

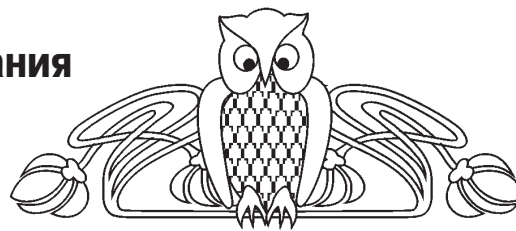


Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 3. С. 166–168
Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences, 2021, vol. 21, iss. 3, pp. 166–168
<http://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-3-166-168>

Научная статья
УДК 633.551.5

Синоптические условия формирования снежных гроз на территории Западной Сибири



С. И. Пряхина, А. А. Котова✉

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Пряхина Софья Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, psi267269@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7226-6129>

Котова Анна Анатольевна, магистрант, anna_kotova_1995@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6147-4037>

Аннотация. В статье приведены результаты исследования синоптических условий формирования редкого для территории Западной Сибири опасного явления погоды – снежной грозы. Материалом для исследования послужил архив аэросиноптических данных авиаметеорологического центра г. Ханты-Мансийск.

Ключевые слова: снежная гроза, зимняя гроза, синоптическое прогнозирование, Западная Сибирь

Для цитирования: Пряхина С. И., Котова А. А. Синоптические условия формирования снежных гроз на территории Западной Сибири // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 3. С.166–168. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-3-166-168>

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Synoptic conditions for the formation of thundersnow in the territory of Western Siberia

S. I. Pryakhina, A. A. Kotova✉

Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Sofya I. Pryakhina, psi267269@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7226-6129>

Anna A. Kotova, anna_kotova_1995@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6147-4037>

Abstract. The article presents the results of work on the study of synoptic conditions for the formation of a dangerous weather phenomenon for the territory of Western Siberia – a thundersnow. The material for the study was the archive of aersynoptic material from the Khanty-Mansiysk Air Meteorological Center.

Keywords: thundersnow, winter thunderstorm, weather forecasting, Western Siberia

For citation: Pryakhina S. I., Kotova A. A. Synoptic conditions for the formation of thundersnow in the territory of Western Siberia. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 3, pp. 166–168 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-3-166-168>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Введение

Снежная (снеговая) гроза – метеорологическое явление, при котором отмечается выпадение ливневого снега, ледяного дождя или ледяной крупы. Необходимо отметить, что термин «снежная (снеговая) гроза» (англ. *thundersnow*) используется в основном в зарубежной научно-популярной литературе [1, 2]. В «Российском гидрометеорологическом энциклопедическом словаре» [3] данный термин отсутствует, в нем

дается определение грозы как атмосферного явления.

Гроза – это комплексное атмосферное явление, которое характеризуется многократными электрическими зарядами между облаками или между облаком и землей (молнии), сопровождающиеся громом, на суше преобладают летние грозы, над океанами – зимние [3]. Гроза опасна для авиации. Командирам воздушного судна категорически запрещается попадать в грозовое облако, так как мощные восходящие и нисходящие



потоки воздушных масс приводят к разрушению конструкции летательного аппарата. С грозой связаны обледенение, сильная турбулентность, ливневые осадки, град и шквалистый ветер.

Явления погоды конвективного происхождения, опасные в зимний период, мало изучены и сложнопрогнозируемы, особенно в условиях редкой сети климатических станций. Обнаружить участки грозовых очагов можно только с помощью метеорологических локаторов (МРЛ) и спутникового зондирования. Однако на исследуемой территории Западной Сибири отмечается недостаточное распределение сети МРЛ, поэтому не всегда удается спрогнозировать грозу, особенно зимой, с достаточной заблаговременностью [4]. Заблаговременность при авиационном прогнозе играет ключевую роль в обеспечении авиабезопасности, так как капитан воздушного судна должен заранее ознакомиться с условиями погоды по маршруту следования.

В последние десятилетия с потеплением климата на территории Западной Сибири стали отмечаться снежные грозы. Например, в Новосибирске впервые за всю историю метеонаблюдений была зафиксирована снежная гроза 9 декабря 2015 г., в Нижневартовске – 27 февраля 2017 г., а в Ханты-Мансийске были отмечены три случая: в 2016, 2017 и в 2019 гг.

Снежные грозы носят мезомасштабный характер, большая роль в их возникновении отводится местным факторам, поэтому в целях повышения оправданности и заблаговременности прогноза необходимо проводить региональное исследование синоптических условий их формирования.

Объект, материал и метод исследования

Для анализа атмосферных процессов и прогноза погоды составляются синоптические карты, давшие название синоптическому методу изучения и прогнозирования погодных условий. Он основан на выявлении физических закономерностей развития атмосферных процессов с помощью этих карт и разных вспомогательных материалов (аэрологических диаграмм, вертикальных разрезов атмосферы и др.) [5].

Объектом исследования является снежная гроза, которая была зафиксирована в районе аэропорта Ханты-Мансийска в 2016, 2017 и 2019 гг. Аэродром расположен в зоне континентального климата Западной Сибири, в формировании которого существенную роль играет преобладающий перенос воздушных масс с запада на восток. Эти массы, переваливая через Уральские горы, трансформируясь, вызывают резкие изменения погоды. Открытость территории с севера и юга способствует беспрепятственному проникновению арктического холодного воздуха с севера и прогретого умеренного или тропического с юга.

Материалом для исследования послужил архив аэросиноптических данных авиаметеорологического центра (АМЦ) г. Ханты-Мансийска. Были проанализированы синоптические карты, данные радиозондирования и спутниковые снимки в период снежных гроз.

Результаты исследования

Снежная гроза наблюдалась в районе аэродрома Ханты-Мансийска 20 марта 2016 г. в 09.04, 13 марта 2017 г. в 17.21, 7 марта 2019 г. около 19.00. Длительность снежных гроз составила от 5 до 18 мин, они сопровождались шквалистым ветром, максимальная скорость которого составляла 23 м/с, и сильным снегопадом с ухудшением видимости до 200 м.

При изучении аэросиноптического материала было выявлено:

1) грозы наблюдались при прохождении динамически значимых атмосферных фронтов: отмечался большой контраст в поле температуры, а также влажности. В 2016 г. и в 2019 г. снежные грозы отмечались при прохождении фронта окклюзии по типу холодного фронта, а в 2017 г. – под влиянием вершины фронтальной волны;

2) в 2016 г. в слое от земли до высоты 1500 м с юга, юго-востока смещалась влажная воздушная масса и одновременно в слое 1500–3000 м с юго-запада, запада и северо-запада – сухая воздушная масса. В 2017 г. и в 2019 г. перед фронтом окклюзии в теплом секторе была влажная воздушная масса, а за фронтом – сухая;

3) стратификация атмосферы была влажно-неустойчивой;

4) район прогнозирования находился под влиянием струйного течения, на оси которого скорость ветра юго-западного и западного направлений достигала 30 м/с.

Необходимо отметить, что задерживающий слой (инверсия температуры) отмечался только в 2016 г. на высоте 1000–1500 м. При наличии задерживающего слоя выше пограничного образования мощных кучево-дождевых облаков и гроз происходит наиболее активно по типу «взрывной конвекции» [6].

Обязательным фактором возникновения грозового облака в любой период года является наличие условий, способствующих развитию конвекции или иного механизма, создающего восходящие потоки, запасы влаги, достаточного для образования осадков, а также структуры, в которой одна часть облачных частиц будет находиться в жидком состоянии, а другая – в ледяном [7]. Такое возможно, если нижняя часть облака формировалась при температуре воздуха выше 0°C. В верхней части облака при попадании частиц воды в зону отрицательных температур постепенно формируются кристаллы льда. Смешанный состав облака приводит к укрупнению его элементов и формированию грозовой облачности.



Следует отметить, что в марте средняя многолетняя температура воздуха в районе аэродрома Ханты-Мансийска составляет $-9,1^{\circ}\text{C}$. В рассматриваемых случаях при прохождении атмосферного фронта температура воздуха была близка к $+0^{\circ}\text{C}$, т. е. отмечалась аномально теплая погода для начала весеннего периода в Западной Сибири. Можно сказать, что в условиях аномально прогретого воздуха в пограничном слое часть облака формировалась при положительных температурах и состояла из капель.

В рассматриваемых случаях конвекция, благодаря которой развивалось грозное облако, возникла при подъеме теплого воздуха вдоль линии атмосферного фронта при адвекции арктического воздуха. Фронтальная конвекция развивалась одновременно со слоисто-дождевыми облаками и обложными осадками, что маскировало кучево-дождевую облачность.

Кроме конвективной неустойчивости воздуха необходимым условием развития грозного облака является ветер переменного направления. Осадки, образующиеся в восходящем потоке, переносятся по верхнему уровню облака в зону нисходящего потока. Таким образом, зоны восходящего и нисходящего потоков оказываются разделенными в пространстве, что обеспечивает развитие грозного облака.

Во всех трех случаях в средней и верхней тропосфере преобладали сильные ветры с большим вертикальным сдвигом юго-западного и западного направлений, район прогнозирования находился под влиянием мощного струйного течения вблизи тропопаузы. Наличие значительных сдвигов ветра по высотам и струйного течения явилось дополнительным фактором усиления активности атмосферного фронта и развития конвективных движений по типу термически прямой циркуляции [8].

Выводы

В рамках исследования аэросиноптического материала было выявлено, что для формирования интенсивной зимней конвекции необходимо наличие двух факторов: динамического подъема воздуха и большой конвективной неустойчивости атмосферы.

Динамический фактор обеспечивает движение вверх теплого влажного воздуха из нижней тропосферы. В рассматриваемых случаях данный фактор был обусловлен близким расположением центра циклона к району прогнозирования, его циклогенезом, обострением рассматриваемых фронтов и их сближением. Это происходило при атмосферных фронтах с контрастом температур от 10°C и выше, разделяющих воздушные

массы с разной влажностью: при прохождении фронта окклюзии и вблизи вершины фронтальной волны. Таким образом, динамический подъем усиливал конвективную неустойчивость воздушной массы.

Подводя итог, можно выделить следующие синоптические условия, совокупность которых приводит к образованию снежных гроз на территории Западной Сибири:

1) динамический подъем теплой влажной воздушной массы холодным воздухом при прохождении через район прогнозирования активного углубляющегося циклона, вершины фронтальной волны, динамически значимого холодного фронта или фронта окклюзии по типу холодного. При этом воздушная масса перед этими фронтами должна быть аномально теплой для пункта прогнозирования;

2) конвективную неустойчивость атмосферы;

3) наличие мощного струйного течения, вертикальных сдвигов ветров юго-западных и западных направлений в средней и верхней тропосфере.

Все вышеперечисленные условия формируют интенсивную зимнюю конвекцию, приводящую к редкому для территории Западной Сибири метеорологическому явлению – снежной грозе.

Библиографический список

1. *Schultz D. M., Vavrek R. J.* An overview of thundersnow // *Weather*. 2009. Т. 10. С. 274–277.
2. Сайт метеорологической службы Великобритании. URL: <https://www.metoffice.gov.uk/weather/learn-about/weather/types-of-weather/thunder-and-lightning/thundersnow> (дата обращения: 10.01.2021).
3. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь / под ред. А. И. Бедрицкого : в 3 т. Санкт-Петербург ; Москва : Летний сад, 2008. Т. 1. 336 с.
4. *Жохова Д. А., Кужевская И. В., Пустовалов К. Н., Чурсин В. В.* Случай зимней конвекции по данным ATOVS // *Труды / Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского*. 2018. № 662. С. 211–214.
5. *Дашко Н. А.* Курс лекций по синоптической метеорологии. Владивосток : ДВГУ, 2005. 523 с.
6. *Андреева Е. С.* Вероятностно-географический метод прогнозирования рисков возникновения сильных ветров для равнин юга России // *Естественные и технические науки*. 2008. № 4. С. 217–221.
7. *Леонович И. И.* Дорожная климатология в вопросах и ответах. Минск : БНТУ, 2013. 263 с.
8. *Латышева И. В., Лоценко К. А., Шахаева Е. В., Сметанин Г. С.* Аномальные погодные явления в г. Иркутске в 2013/2014 гг. // *Известия Иркутского государственного университета*. Серия : Науки о Земле. 2014. Т. 7. С. 84–99.

Поступила в редакцию 22.03.2021, после рецензирования 08.04.2021, принята к публикации 15.05.2021
Received 22.03.2021, revised 08.04.2021, accepted 15.05.2021