

ПРОГНОЗ СИЛЬНЫХ ШКВАЛОВ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И ИХ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДОПЛЕРОВСКИМИ РАДИОЛОКАТОРАМИ

А.А. Алексеева, Е.В. Васильев, В.М. Бухаров

*Гидрометеорологический научно-исследовательский центр
Российской Федерации;
alekseeva@metcom.ru*

Введение

В последнее десятилетие во всем мире возросло количество опасных явлений погоды, и Россия не является исключением. По данным ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», в период с 1991 по 2010 г. отмечался устойчивый рост числа случаев опасных гидрометеорологических явлений, нанесших экономический ущерб [5]. Одним из самых опасных летних явлений погоды является шквал (скорость ветра ≥ 25 м/с). Нередки в последнее время случаи, когда порывы ветра достигают 33 м/с и более, т. е. критерия ураганного ветра [6]. Даже если скорость ветра при шквале достигает лишь 20–24 м/с, в совокупности с другими конвективными явлениями (ливнем, градом) образуется комплекс неблагоприятных метеорологических явлений [6], приводящий к значительному ущербу: сносятся крыши зданий, наблюдаются обрывы ЛЭП, с корнем выворачиваются десятки деревьев, падают рекламные щиты. Все это нередко приводит к гибели людей. Особенно большой ущерб наблюдается, когда в зоне развития активной конвекции наряду со шквалами образуются смерчи, что ранее было редким явлением на Европейской территории России (ЕТР). В последнее время шквалы нередко образуются там, где раньше не наблюдались.

Используемые в настоящее время в прогностических целях гидродинамические модели, в том числе и мезомасштабного

разрешения, не дают пригодной для практических целей точности прогноза шквалов (порывов ветра) [2]. Во всем мире такие явления также часто остаются непредсказанными, о чем говорят сводки информационных агентств о внезапности их возникновения, ущербе и гибели людей. Для штормооповещений привлекаются данные спутниковых и радиолокационных наблюдений. В России на ЕТР развернута сеть доплеровских радиолокаторов ДМРЛ-С, информация которых об осадках и явлениях в настоящее время проходит этап валидации. Если говорить о грозах и осадках, уже существуют статистические данные об их достоверности [4], чего нельзя сказать о валидации таких конвективных явлений, как град и шквал.

В связи с этим представляемые в данной статье результаты исследований по прогнозу сильных шквалов и их диагностике по данным ДМРЛ-С являются актуальными и практически значимыми.

Исходные данные

Исходными данными для исследований явились карты метеоявлений и таблицы опасных явлений погоды ДМРЛ-С Брянск, Смоленск и двух московских ДМРЛ-С Внуково и Профсоюзная, информация базы данных сети доплеровских локаторов (DMRL) Гидрометцентра России, кольцевые карты погоды (приземный анализ), снимки облачности с ИСЗ и оперативные прогнозы шквалов в трех градациях Гидрометцентра России.

База данных DMRL Гидрометцентра России создана на сетке с шагом $0,05 \times 0,05^\circ$ для территории от 44° с. ш. до 64° с. ш. и от 30° в. д. до 56° в. д. (алгоритм Д.Я. Прессмана, реализация Д.Я. Прессмана и А.Ю. Недачиной). Для анализа использованы 10-минутные данные поля E99R000P, диагностируемые сетью ДМРЛ-С (цифры кода: 16 – слабый шквал скоростью 15–19 м/с; 17 – умеренный шквал скоростью 20–24 м/с; 18 – сильный шквал скоростью ≥ 25 м/с). E99R000P – имя поля диагностируемых ДМРЛ-С явлений, цифры кода от 1 до 19, 99 – уровень поверхности Земли. Поле представляет собой циркулярные ряды, соответствующие определенной дате, часу (0–23, через 1 час), минутам (0–50, через 10 мин), в базе DMRL.

Результаты исследований

Проведен анализ случаев ураганного ветра 21 июня 2016 г. в Брянской, Смоленской, Тверской, Калужской областях России, прилегающих территориях Республики Беларусь и Украины и шквалистых усилений ветра 13–14 июля 2016 г. в Москве и Московской области. Рассмотрен их автоматизированный краткосрочный прогноз на основе выходных данных региональной модели, а также идентификация доплеровскими локаторами, как одним ДМРЛ-С, так и сетью доплеровских локаторов.

Случай ураганного ветра 21 июня 2016 г. в Брянской, Смоленской, Калужской и Тверской областях России и прилегающих территориях Республики Беларусь и Украины

Прохождение атмосферного фронта через центральные области ЕТР 21 июня сопровождалось сильными грозами с ливнями, градом и шквалами. Половина и более от месячного количества осадков было отмечено в Калужской области, из-за грозы без света остались жители пяти районов. Количество осадков в Мосальске за один только вечерний ливень составило 36 мм. На севере Ярославской области, в Пошехонье и Рыбинске выпало около 20 мм осадков, ветер усиливался при грозах до 18 м/с. Наиболее значительный ущерб был отмечен в Смоленской области. Там наблюдались и ливневые дожди, и грозы, и сильный ветер с порывами, согласно данным метеостанций, до 20 м/с. Ураган в Смоленской области, как считают местные жители, был похож на тропический шторм. Наибольший разгул стихии зафиксирован в восточных и центральных районах области. Ураган отмечен в Десногорске, Сычевске, Гагарине. Сбои в электросетях были зафиксированы во всех районах Смоленской области, кроме Монастырщинского и Ершичского. Наиболее массовые отключения ЛЭП были зафиксированы в Дорогобуже, поселке Издешково, а также на территории Гагаринского, Сафоновского, Вяземского, Смоленского и Новодугинского районов. Кроме того, были вырваны с корнем деревья, упали столбы и рекламные стенды. Смоленск также оказался под ударом стихии: прошел сильный дождь, ветром повалило деревья, часть из них упали на дорогу, часть на припаркованные автомобили.

В Вязьме на Кронштадтской улице вырваны с корнем деревья на целой улице, а в Рославльском районе дерево и вовсе рухнуло на школьника. Порывистый ветер повредил также опоры, крыши домов. Были задержаны пассажирские поезда Варшава – Москва и Москва – Минск. Град выпал в Дятьково Брянской области. Градины выбили окна в домах и машинах, урон понесли и владельцы приусадебных участков, которых град лишил части урожая. В Ивоте Дятьковского района градины падали с такой силой, что уходили в землю на пару сантиметров. В Рославле выпал крупный град размером с перепелиное яйцо. Также 14 районов Могилевской области пострадали вследствие сильных порывов ветра до 21 м/с. Повреждены кровли зданий, зафиксированы случаи отключения электроснабжения, падения деревьев. Грозовой фронт также нарушил нормальные условия жизни населения на территории Черниговской области Украины, особенно «разгулявшись» в Черниговском, Сновском и Городнянском районах. В результате сильных порывов ветра падали деревья, повреждая крыши зданий. В Львовской и Ивано-Франковской областях Украины из-за непогоды обесточено 159 населенных пунктов, повреждены кровли зданий [9].

Метеостанции на данных территориях зафиксировали ветер скоростью до 20 м/с. Однако, согласно шкале Бофорта [8], скорости ветра были намного больше, если исходить из выше приведенных данных об ущербе.

На рис. 1 представлены прогнозы сильных шквалов в трех градациях интенсивности [1], рассчитываемые в Гидрометцентре России и передаваемые потребителям в оперативном режиме, для Центрального федерального округа (ЦФО) России (с заблаговременностью 12 и 24 ч).

Как видно, сильные шквалы разной интенсивности прогнозировались с заблаговременностью 24 и 12 ч на территории, где и отмечались станциями, и где отмечался ущерб. Следует заметить, что прогностические поля сильных шквалов двух заблаговременностей практически не отличались по площади. С меньшей заблаговременностью в Смоленской и Тверской областях прогнозировались шквалы большей интенсивности.

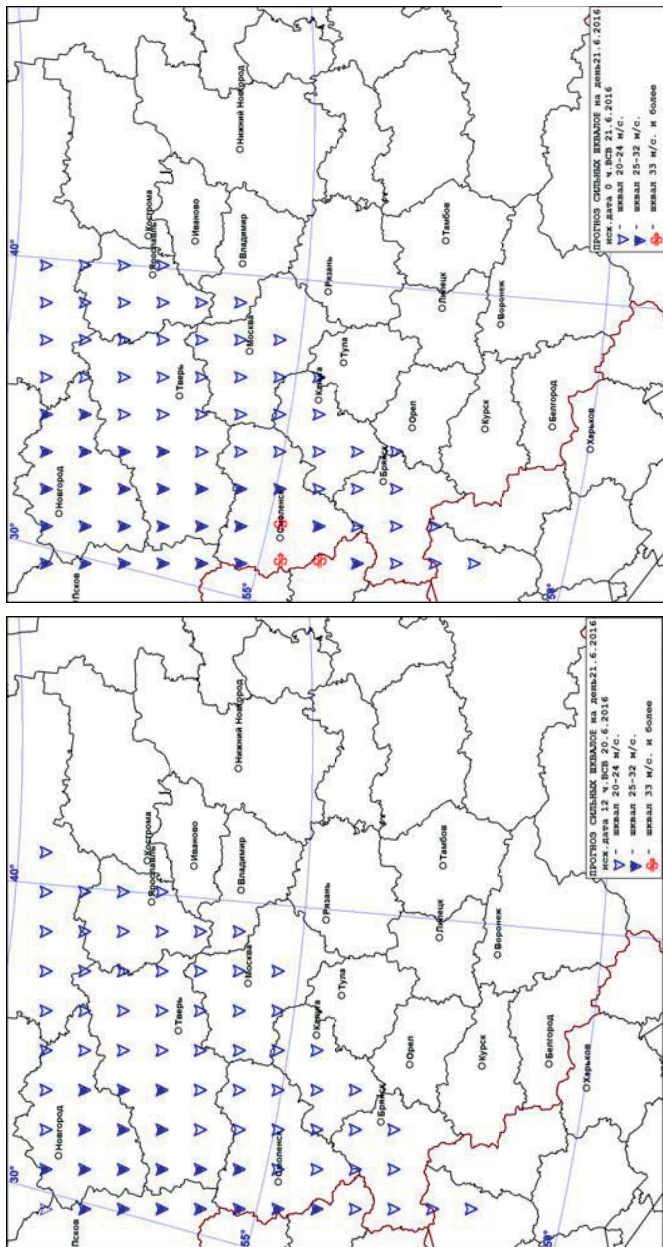


Рис. 1. Прогноз шквалов в трех градациях интенсивности на дневное время 21.06.2016 г., рассчитанный в Гидрометцентре России и передаваемый потребителям в оперативном режиме, для ЦФО России. Слева прогноз с заблаговременностью 24 ч, справа – 12 ч.

Данные прогнозы, как постановила ЦМКП 2 марта 2011 г. [7], следует воспринимать как фоновый прогноз, который должен настроить синоптика-прогнозиста особенно внимательно подойти к оценке синоптической ситуации на данной территории, отслеживанию времени прохождения фронтальных разделов, анализу спутниковой и радиолокационной информации.

Любой краткосрочный фоновый прогноз должен уточняться сверхкраткосрочными прогнозами, при этом особенное внимание необходимо уделять уточнению места и времени возникновения таких шквалов. Для этого в первую очередь необходимо использовать информацию сети ДМРЛ-С и снимки облачности с ИСЗ, которые позволяют с большей заблаговременностью спрогнозировать опасные явления погоды, а для детализации процессов – данные конкретного локатора.

Нами разработан и реализован по данным базы DMRL алгоритм ежечасного и полусуточного накопления идентифицированных сетью ДМРЛ-С сильных шквалов на основе данных с временным разрешением 10 мин. При этом в узел сетки $0,05^\circ$ заносится максимальная цифра кода по шквалам, наблюдаемая за рассматриваемый час, затем максимальная из 12 часов. Таким образом формируются файлы с накопленными данными диагностируемых шквалов за любой час из полусуток и за полусутки, т. е. за определенный час (полусутки) в точке сетки выбраны данные о самых интенсивных шквалах.

Анализ ежечасных данных сети ДМРЛ-С за 21 июня 2016 г. показал, что первые очень небольшие по площади зоны со шквалами в Смоленской области диагностировались в 12 ч ВСВ. Вновь они начали диагностироваться в 14 ч ВСВ, а с 15 до 18 ч ВСВ наблюдается резкое увеличение площади зон со шквалами, особенно на границе Брянской и Калужской областей.

На рис. 2 представлены накопленные на срок 18 ч ВСВ 21.06.2016 г. полусуточные данные сети ДМРЛ-С о шквалах на территории Смоленской, Брянской и Калужской областей. Цифра внутри закрашенной области соответствует определенной интенсивности шквала (три градации). В основном наблюдались умеренные и сильные по интенсивности шквалы. Графический комплекс Изограф позволяет создать карты диагностируемых шквалов

с временной дискретностью 10 мин и 1 ч, что дает возможность, применив анимацию, просматривать перемещение шквалов по территории за заданный промежуток времени.

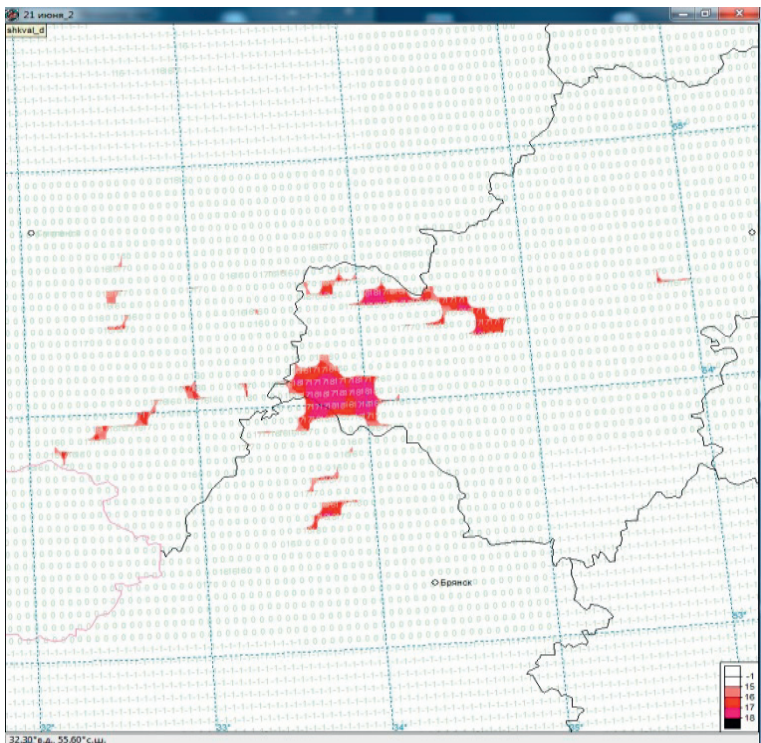


Рис. 2. Накопленные на срок 18 ч ВСВ 21.06.2016 г. полусуточные данные сети ДМРЛ-С о шквалах на территории Смоленской, Брянской и Калужской областей России.

Проанализированы также 10-минутные данные из таблиц опасных явлений о шквалах, диагностируемые ДМРЛ-С Смоленск и Брянск.

21 июня 2016 г. ДМРЛ-С Смоленск днем в течение восьми сроков диагностировал сильный шквал в азимуте 346–171°, в шести сроках из них – и в юго-восточном секторе на удалении от 56 до 223 км. В течение 43 10-минутных сроков умеренный шквал

идентифицировался повсеместно, кроме северо-восточного сектора, на удалении от 38 до 223 км. В 44 сроках диагностировался слабый шквал во всех азимутах на удалении от 37 до 231 км. В ночь на 22 июня в 18 ч 50 мин ВСВ диагностировался сильный шквал в азимуте 104–127° на удалении 186–216 км, в десяти сроках от 18 ч 10 мин до 19 ч 40 мин – умеренный шквал на удалении от 135 до 250 км в азимуте от 344 до 137°. В четырех сроках, тех же, в которых диагностировались и умеренные шквалы, отмечены слабые шквалы в азимуте 30–120°.

ДМРЛ-С Брянск в 30 сроках днем 21 июня диагностировал сильные шквалы в азимуте 296–27° на удалении от 37 до 181 км. В 18 сроках диагностировался умеренный шквал в азимуте 219–23° на удалении от 43 до 242 км. В 17 сроках диагностировались слабые шквалы в азимуте 217–356° на удалении от 96 до 242 км.

Как видим, прогностические и диагностируемые по данным ДМРЛ-С данные о шквалах не противоречат друг другу, но идентифицированные доплеровскими локаторами зоны более узкие. Пока трудно сказать, насколько много в прогностических зонах «ложных тревог», так как сеть метеостанций неудовлетворительна по плотности для диагностики таких опасных явлений погоды, отличающихся локальностью, а по данным сети ДМРЛ-С пока нет результатов точности их идентификации. Как известно, ДМРЛ-С непосредственно не обнаруживает явления погоды, они лишь косвенно идентифицируются по тому или иному алгоритму [4].

Следует также заметить, что на сегодняшний день еще не все ДМРЛ-С, уже установленные на ЕТР, генерируют данные в оперативном режиме, и часть территории не покрывается данными доплеровских радиолокаторов. После получения результатов валидации данных ДМРЛ-С о шквалах можно будет сделать вывод о качестве идентификации шквалов доплеровскими локаторами. При этом либо будет необходимо совершенствовать подходы к диагностированию шквалов локаторами, либо (при высоких показателях качества) появится возможность применения данных ДМРЛ-С о шквалах дополнительно к фиксируемым метеорологическими станциями и данным донесений с мест для проверки качества прогнозов шквалов.

Шквалы 13–14 июля 2016 г. на территории Московской области и Беларуси

Поздним вечером через Москву и Московскую область перемещалась активная фронтальная волна. Ее прохождение сопровождалось сильными ливнями, грозами, шквалами, местами отмечался град. Наиболее сильные дожди прошли в Москве: на метеостанции Тушино выпало до 35 мм осадков, станция Немчиновка зафиксировала 37 мм. На востоке дожди начали ослабевать, а на юге их не было вовсе. По данным метеостанций Тушино зафиксированы ветры 13–18 м/с, ВДНХ и Внуково – 21 м/с. По данным МЧС России, в результате комплекса неблагоприятных явлений в виде дождя, града и порывов ветра до 25 м/с на территории Москвы и Подмосковья на проезжую часть и внутриведомственные территории было повалено, по одним сведениям, 300 деревьев, по другим – свыше тысячи, повреждено, по одним сведениям, 22 автомобиля, по другим – 120. Сильнее всего стихия прошла по западным, центральным, северо-восточным территориям области. Очень пострадали Можайский и Рузский районы. В деревне Прудня Можайского района Московской области в 21 ч 45 мин мск наблюдался смерч, разрушены дома, повалены деревья. В результате ударов молнии и падения деревьев пострадал 21 человек, в том числе 3 человека – в Можайском районе Московской области и 4 человека – в Москве [9].

Ранее, около 15 ч, от стихии пострадал Минск и Минская область (Беларусь). Среди наиболее пострадавших – Минский, Березинский и Червенский районы. Под удар урагана попал и Смоленичский район. Так, в деревне Кулешовка Смоленичского района из сотни зданий уцелели лишь несколько. Свидетели стихии утверждают, что все ревели, приподнимало не только крыши, а весь дом, дождь был такой силы, которой доселе не наблюдали. Из-за порывистого ветра в Витебской области Беларуси были сорваны крыши десятков домов. Два самолета столкнулись под напором шквалистого ветра в минском аэропорту. Повреждены автомобили, повалены и вырваны с корнем деревья, рекламные щиты. В результате непогоды в области без электричества остались около 500 населенных пунктов, разрушены две водонапорные

башни, около 600 домов остались без крыши. 13 июля непогода дала о себе знать и в Польше, больше всего пострадала Варшава [9].

На рис. 3 представлено ИК-изображение ИСЗ Метеор-М приблизительно за сроки 19 ч 20 мин – 22 ч 42 мин мск 13 июля 2016 г., когда произошло обострение процесса возникновения шквалов в Московской области. Как видно, от Минска протянулась облачная гряда с мощными кучево-дождевыми облаками, образующими зоны активной конвекции (ЗАК), признаками чего является яркая облачность в виде округлых пятен с резкими границами. Особенно явно выраженную ЗАК видно с северо-западной стороны от Москвы.

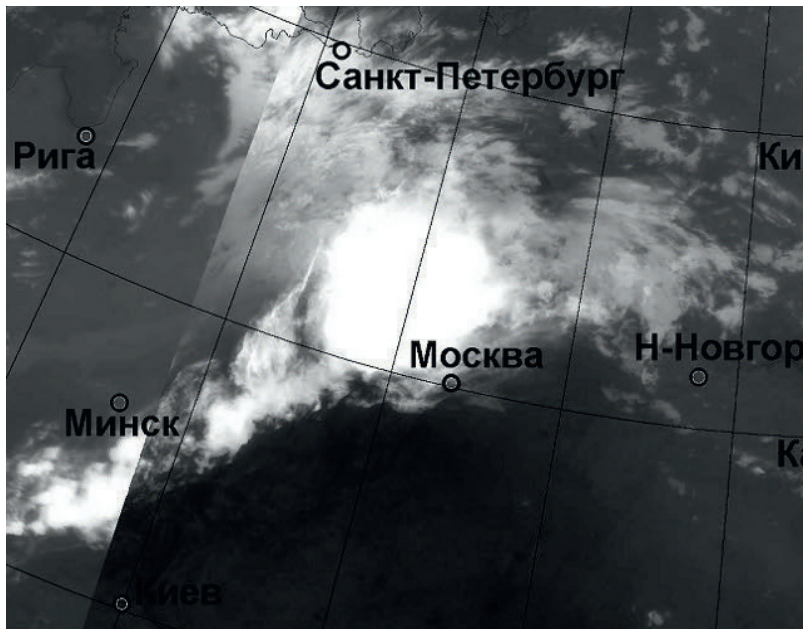


Рис. 3. ИК-изображение (монтаж) ИСЗ Метеор-М №2, 19 ч 20 мин – 22 ч 42 мин мск 13 июля 2016 г., ФГБУ "НИЦ "Планета".

На рис. 4 представлена кольцевая карта погоды от 09 ч ВСВ 13.07.2016 г., на которой также хорошо видно, что в районе Львова – Минска располагается волновой циклон с фронтальными разделами. На рис. 5 показаны накопленные ежечасные с 19 до 22 ч ВСВ 13.07.2016 г. (в двух верхних рядах) и накопленные полусуточные за день 13.07.2016 г. и ночь 14.07. 2016 г. (нижний ряд) данные сети ДМРЛ-С о шквалах на территории Московской и граничащей с ней Смоленской областей.

Из рис. 5 можно видеть, что в 19 ч ВСВ в Можайском и Рузском районах Московской области сетью ДМРЛ-С диагностировались шквалы по большей части умеренной и сильной интенсивности, зона которых после 19 ч ВСВ начала перемещаться в сторону Москвы.

ДМРЛ-С Профсоюзная днем 13 июля впервые диагностировал слабый шквал в 13 ч ВСВ в юго-восточном секторе на удалении 223–250 км. Развитие же процесса, принесшего сильные шквалы, согласно ДМРЛ-С, началось в 16 ч 30 мин ВСВ в западном направлении от Москвы на удалении 177–187 км. До 18 ч ВСВ локатор диагностировал шквалы в течение девяти 10-минутных сроков, по три – слабые, умеренные и сильные шквалы в азимуте 253–292° на удалении от 107 до 250 км.

Вечером 13 июля западный процесс продолжал развиваться. С 18 ч 10 мин до 22 ч 20 мин ВСВ локатор диагностировал шквалы в 37 десятиминутных сроках: в 5 – слабые, 8 – умеренные и 24 – сильные. До 19 ч 40 мин ВСВ шквалы отмечены в азимуте 255–328° на удалении 21–206 км. С 19 ч 50 мин до 20 ч 30 мин ВСВ шквалы диагностировались в районе ДМРЛ-С на удалении до 59 км, с 20 ч 40 мин до 22 ч 30 мин ВСВ – в азимуте 16–135° на удалении 10–187 км.

ДМРЛ-С Внуково начал диагностировать шквалы 13 июля в 16 ч 40 мин ВСВ. До 18 ч ВСВ идентифицированы шквалы в 9 10-минутных сроках: в 3 – слабые, 4 – умеренные и 2 – сильные в азимуте 254–302° на удалении 95–244 км. С 18 ч 10 мин до 23 ч ВСВ ДМСРЛ-С диагностировал шквалы в течение 45 10-минутных сроков: с 20 до 23 ч ВСВ – слабые, с 18 ч 10 мин до 22 ч 40 мин ВСВ – умеренные, с 18 ч 10 мин до 22 ч 20 мин – сильные шквалы.

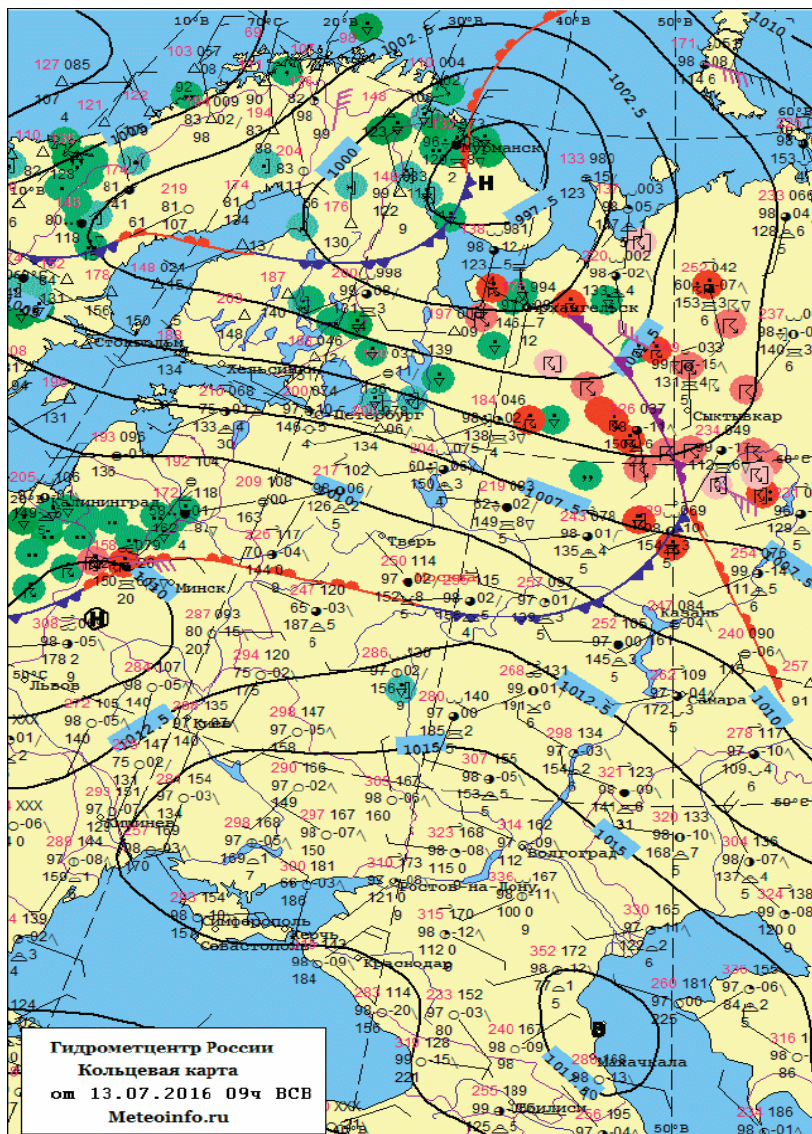


Рис. 4. Кольцевая карта погоды от 13.07.2016 г., 09 ч ВСВ.

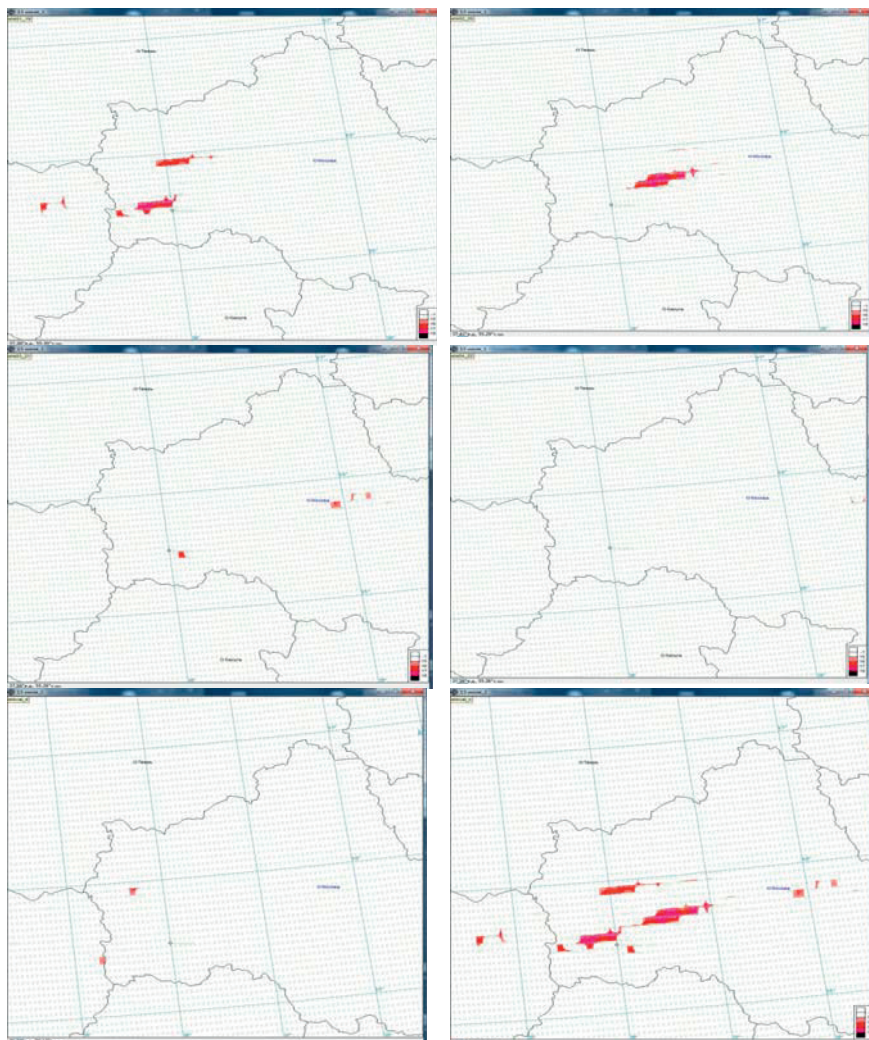


Рис. 5. Накопленные ежечасные в период с 19 до 22 ч ВСВ 13.07.2016 г. (два верхних ряда рисунков) и накопленные полустуточные за день 13.07.2016 г. (нижний ряд слева) и ночь 14.07. 2016 г. (нижний ряд справа) данные сети ДМРЛ-С о шквалах на территории Московской и Смоленской областей.

До 19 ч 20 мин ВСВ шквалы фиксировались в азимуте 254–354° на удалении от 20 до 196 км, с 19 ч 30 мин до 21 ч ВСВ с переходом по азимуту от 243 до 112° на удалении от локатора до 98 км, с 21 ч 10 мин до 23 ч ВСВ в азимуте 55–94° на удалении 60–249 км.

Как видно, оба локатора (ДМРЛ-С Профсоюзная и Внуково) почти синхронно диагностировали шквалы. Диагностированные сетью ДМРЛ-С шквалы, согласно информации базы данных DMRL Гидрометцентр России, не расходятся с данными отдельных локаторов, но в отличие от них позволяют более наглядно отслеживать развитие процессов со шквалами. Кроме того, появляется возможность при высоких показателях качества данных ДМРЛ-С использовать их для оценки прогнозов шквалов с часовой детализацией по времени, что в свою очередь будет полезно для совершенствования методов их прогноза.

На рис. 6 представлены прогнозы на день 13.07.2016 г. с заблаговременностью 18 ч внедренным методом прогноза сильных шквалов в трех градациях (слева) и методом Е.В. Васильева [3] (справа), рассчитывающемся также в оперативном режиме (база данных RGKU Гидрометцентра России).

На рис. 7 представлены прогнозы на ночь 14.07.2016 г. с заблаговременностью 30 ч и 18 ч внедренным методом. Как видно, в целом фоновые прогнозы внедренным методом правильно отражают атмосферный процесс со шквалами, с меньшей заблаговременностью указывая на его обострение с западной стороны от Москвы. Методом Е.В. Васильева особенно удачно спрогнозировано обострение процесса в районе Можайска и Рузы, на большей части Смоленской области шквалы не прогнозировались и не наблюдались фактически.

К перспективам развития исследований данного направления можно отнести:

- совершенствование методов прогноза сильных шквалов на основе выходных данных региональной модели с шагом сетки 25 км для всей территории России;
- совершенствование методов прогноза сильных шквалов с целью дальнейшего сокращения «ложных тревог» при приемлемой для практики предупредительности явлений;

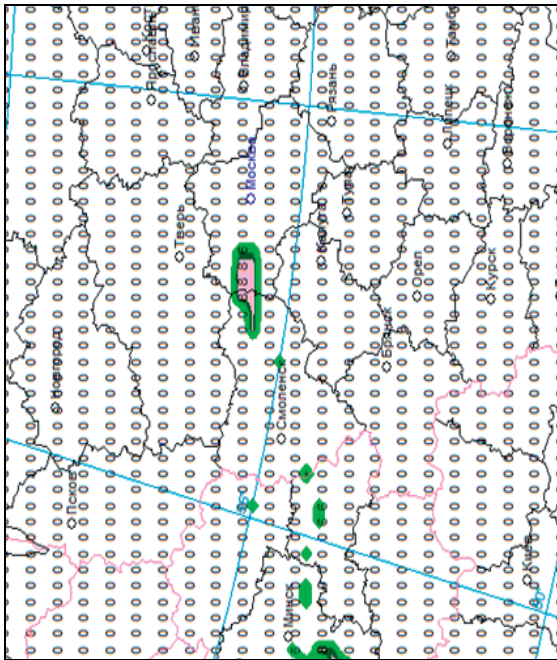
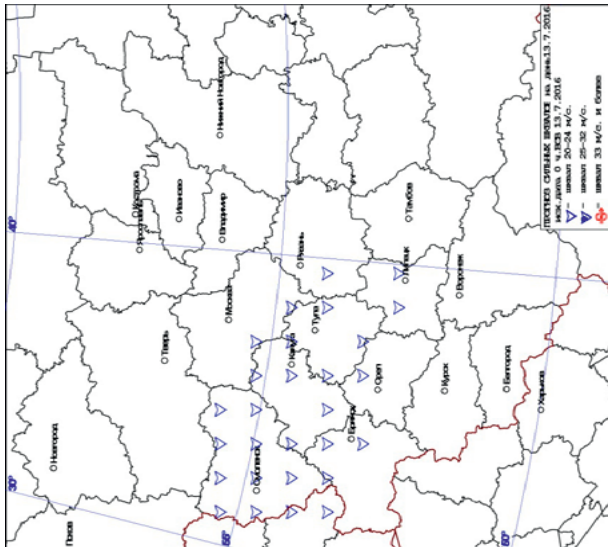


Рис. 6. Прогнозы на день 13.07.2016 г. с заблаговременностью 18 ч внедренным методом прогноза сильных шквалов в трех градациях (слева) и методом Е.В. Васильева (справа).

Цифра 6 на карте – «сильный шквал» (скоростью 22–24 м/с);
цифра 8 на карте – «очень сильный шквал» (скоростью 25–32 м/с).

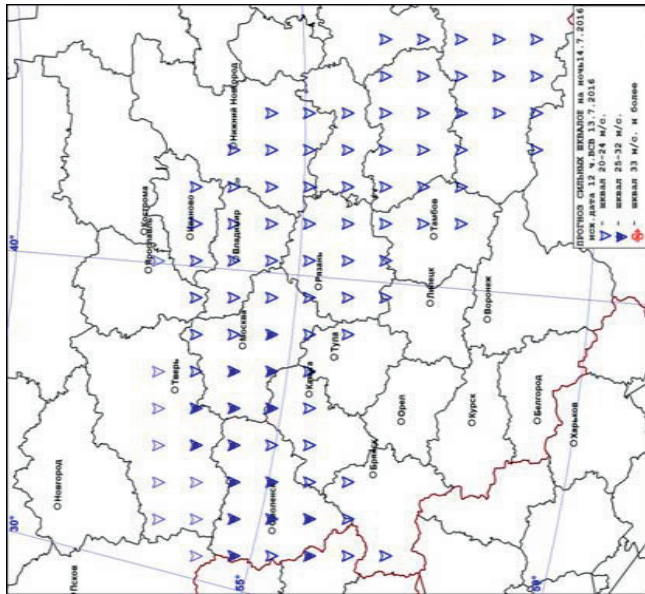
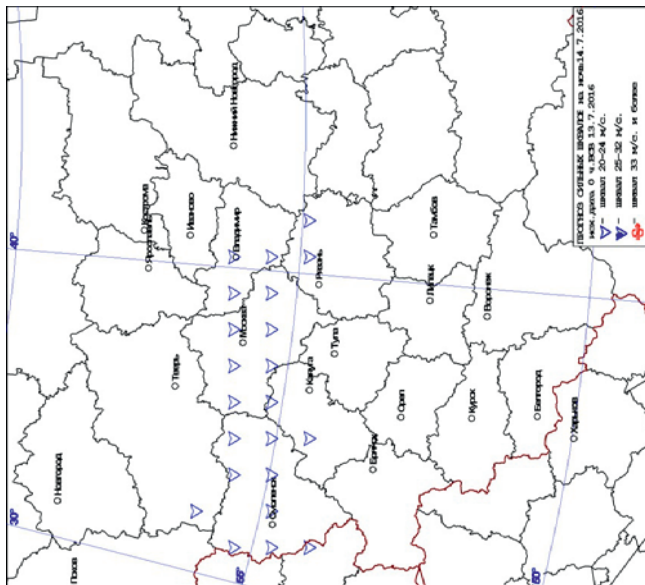


Рис. 7. Прогнозы сильных швалов на ночь 14.07.2016 г. с заблаговременностью 30 (слева) и 18 ч (справа).

– привлечение для верификации прогнозов опасных конвективных явлений погоды данных сети ДМРЛ-С.

Выводы

Как показывают исследования, не только прогноз сильных шквалов, но даже их диагноз остается до конца не решенной задачей. Полученные результаты являются обнадеживающими, так как в целом прогнозируемые и диагностируемые ДМРЛ-С зоны со шквалами не противоречат данным о фактических шквалах. В прогнозах и диагнозах правильно отражен процесс их интенсификации. Разработанный и реализованный алгоритм ежечасного и полусуточного накопления идентифицированных сетью ДМРЛ-С данных о шквалах позволяет более наглядно отслеживать возникновение шквалов и предоставляет возможность автоматизированной валидации данных о шквалах ДМРЛ-С, а впоследствии – и их использования для оценки прогнозов шквалов в рамках существующей в Гидрометцентре России системы мониторинга качества прогнозов. Кроме того, он открывает перспективы уточнения алгоритмов распознавания шквалов ДМРЛ-С и сравнения их результатов с данными о шквалах, распознанными уже существующими подходами. В комплексе карты краткосрочного прогноза сильных шквалов с заблаговременностью до 30 ч и карты диагноза шквалов сетью ДМРЛ-С, а также данные одного локатора позволяют синоптику-прогнозисту принять правильное решение при прогнозе шквалов и разработке штормовых оповещений об их возникновении.

Список использованных источников

1. *Алексеева А.А., Лосев В.М., Песков Б.Е., Багров А.Н.* Результаты испытания автоматизированного метода прогноза шквалов с детализацией интенсивности в трех градациях (от 20 до 24, от 25 до 32, 33 м/с и более) на основе выходных данных региональной модели с заблаговременностью 12 и 24 ч // Информационный сборник № 39. Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. – 2012. – С. 61–68.

2. *Алексеева А.А., Юсупов Ю.И., Багров А.Н., Демидова О.Ю., Смирнова И.М., Черногубова Ю.Я.* Результаты испытания метода прогноза шквалов с использованием термодинамических параметров атмосферы и

потенциального вихря Эртеля // Информационный сборник № 42. Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов». – 2015. – С. 15–38.

3. *Васильев Е.В.* Условия возникновения и краткосрочный прогноз сильных шквалов на Европейской территории России: автореферат дис. ... канд. географ. наук. – М., 2009. – 25 с.

4. *Временные* методические указания по использованию информации доплеровского метеорологического радиолокатора ДМРЛ-С в синоптической практике. – <http://method.meteorf.ru/> (дата обращения 10.01.2017 г.).

5. *Кориунов А.А., Шаймарданов М.З., Шаймарданова И.Л.* Гидрометеорологическая безопасность и устойчивое развитие экономики России для обслуживания потребителей: результаты статистического анализа опасных условий погоды. – <http://method.meteorf.ru/> (дата обращения 10.01.2017 г.).

6. РД 52.27.724-2009. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. – М.; Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2009. – 62 с.

7. <http://method.meteorf.ru/> (дата обращения 10.01.2017 г.).

8. <http://www.meteoinfo.ru/bofort> (дата обращения 10.01.2017 г.).

9. <http://www.novoteka.ru/r/Accidents/ActOfGod> (дата обращения 22.06. и 15.07.2016 г.).

Поступила в редакцию 17.01.2017 г.