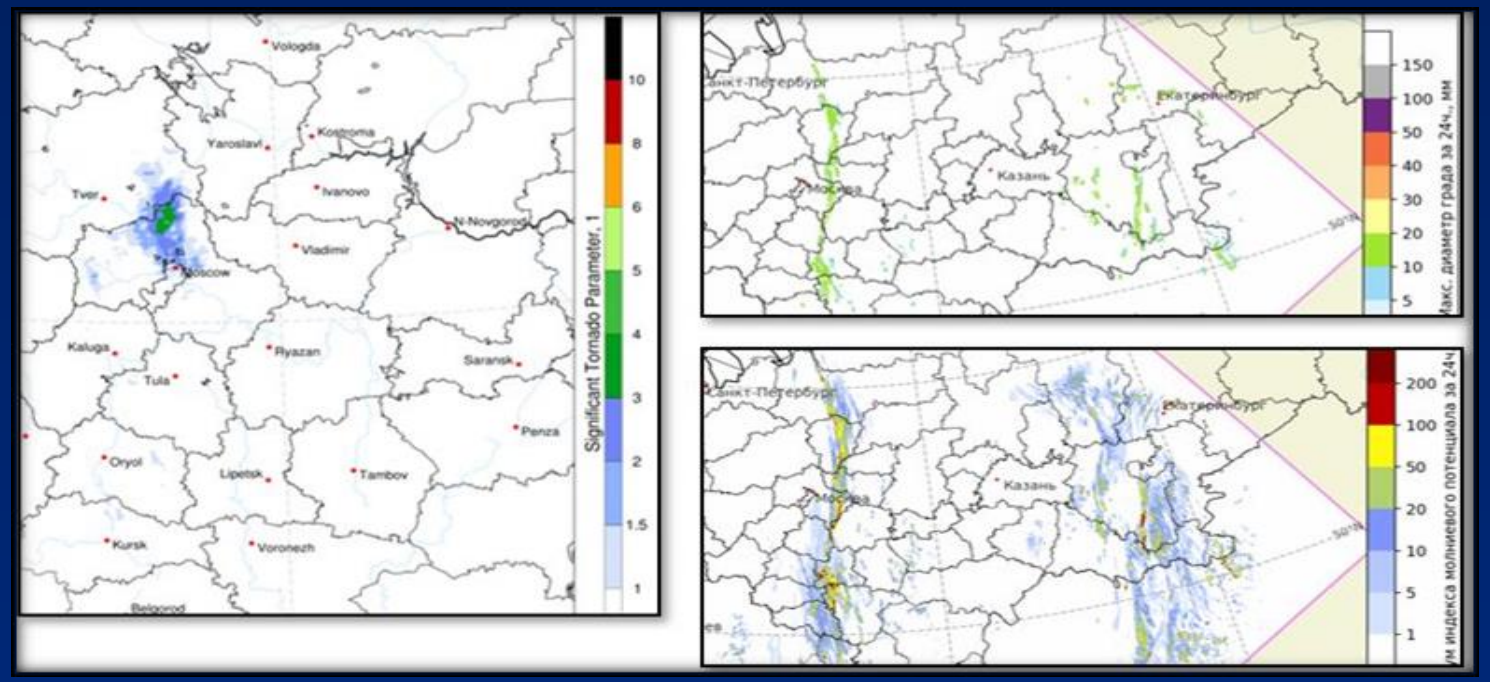
Фрагменты карт за 10 июля 2026г. срок 12 ВСВ: приземная карта (слева) и барические поля поверхностей 850 и 500 гПа (справа)



Прогноз максимальных порывов ветра , модель Cosmo-Ru 2.2 км, срок старта 00 ВСВ 10.07.2026.

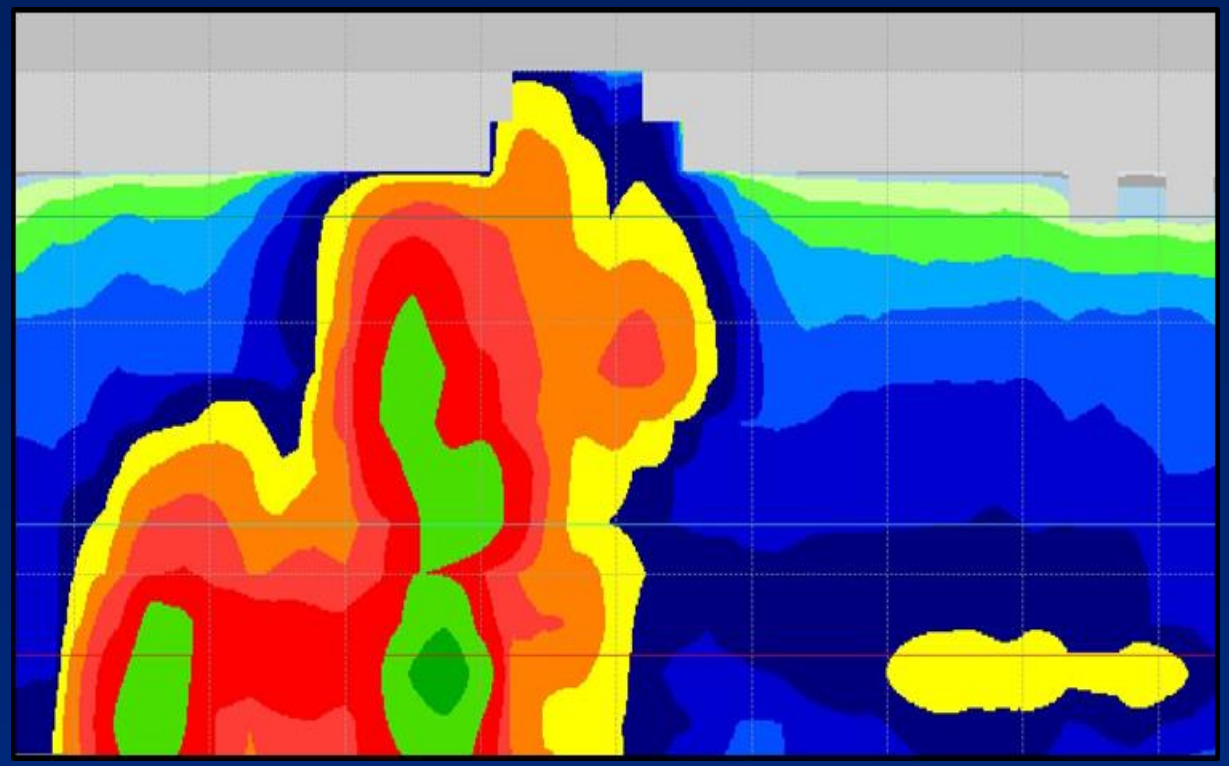


Прогноз вертикального профиля температуры и ветра , модель Cosmo-Ru 2.2 км, срок старта 00 ВСВ 10.07.2026.

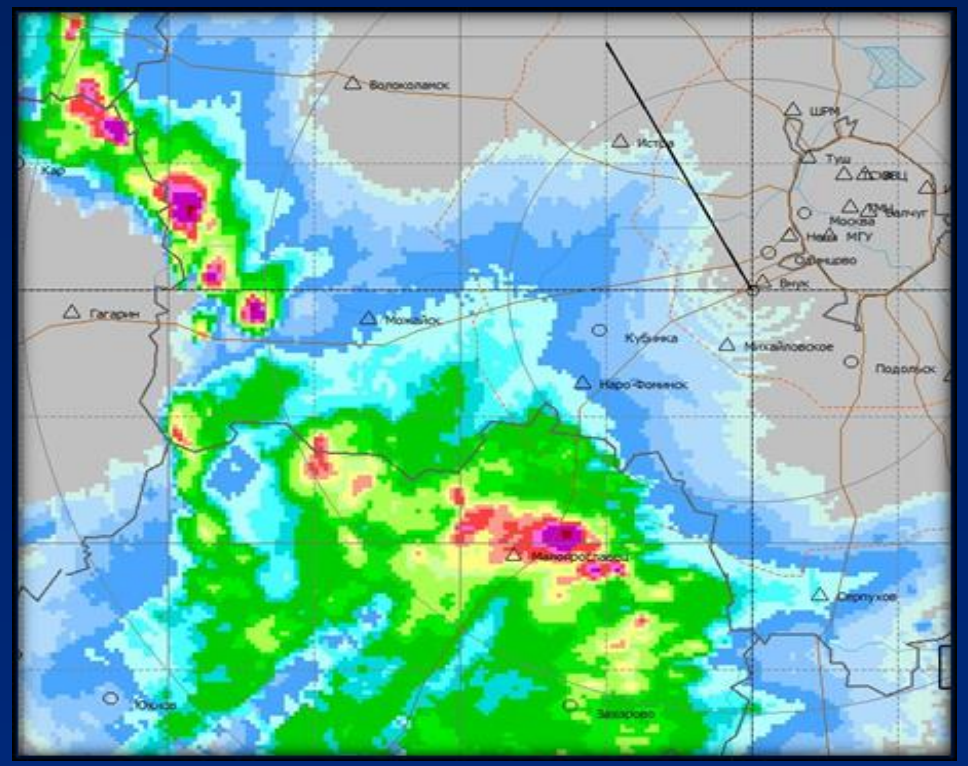


Индекс STP (слева), вероятность образования града (справа вверху) и молниевого потенциала (справа внизу), модель Cosmo-Ru 2.2 км, срок старта 00 ВСВ 10.07.2026.

Согласно прогнозу в Московском регионе прогнозировалась грозовая активность с вероятностью образования смерчей во второй половине дня на севере области (STP до 5), сдвиг ветра в слое до 1 км, вероятность максимальных порывов ветра в градации ОЯ (≥ 25 м/с).



Вертикальное сечение МКК на юго-западе Московской области в срок 17:20 ВСВ 10.07.2026, где фиксировалась максимальная отражаемость 60 dBz, а в срок 16:50 высота верхней границы достигала 15.5 км.



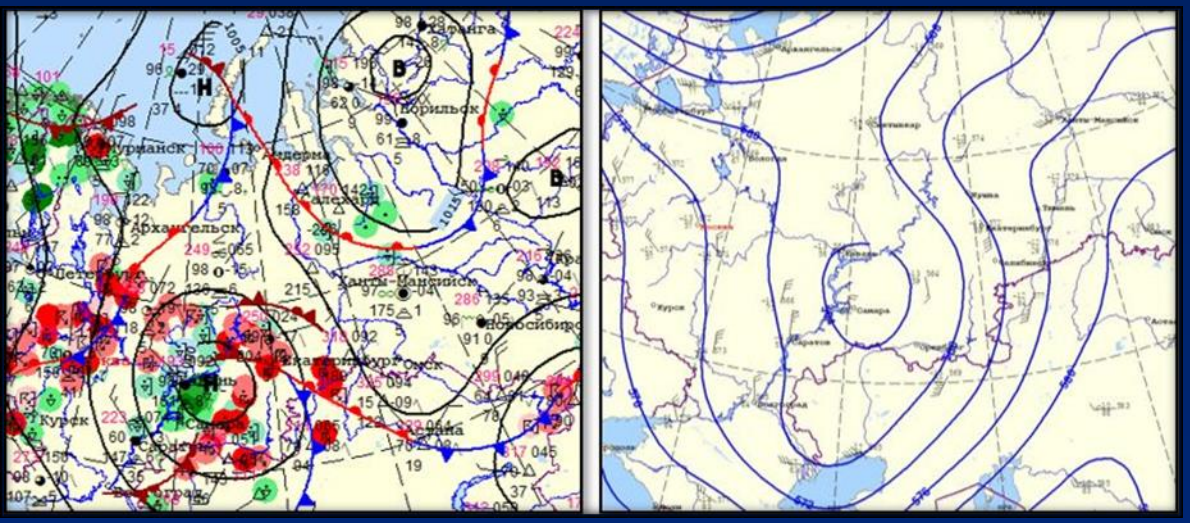
Вертикально интегрированная водность в 16:50 ВСВ порядка 40 $кг/м^2$.

Данные ДМРЛ-С «Внуково» подтверждают мезомасштабный численный прогноз: верхняя граница Cb составляет 15.5 км, что на 3.4 км превышает тропопаузу (12.1 км), на высоте 3 км максимальная отражаемость 58.5 dBz, вертикально интегрированная водность 40 $кг/м^2$, ширина доплеровского спектра – 8 м/с, локатор фиксировал град.
Смерч в районе Наро-Фоминска образовался на передней кромке МКК справа по его движению, в момент, когда подошел ливневой очаг большой интенсивности.

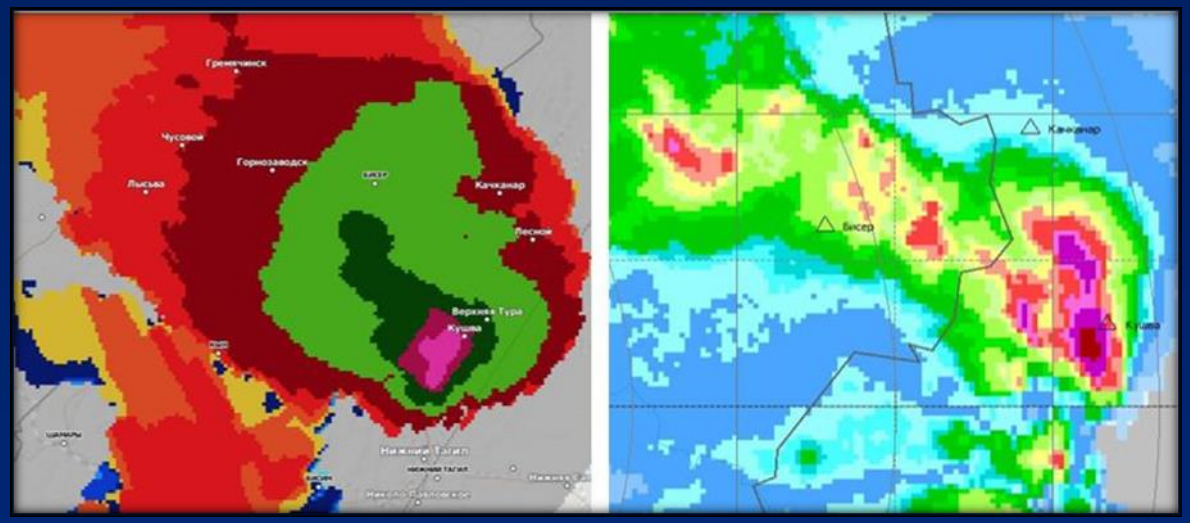
Смерч у д. Ургуново (54.40 с.ш., 59.39 в.д.), Учалинского района в Башкирии 9 июля 2026 г.

Вихрь оставил большую часть населенного пункта без электричества, сорвал крыши с жилых домов и повредил газоснабжение. Но был все же локальным, т.к. на соседних улицах жители ничего не ощутили. Причиной стал глубокий антлантический циклон, Южный Урал был в зоне холодного фронта. У Земли был пришедший из Казахстана очень теплый (28-30 град.) и влажный (высокая относительная влажность) воздух. С северо-запада переместился холодный арктический воздух. На границе воздушных масс возникла зона большой турбулентности, у Земли – большие градиенты давления. За счет сдвига ветра теплый воздух, поднимаясь вверх, закручивался вокруг оси. Находящееся рядом оз. Ургун сыграло свою роль. Теплая поверхность воды усилила испарение и локально повысила влажность, подпитав грозовую ячейку. Образовавшаяся над озером воронка при выходе на сушу набрала разрушительную мощь (резко усилилось трение о Землю, воронка сузилась и увеличилась скорость вращения). Т.е. сошлись такие факты, как мощная конвекция (высота верхней границы облаков 12-14 км) и вертикальный сдвиг ветра. Данный смерч можно отнести к смерчам, возникшим над контрастными средами (вода – суша).

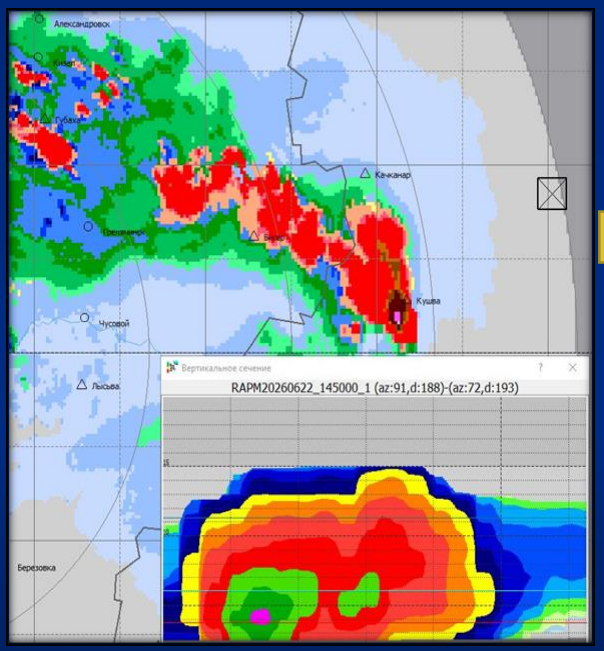
Для сравнения рассмотрим интенсивный смерч EF3 22 июня в п. Кушва (14 – 15:30 ВСВ)



Фрагменты карт за 22.06.2026 срок 12 ВСВ: приземный анализ и АТ-500



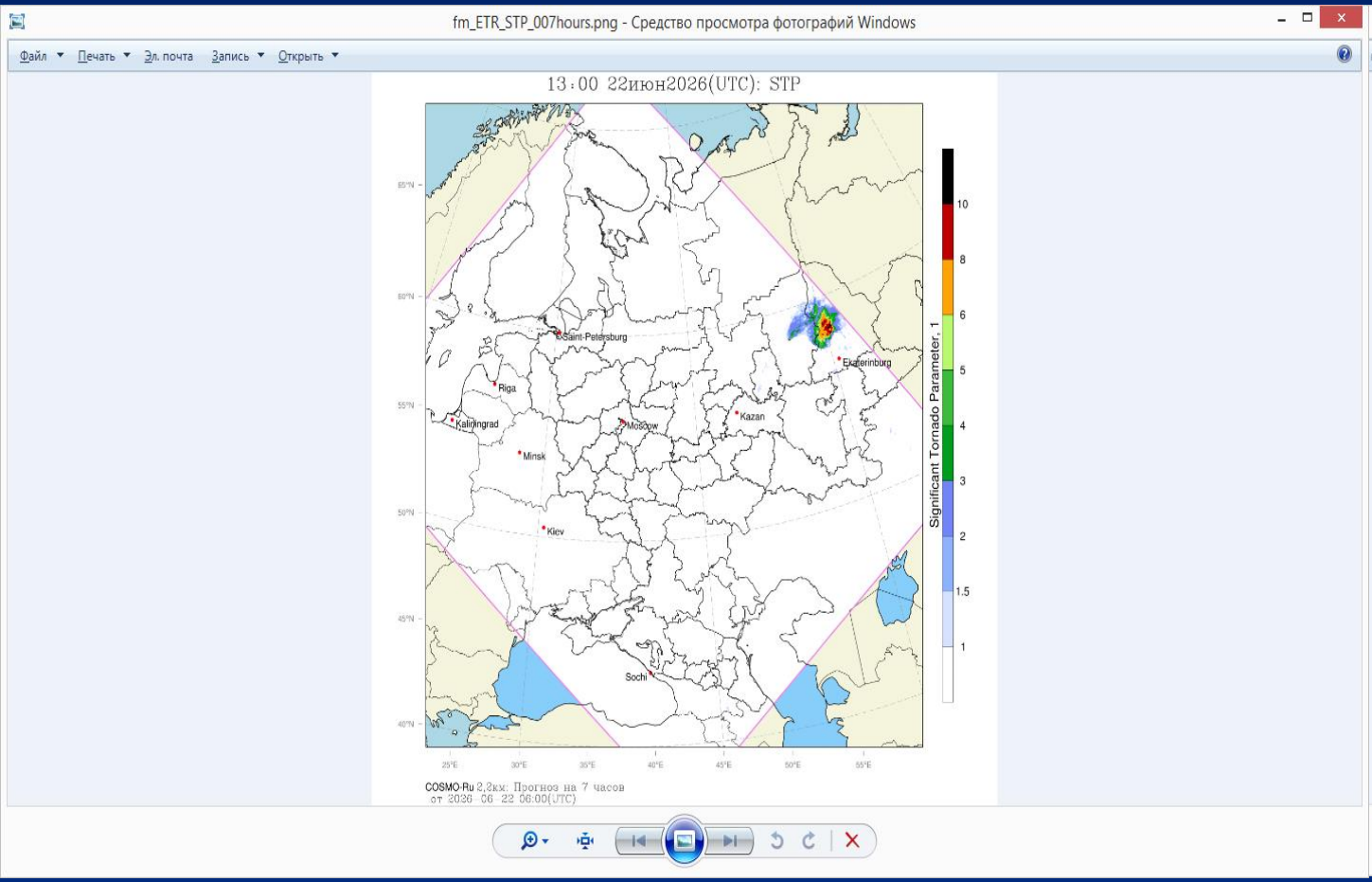
Данные ДМРЛ-С «Пермь» за 22.06.2026: высоты верхней границы облачности (слева) и вертикально интегрированной водности (справа)

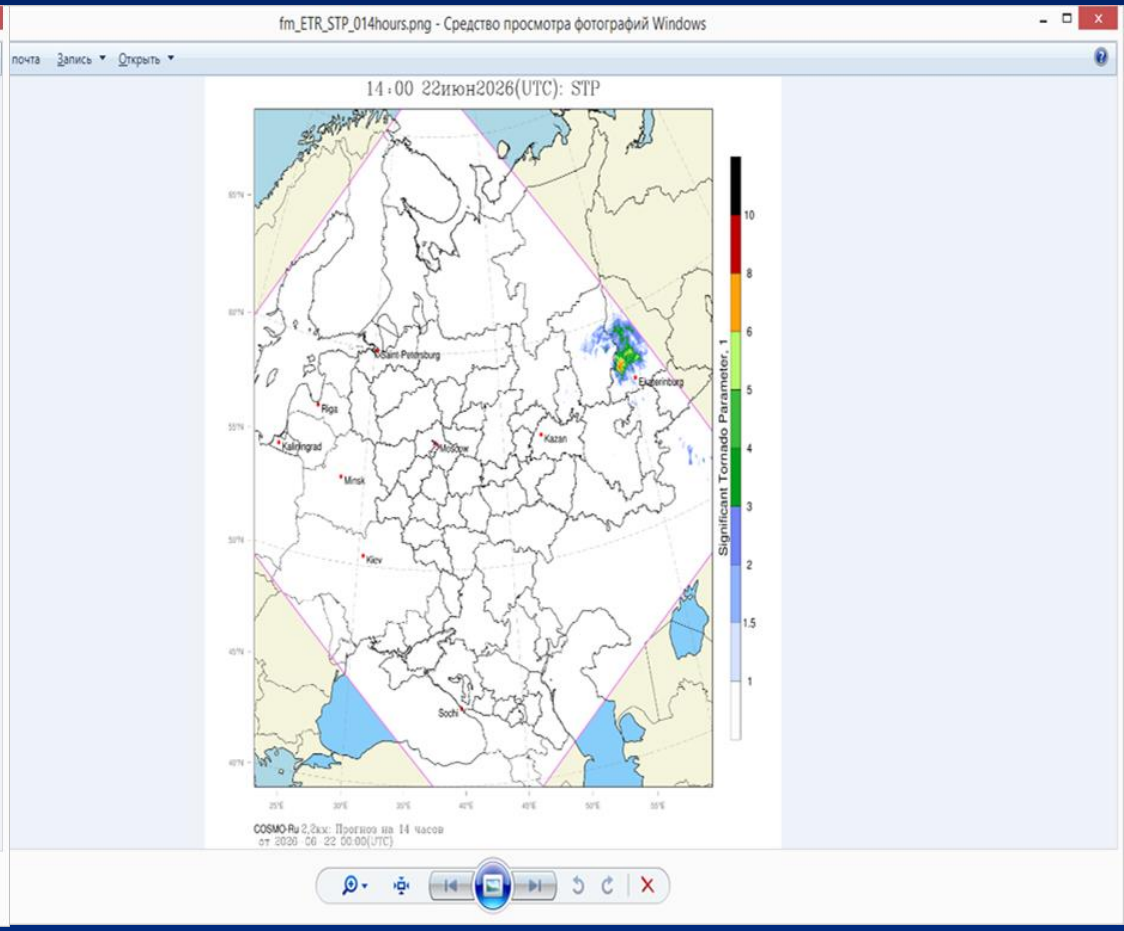


Данные ДМРЛ-С «Пермь» за 22.06.2026: явлений (основная карта) – град, шквал различной интенсивности в районе Кушвы и вертикальный разрез Cb, где верхняя граница 15.5 км (врезка)

Смерч возник в теплом секторе циклона, максимальная радиолокационная отражаемость на высоте 4 км равна 61.5 dBz, верхняя граница 15.3 км, что на 4 км выше тропопаузы (11.3 км), вертикально интегрированная водность 50 кг/м^2

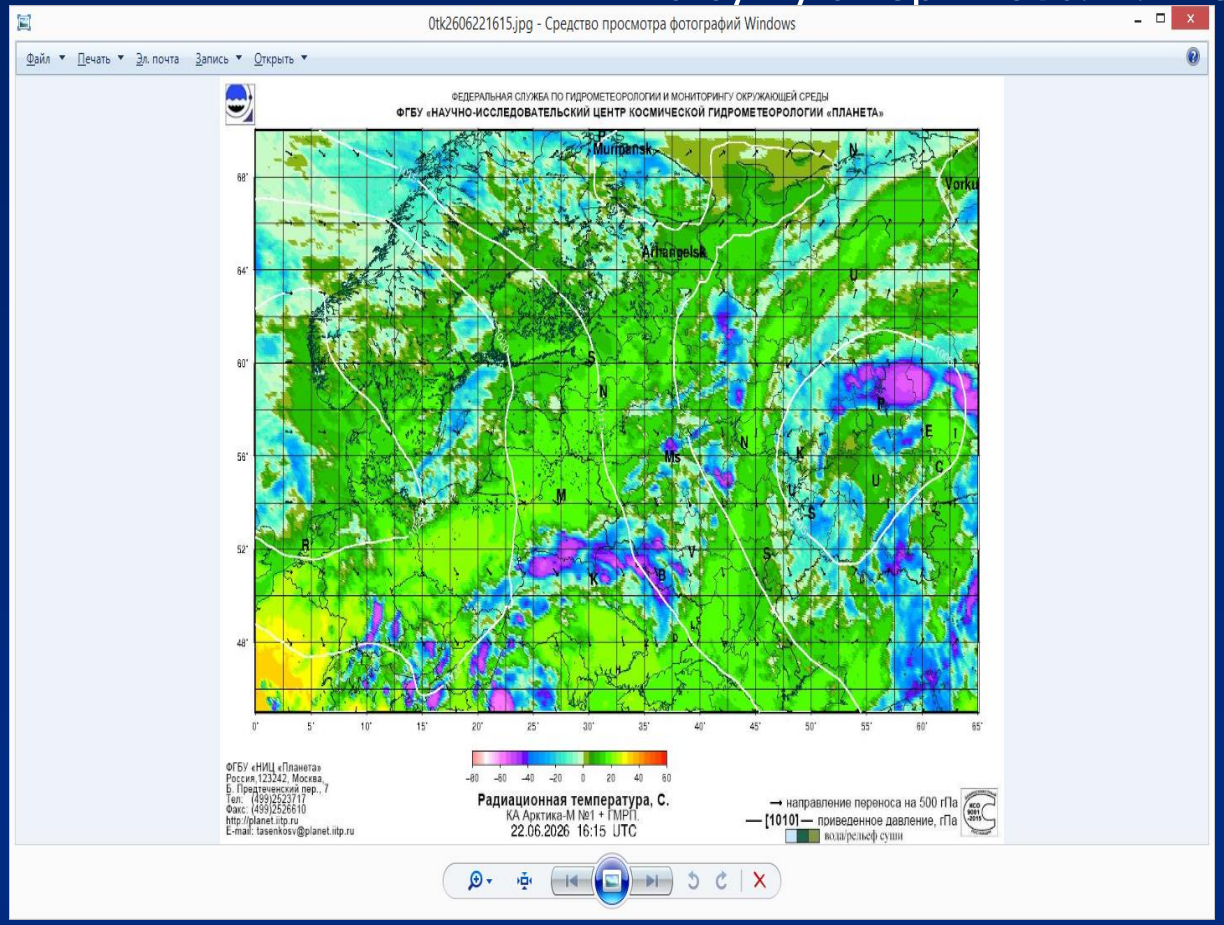
Комплексный метеорологический индекс STP (Significant Tornado Parameter) для оценки риска формирования значительных смерчей (категории EF-2 и выше по шкале Фудзиты), рассчитанный в рамках модели Cosmo-Ru 2.2 км. Случай 22 июня 2026 г., смерч в Кушве.

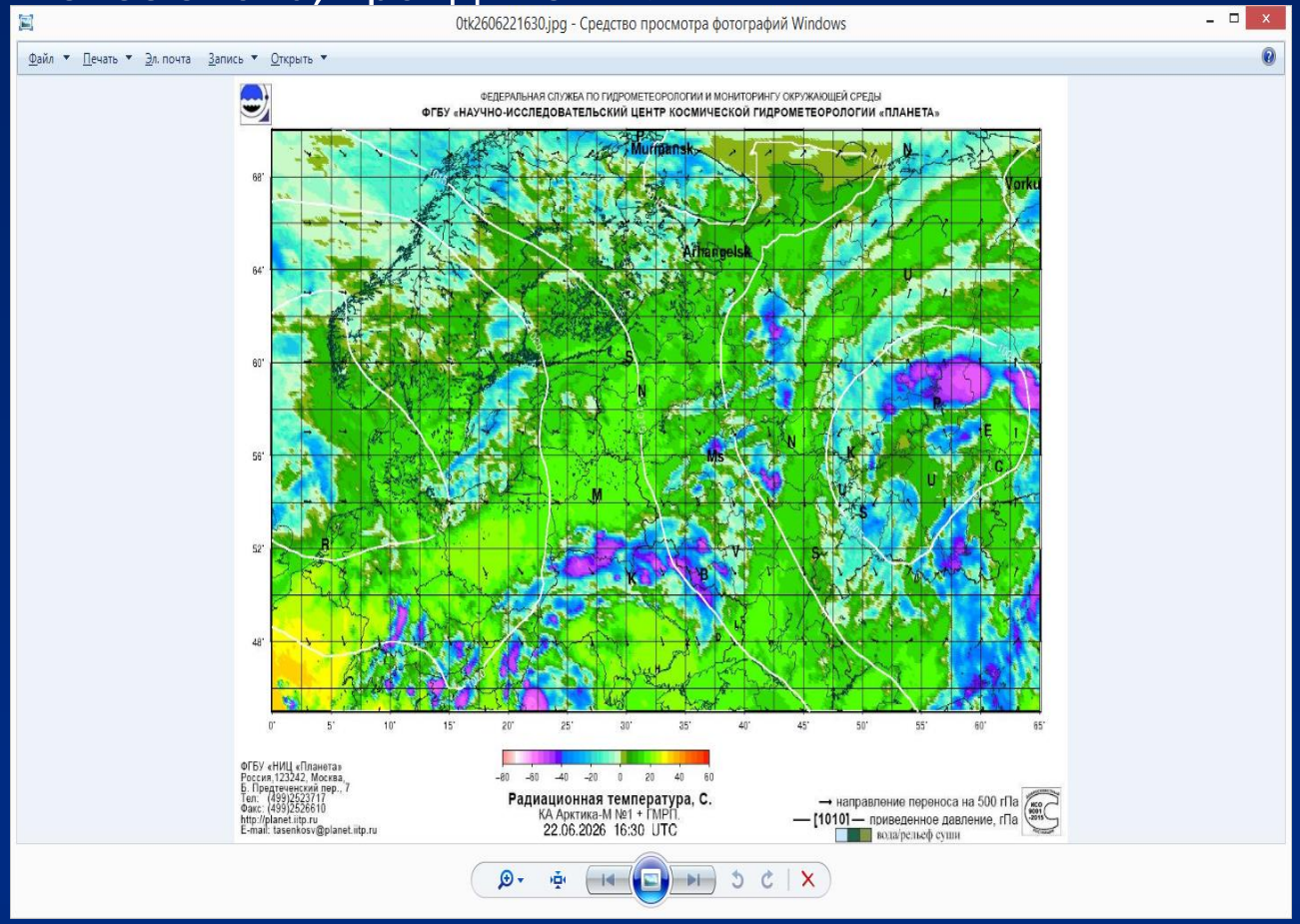




Если значение индекса превышает 1, то это указывает на повышенную вероятность формирования значительных смерчей, чем он выше, тем выше эта вероятность и потенциальная интенсивность вихря. Для данного случая величина индекса с заблаговременностью 14 ч равна 8, а с заблаговременностью 7 ч – 10.

Спутниковые данные в случае смерча 22 июня 2026 г. в районе Кушвы (58.28 с.ш., 59.45 в.д.), где наблюдался наибольший ущерб. Смерч сформировался в районе Кушвинского пруда и двигался в сторону жилых кварталов (примерно в 19:30-19:40), за 10 минут прошел около 2.5 км. Южнее пруда следов ветровала не зафиксировано, что косвенно подтверждает место зарождения вихря именно над водоемом. После выхода на сушу смерч повалил не менее 510 га, пройдя 29 км.

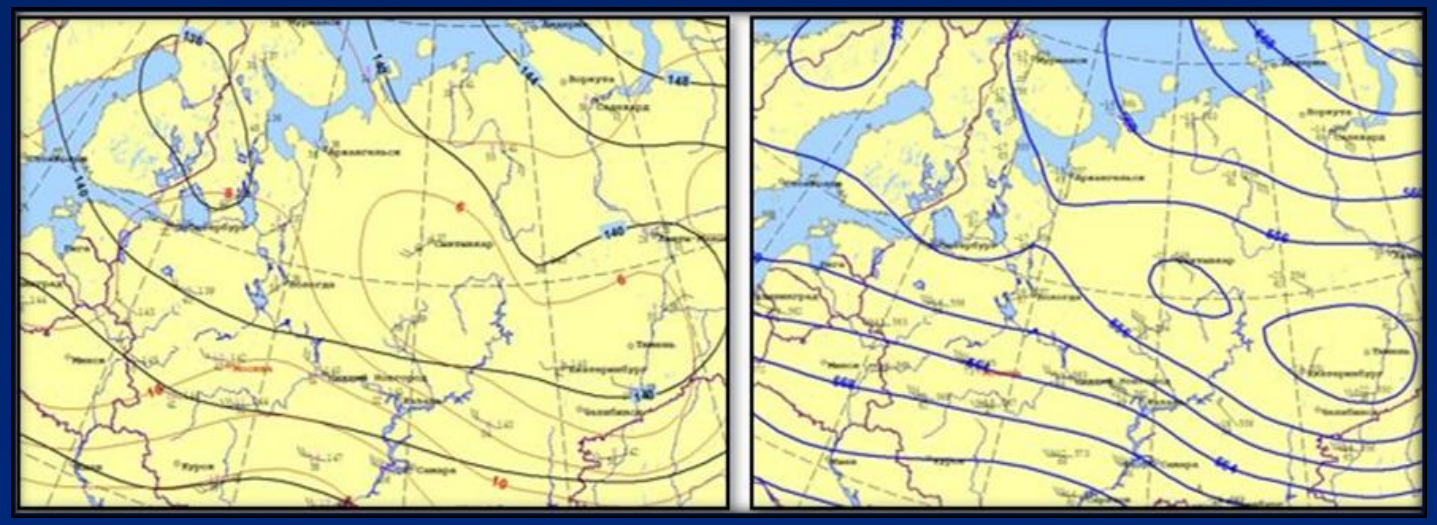




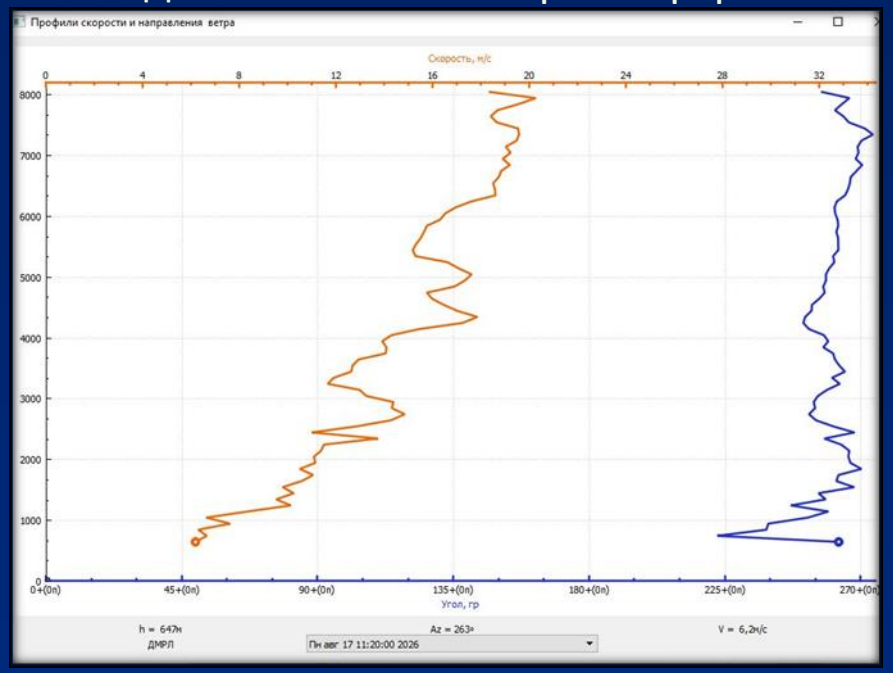
На первый взгляд , вид ЗАК, выявленной ИСЗ, схож с ЗАК, например, с смерчем в Иванове, только смерч в Иванове образовался на периферии зоны, а смерч в Кушве - ближе к центру, где были низкие температуры.

Смерч в Н.Новгороде 17.08.2026г.

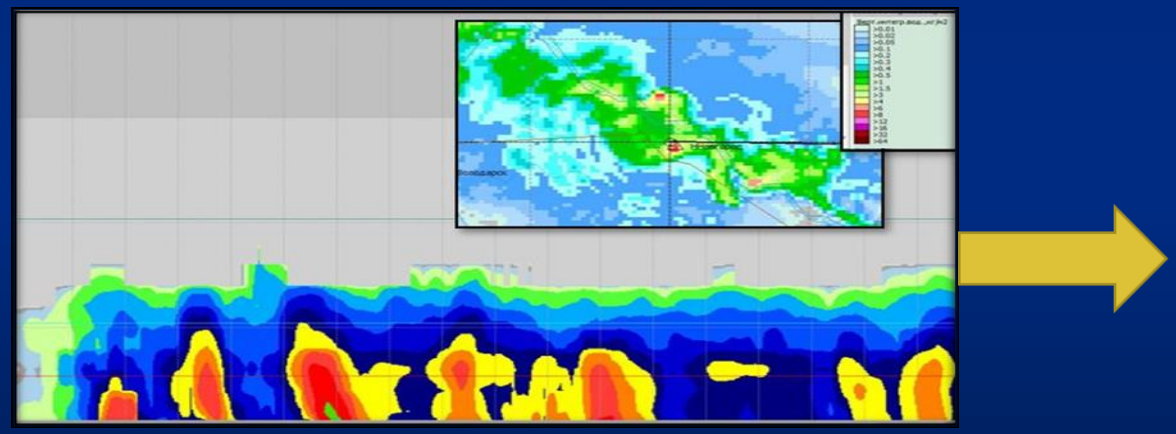
Данный случай не совсем типичный по синоптической ситуации, образовался под тыловой частью тропосферной ложбины при усиливающейся адвекции тепла.



Фрагменты карт АТ 850 и АТ 500 за 17.08.2026г. Срок 12 ВСВ.

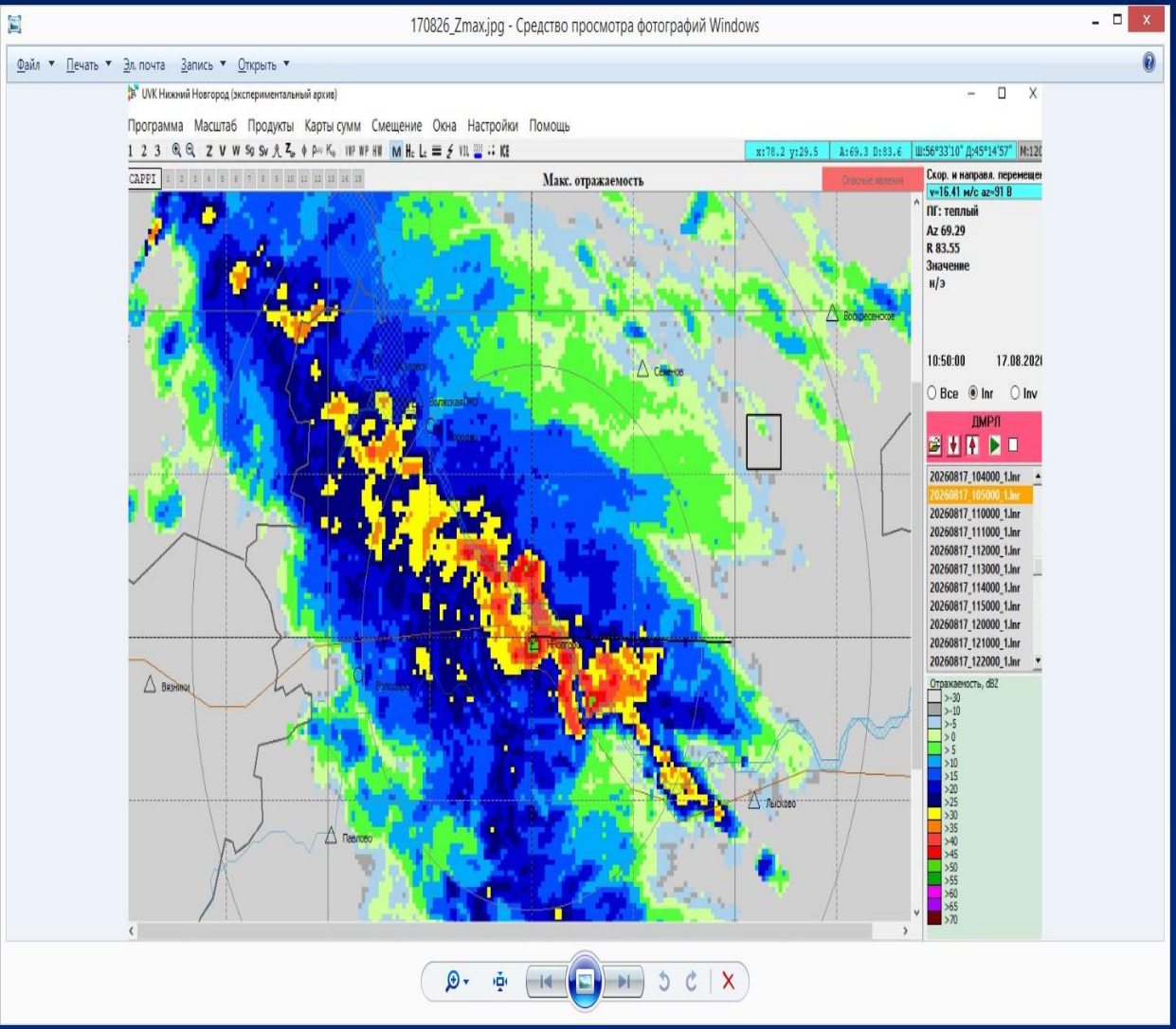


Профиль ветра по данным ДМРЛ-С «Н. Новгород» 17.08.2026.

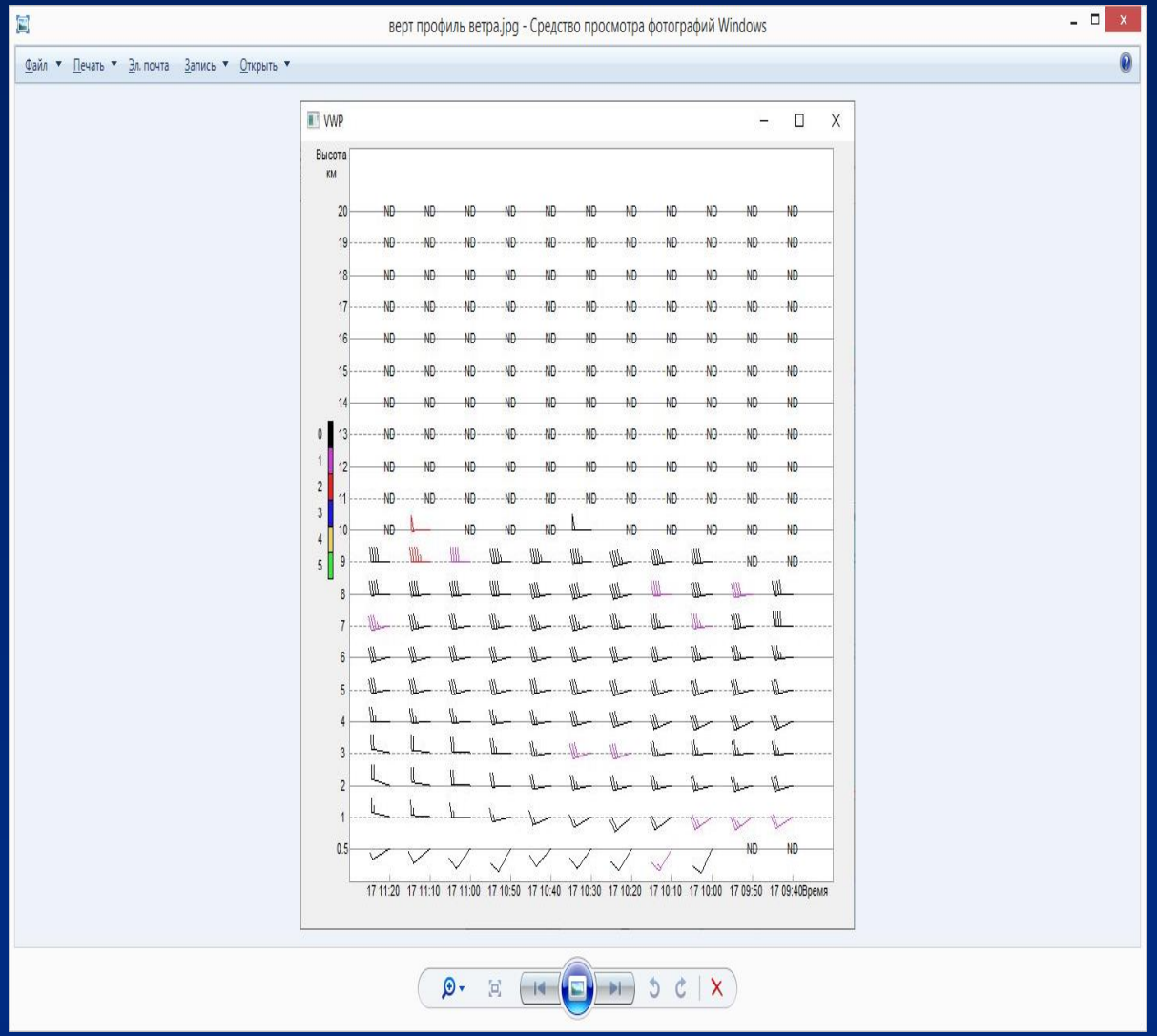


Вертикальный разрез Cb (основная карта) и вертикально интегрированная водность по данным ДМРЛ-С «Н.Новгород» за 17.08.2026. (врезка)

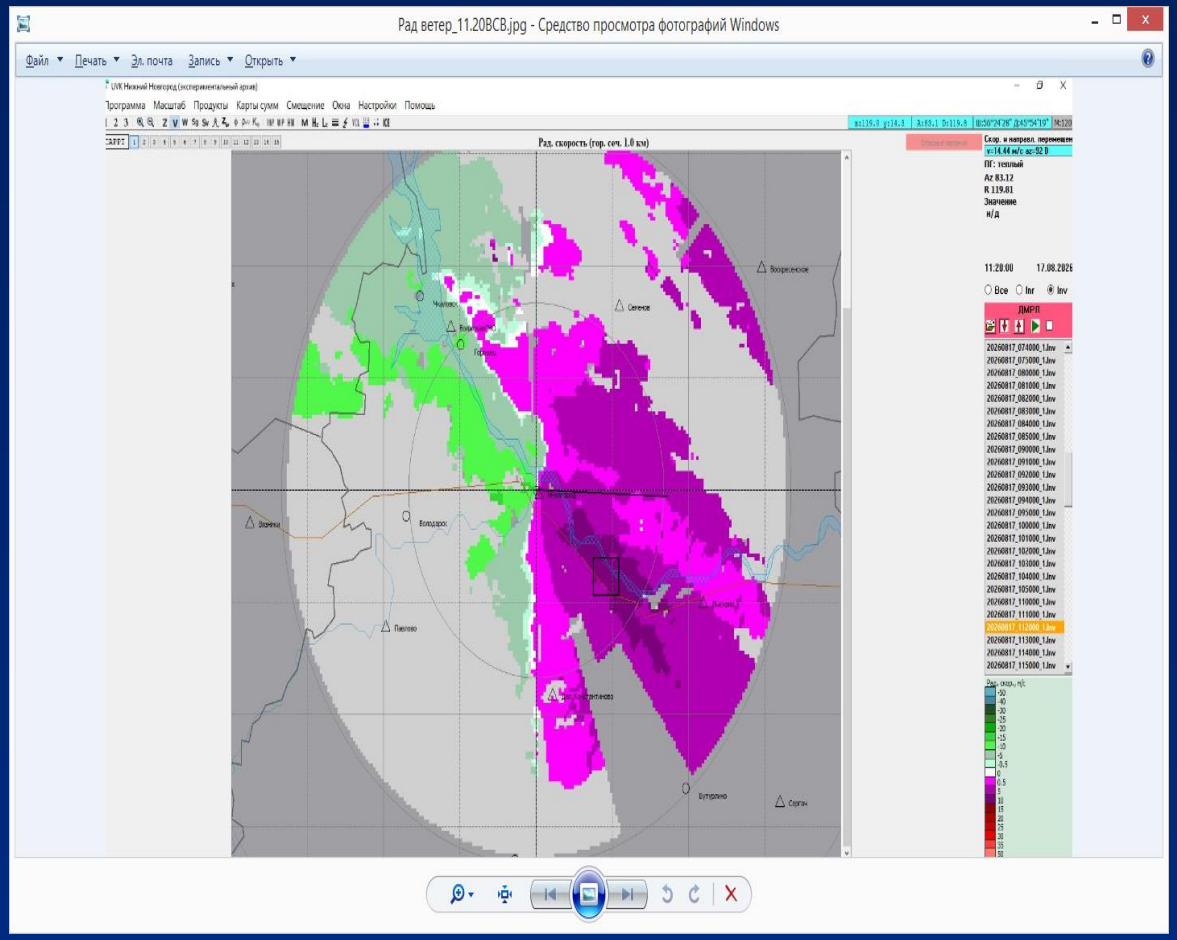
Данные ДМРЛ-С «Н.Новгород»



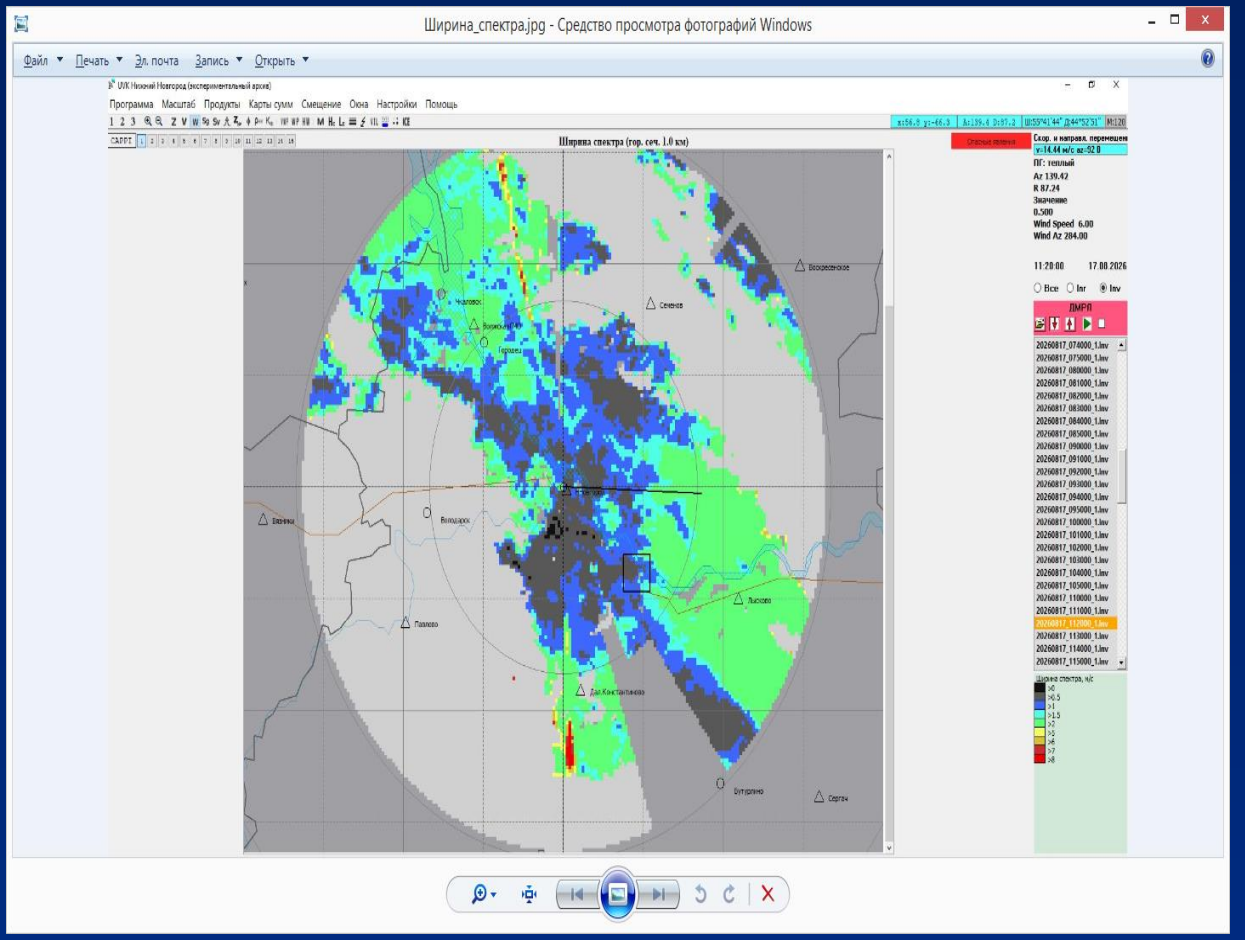
Максимальная отражаемость за срок 10:50 ВСВ 17.08.2026 по данным ДМРЛ-С «Н.Новгород»



Вертикальный профиль ветра 17.08.2026 по данным ДМРЛ-С «Н.Новгород»

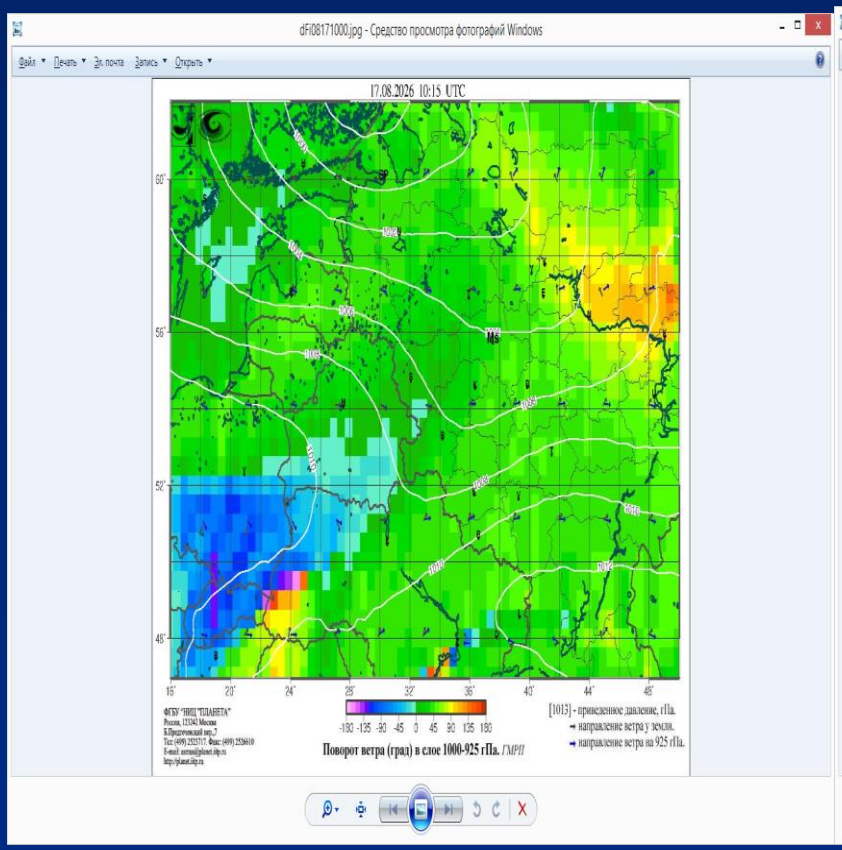


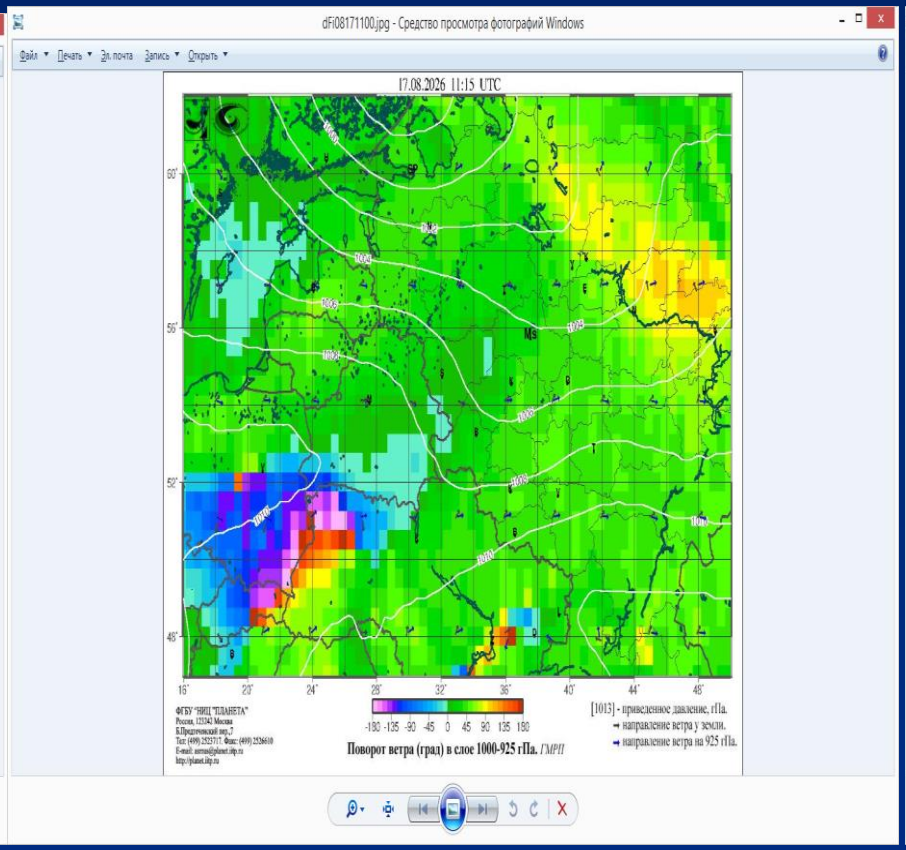
Радиальный ветер за срок 11:20 ВСВ 17.08.2026
по данным ДМРЛ-С «Н.Новгород»

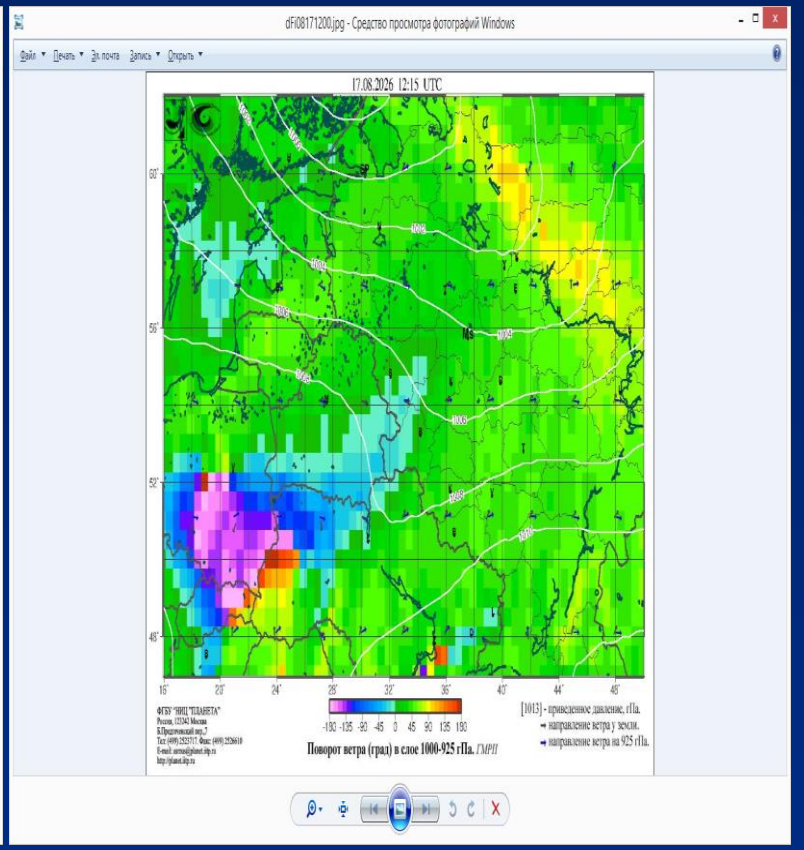


Ширина спектра за срок 11:20 ВСВ 17.08.2026
по данным ДМРЛ-С «Н.Новгород»

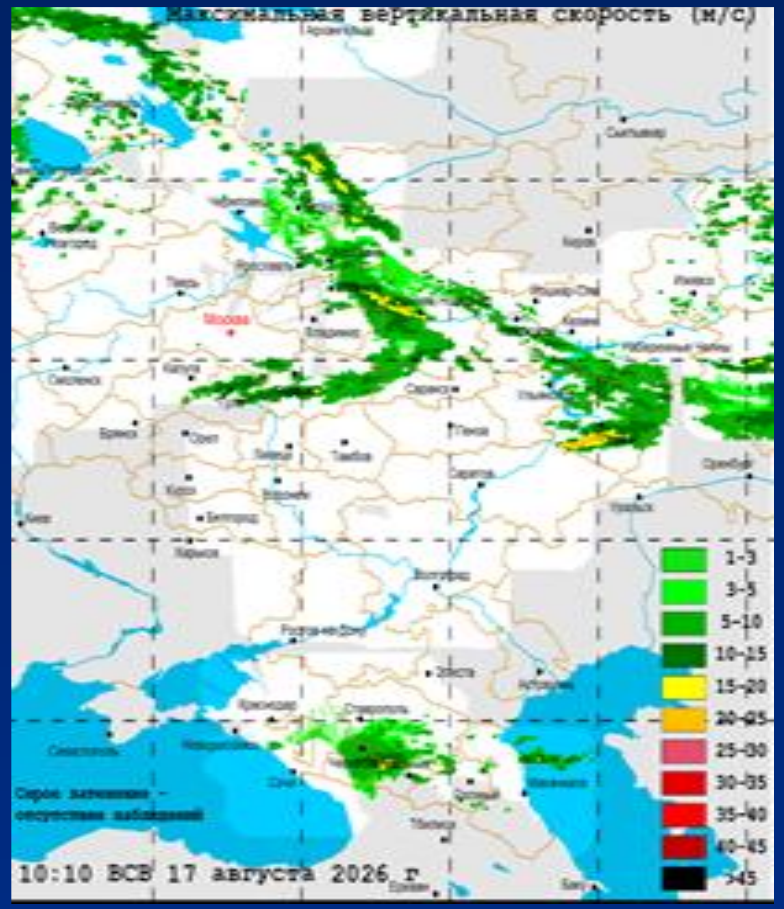
Поворот ветра (град) в слое 1000 -925 гПа 17 августа 2026г.
(смерч в 11:22 ВСВ в Н.Новгороде)

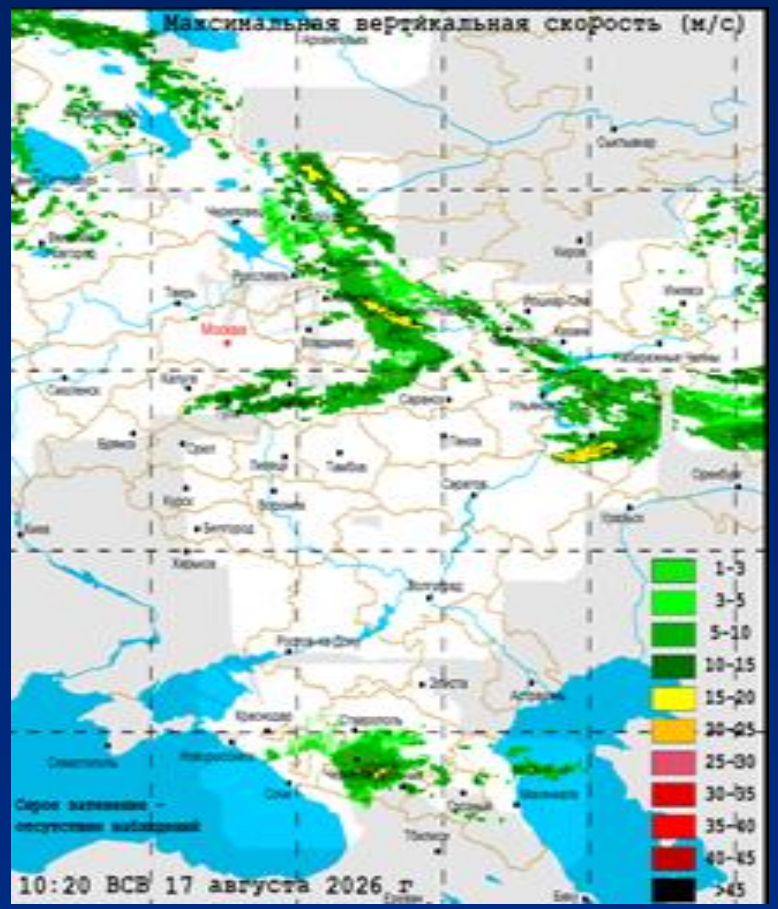


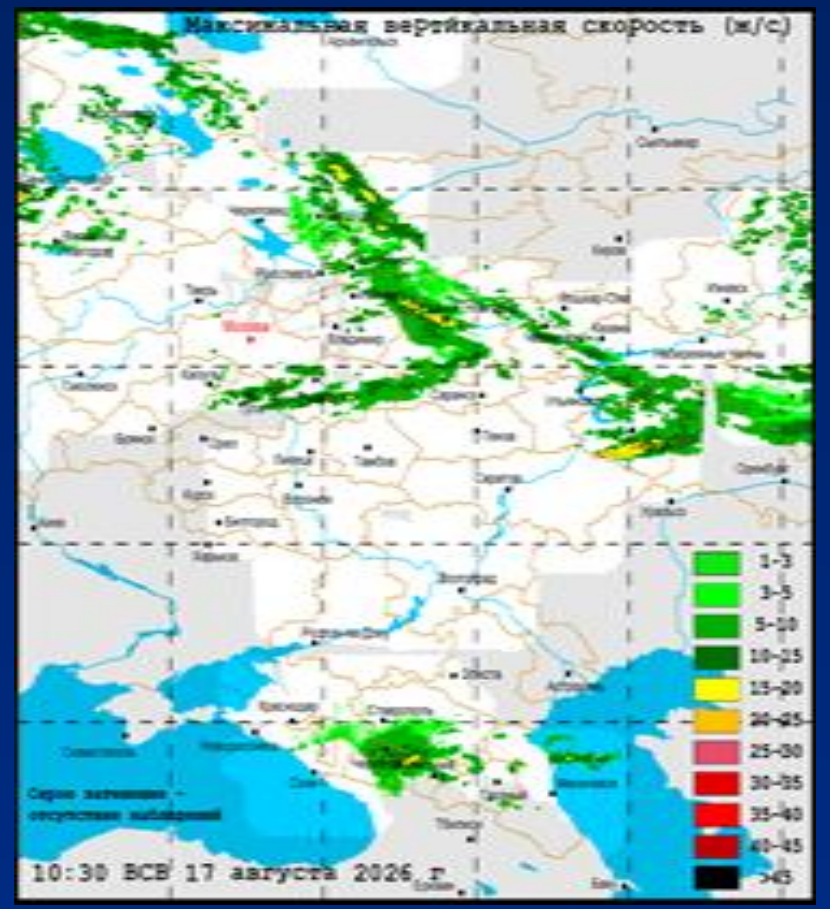




Максимальные конвективные скорости, диагностированные по данным сети ДМРЛ-С в рамках автоматизированной технологии







Комплексный анализ спутниковых данных о повороте ветра в слое 1000-925 гПа и значений максимальной конвективной скорости, диагностированной по данным сети ДМРЛ-С, показывает, что в районе Н.Новгорода наблюдались конвективные скорости порядка 20-25 м/с и поворот ветра в слое 1000-925 гПа порядка 90 град, т.е. конвективный поток сочетался со сдвигом ветра в нижнем слое на краю интенсивной ЗАК с ее юго-западной стороны

Выводы

В результате исследований рассмотренных случаев смерчей, менее интенсивных по сравнению с осуществившимся смерчем 22 июня 2026 г. в Кушве, сделаны выводы, что, как и смерч в Кушве, все образовались либо над водоемом, либо рядом с ним. Синоптические ситуации при их образовании классические: теплый сектор циклона, прохождение холодного фронта с волнами, либо фронта окклюзии.

Подтвердились известные четыре условия для формирования смерчей: теплый и влажный у поверхности Земли воздух, неустойчивая стратификация, вертикальный сдвиг ветра в нижнем слое и толчок - прохождение атмосферного фронта; а также связь между образованием вихрей и наличием источников дополнительной влаги (в данных случаях, реки, озера, водоемы, кроме этих источников ЕТР богата другими источниками влаги, как леса и болота). Кроме того отметим, что наблюдалось превышение высоты верхней границы Cb над высотой тропопаузы, в случае смерча в Кушве, наибольшего в сравнении с рассмотренными смерчами. Все смерчи связаны с ЗАК, на спутниковых снимках диагностированными в виде хорошо выраженной округлой зоны с значениями радиационной температуры от минус 60 и ниже, рассмотренные смерчи образовались ближе к границе ЗАК, где наблюдаются большие градиенты радиационной температуры, более интенсивный смерч в Кушве образовался не на периферии, а внутри ЗАК. Согласно радиолокационным данным ДМРЛ-С можно сделать вывод, что смерчи наблюдаются в непосредственной связи с образованием других опасных конвективных явлений (сильных ливней, крупного града и сильных порывов ветра при шквалах), само явление – смерч, не выявлялось. Значения максимальной радиолокационной отражаемости при смерчах соизмеримо со значениями при ЗАК с опасными конвективными явлениями (град, шквал), значения вертикально интегрированной водности порядка 40 – 50 $кг/м^2$, $ширина\ спектра\ 5-8$ м/с. В поле радиальных скоростей известных признаков смерчей не выявлено, возможно, в силу небольшой интенсивности рассмотренных смерчей и их локального характера. Стоит отметить, что на вертикальных разрезах хорошо проявляется такой признак, как высокие значения максимальной отражаемости по всему облаку, включая нижний слой, т.е. можно сказать, что вертикальная скорость большая уже в нижнем слое, что при вертикальном сдвиге в данном слое приводит к вращению восходящего потока. Поле максимальной радиолокационной отражаемости имеет горизонтальную неоднородность, что видно, как на картах данного параметра, вертикальных разрезах, так и в полях значений максимальной конвективной скорости, рассчитанной по данным сети ДМРЛ-С, а также по данным спутников «Арктика-М».

Контактная информация: Миронова Н. С. mironova@planet.iitp.ru; Федоров Г. А. fedorovga@planet.iitp.ru; Алексеева А. А. alekseeva@mecom.ru.

От ясного неба до развития грозового облака со смерчем проходит не более 1.5 – 2 часов. Ключевое преимущество совместного мониторинга опасных конвективных явлений погоды, включая смерчи, с использованием прогнозов мезомасштабной модели, данных КА и радиолокационных наблюдений — высокая оперативность и временная детализация информации на обширных территориях, что критически важно для России с её огромной площадью и ограниченной плотностью наземной сети. Отметим полезность использования при анализе индекса STP, рассчитанного в рамках мезомасштабной модели Cosmo-Ru 2.2 км, дополнительно к другим прогностическим полям. И хотя он рекомендован для смерчей интенсивностью EF2 и выше по шкале Фудзиты, анализ показал, что они показывают и на вероятность образования менее интенсивных смерчей, отражают их интенсивность, так в рассмотренных нами смерчах он составляет 3-5, а в интенсивном смерче в Кушве достигает 10. Снимки российских КА серий «Арктика-М» (поле радиационной температуры) дают наглядную картину возникновения ЗАК, наблюдаются компактные зоны высоких отрицательных значений с большими градиентами на краях. Расчеты максимальных конвективных скоростей по авторским алгоритмам дают возможность детализации вертикальных скоростей в данной ЗАК, что в рамках комплексного анализа в совокупности с расчетными значениями индекса STP, вертикальными сдвигами ветра дают возможность превентивно более уверенно предсказывать возникновение условий для образования смерчей. Обязательно необходимо учитывать наличие водоемов вблизи развития интенсивных ЗАК, как дополнительной подпитки влагой материнского облака.

Таким образом, использование выявленных признаков образования смерчей на основе рассмотренной информации позволит синоптикам на практике оперативно в случае необходимости уточнять время, место и интенсивность возникновения опасных явлений, включая смерчи, которые стали довольно часто появляться над территорией России, т.е. уточнить прогноз и заблаговременно дать штормовое предупреждение о конвективных штормах, с которыми нередко связан значительный экономический ущерб, а иногда и гибель людей.

Контактная информация: Миронова Н. С. mironova@planet.iitp.ru; Федоров Г. А. fedorovga@planet.iitp.ru; Алексеева А. А. alekseeva@mecom.ru.

Литература

Алексеева А. А. Способы оценки максимальной конвективной скорости в диагнозе и прогнозе опасных конвективных явлений погоды // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2020. № 2 (376). С. 6–22. DOI: https://doi.org/10.37162/2618-9631-2020-2-6-22

Алексеева А.А., Бухаров В.М. Идентификация порывов ветра при шквале по данным сети ДМРЛ-С и численного моделирования // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 2 (392). С. 25-50. DOI: https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-2-25-50

Бухаров М. В., Кухарский А. В., Мисник Л. А. Автоматизированное рабочее место «Планета-метеообзор» для мониторинга опасных атмосферных явлений, связанных с конвективной облачностью // Метеорология и гидрология. 2008. № 2. С. 64–69.

Бухаров М. В., Дмитриева Т. Г., Миронова Н. С. Применение карт спутникового диагноза для анализа метеорологических условий при смерче в Башкирии 29 августа 2014 г. // Материалы Двенадцатой Всероссийская открытой конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». 10–14 нояб. 2014. М.: ИКИ РАН, 2014. С. 169.

Методические указания по использованию информации доплеровского метеорологического радиолокатора ДМРЛ-С в синоптической практике. М.: Росгидромет, 2019. 129 с.

Чернокульский А.В., Елисеев А.В., Козлов Ф.А. и др. Опасные атмосферные явления конвективного характера в России: наблюдаемые изменения по различным данным // Метеорология и гидрология. 2022. № 5. С. 27-41.