



УДК 551. 583

## **Аномальные погодные явления в г. Иркутске в 2013/2014 гг.**

И. В. Латышева ([ababab1967@mail.ru](mailto:ababab1967@mail.ru))

К. А. Лощенко ([christ.1526@mail.ru](mailto:christ.1526@mail.ru))

Е. В. Шахаева ([elenash@mail.ru](mailto:elenash@mail.ru))

Г. С. Сметанин ([ice-meteo@mail.ru](mailto:ice-meteo@mail.ru))

**Аннотация.** В работе рассмотрены циркуляционные особенности аномальных погодных явлений в г. Иркутске в 2013/2014 гг. Описаны синоптические условия волн тепла и холода, образования сильного снегопада и зимней грозы.

**Ключевые слова:** климат, атмосферная циркуляция, грозы, снегопад.

### **Введение**

Современные изменения климата часто сопровождаются ростом числа опасных явлений погоды (ОЯП) в различных регионах земного шара. Согласно [22] опасное явление погоды – это явление, которое по интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения может представлять угрозу жизни или здоровью граждан, а также наносить значительный материальный ущерб.

В настоящее время в разных странах существуют свои подходы к определению критериев опасности метеорологических явлений. Например, в метеослужбе Германии (DWD) критерии категорий опасности для всей страны являются одинаковыми, лишь для горных районов приняты специальные критерии оценки категорий опасности снегопадов. В Греции страна поделена на различные регионы в зависимости от вида опасного метеорологического явления и его повторяемости. Потенциально опасным считается явление, встречающееся более 30 раз в год, опасным – явление, встречающееся от 1 до 30 раз в год, и очень опасным – менее одного раза в год. В Швеции при определении категории опасности явлений погоды используются различные модели, поэтому отсутствуют статические методы определения категорий опасностей.

По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО) величины ущерба и жертв, связанных с ОЯП в настоящее время, имеют устойчивый рост по сравнению с XX в. [3]. Например, в период с 1985 по 2005 г. мировой ущерб от стихийных бедствий возрос почти в 10 раз, а число жертв увеличилось в 15 раз. На территории России, по данным Росгидромета [31], за последние 15 лет число опасных гидрометеорологических явлений увели-

чилось почти вдвое, а суммарный средний многолетний экономический ущерб от ОЯП в настоящее время достигает 6–7 % от валового внутреннего продукта (ВВП) и составляет около 20–26 млрд долл. США [15].

Известно, что более 36 % всех ОЯП приходится на группу из четырех явлений конвективного происхождения, которые, как правило, наблюдаются на сравнительно небольших территориях. К таким явлениям относят сильный ветер, ураганы, шквалы и смерчи. Эти же явления входят в группу наиболее трудно прогнозируемых, что можно объяснить сложным механизмом возникновения, их внезапностью и кратковременностью, а также высокой долей стохастической составляющей.

Мировой опыт показывает, что затраты на прогнозирование ОЯП в 15 раз меньше по сравнению с затратами на предотвращение ущерба [21]. Поэтому для минимизации ущерба, связанного с возникновением ОЯП, необходимо знание физических процессов образования, особенностей географического распределения и методов прогнозирования опасных погодных явлений.

Систематические исследования условий образования ОЯП на территории России начаты в конце XIX в. В эти же годы приступили к изучению аномальных и редких погодных явлений. Например, по данным [6], сообщается, что в ночь на 10 декабря 1894 г. жители Воронежа были свидетелями редкого атмосферного явления – зимней грозы. Также в эти годы был собран и обобщен довольно богатый материал для изучения волн холода на территории России, связанных с движением антициклонов по ультраполярным траекториям.

Но наиболее активно исследованиями ОЯП стали заниматься в 1960-е и 1970-е гг., когда в различных регионах земного шара на фоне увеличения изменчивости климата резко возросло число погодных аномалий. В их число вошли суровая зима 1967/1968 гг. в СССР и три суровые зимы с 1972 по 1977 г. в Соединенных Штатах. В этот же период в Европе отмечается серия очень мягких зим. В Восточной Европе в 1972 г. наблюдается очень сильная засуха, а в 1976 г. – на редкость дождливое лето. Кроме того, в летний период с 1971 по 1973 г. отмечалось необычайное количество айсбергов у берегов Ньюфаундленда, а в 1972–1973 гг. частые и сильные штормы – в Северном море [27].

В целом наблюдаемое потепление во второй половине XX в. на территории Северного полушария сопровождалось сокращением снежного покрова, морских льдов в летний период, деградацией горных ледников, некоторым повышением частоты и интенсивности экстремальных значений атмосферного давления. По ограниченным данным не было обнаружено трендов в частоте образования и интенсивности как тропических циклонов (ураганов), так и внетропических циклонов, хотя наблюдались их значительные флуктуации в масштабах десятилетий [14].

Климатические вариации во второй половине XX в. сопровождались увеличением количества атмосферных осадков в большинстве регионов высоких и средних широт Северного полушария, где они возрастали со скоростью 0,5–1 % за каждое десятилетие, а с 1950-х гг. несколько возросла по-

вторяемость сильных осадков. Вероятно, что на суше в тропических широтах ( $10^{\circ}$  с. ш. –  $10^{\circ}$  ю. ш.) количество атмосферных осадков также увеличилось, но с меньшей скоростью – на 0,2–0,3 % за десятилетие (однако в последние десятилетия эта тенденция не очевидна). В субтропиках Северного полушария ( $10$ – $30^{\circ}$  с. ш.) количество атмосферных осадков уменьшалось примерно на 3 % за десятилетие. В Южном полушарии изменений количества атмосферных осадков не обнаружено. Нет также достаточных данных для выявления тренда осадков над океанами [28].

В начале XXI в. в ряде регионов Северного полушария уменьшилась повторяемость экстремально низких температур и несколько увеличилась повторяемость экстремально высоких температур. Экстремально высокие температуры, связанные с волнами тепла, считаются очень опасным природным явлением, так как с ними возрастает частота пожаров, наводнений, увеличивается площадь территории с засухами, увеличиваются риски для здоровья населения [20].

В России за последние десятилетия значения трендов средней годовой, зимней и летней температуры воздуха в среднем по всей ее территории составили соответственно 0,38, 0,51 и 0,32  $^{\circ}\text{C}$  за 10 лет. Повышение температуры сопровождалось увеличением количества атмосферных осадков, особенно в зимний период, что привело к увеличению высоты снежного покрова. Сравнение данных за 1991–2005 гг. с климатической нормой за период 1961–1990 гг. показало увеличение высоты снежного покрова в среднем на 20–40 мм на севере европейской территории России, до 60 мм в Западной Сибири, в Приморье и на Камчатке и чуть меньшее увеличение – до 20 мм – в Якутии и Восточной Сибири. При этом продолжительность залегания устойчивого снежного покрова повсеместно сокращалась [2].

Наибольшее число опасных явлений погоды на территории России связывают с волнами тепла или волнами холода. Чаще всего за волны тепла или холода понимают периоды с отклонениями от месячной нормы в пределах  $\pm 5$ – $7^{\circ}\text{C}$ . В некоторых случаях при изучении волн тепла (холода) в качестве критерия рассматриваются границы интервала  $2s$  (где  $s$  – среднее квадратическое отклонение средней суточной температуры в соответствующий месяц за период 1961–1990 гг.) [10]. При исследовании потеплений и похолоданий на территории Украины в теплый период года волны тепла и холода идентифицировались как резкий перепад средней суточной температуры воздуха величиной 6–10  $^{\circ}\text{C}$  в сторону повышения или понижения на более 80 % площади территории и подразделялись на кратковременные, длительностью 2–4 сут., и длительные, продолжительностью более недели. Приведенные примеры показывают, что общепризнанного критерия выделения волн тепла и холода до сих пор не существует.

В работе [24] пытались установить статистическую зависимость между температурными аномалиями зимнего периода и характером увлажнения в теплый период на европейской территории России. Оказалось, что чаще всего после холодной зимы отмечается избыточное увлажнение в июле

(74 %) и в августе (62 %), тогда как после теплой зимы избыточное увлажнение наступает при значительно меньшем количестве случаев (38–56 %).

На территории России наиболее яркими погодными аномалиями в XXI в., связанными с волнами тепла и холода, являются аномально жаркая погода, которая отмечалась в июле и в начале августа 2010 г. в европейской части территории России (рис. 1), и аномально холодная погода зимой 2012/2013 гг. в Центральном федеральном округе и на юге европейской территории России. Зимой 2012/2013 гг. во многих областях европейской территории России из-за сильных морозов происходила деформация проводов, приводившая к многочисленным обрывам линий электропередачи и отключениям электроэнергии в населенных пунктах, нарушалось газоснабжение и работа котельных, происходили прорывы теплотрасс и промерзание систем водоснабжения, возросло число пожаров и обморожений.

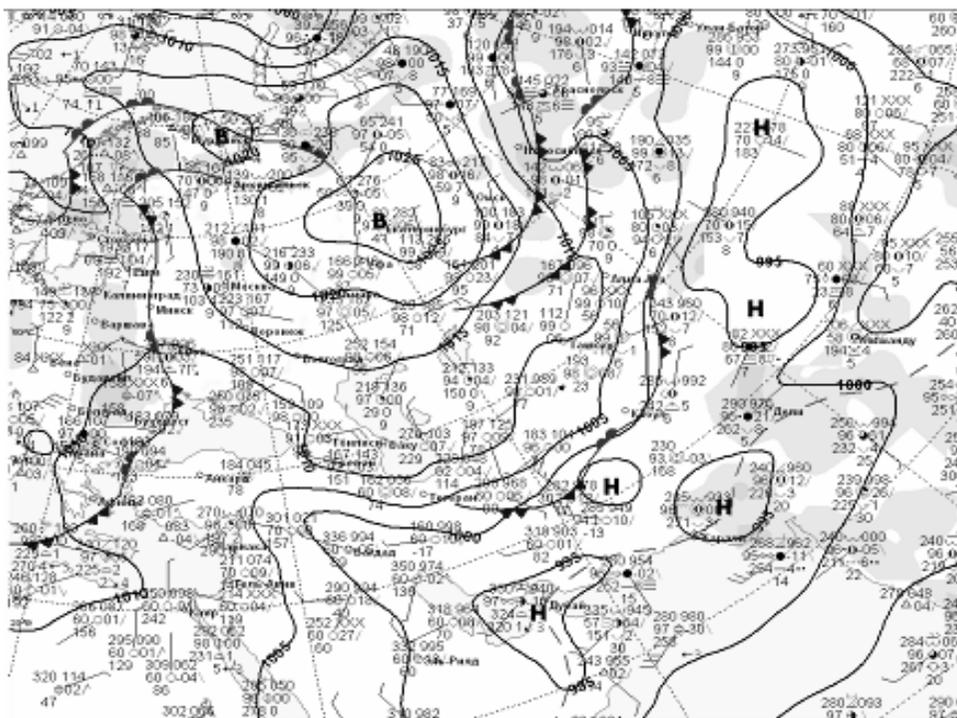


Рис. 1. Карта приземного атмосферного давления 27.07.2010

Развитие такого рода аномалий было связано с устойчивым блокированием западного переноса в тропосфере и в нижней стратосфере над Северной Атлантикой и Евразией [26]. Наличие в значительной толще тропосферы высокого блокирующего антициклона с сухой жаркой погодой летом и аномально холодной погодой зимой вызвано развитием крупномасштабных долгопериодных волн в атмосфере, существование которых доказал и в 1939 г. математически описал известный шведский ученый Карл Густав Россби [11].

Следует отметить, что блокирующие процессы в нижней тропосфере господствовали в Северном полушарии в течение XX в., исключая 30-е гг., когда они перемежались с нарушением зональности (один блокирующий процесс на полушарии, в остальных секторах зональная циркуляция), и 80–90-е гг., когда они перемежались с меридиональной южной группой циркуляции. С 1998 г. вновь происходит увеличение суммарной годовой продолжительности блокирующих процессов. Интересно, что именно в 1998 г. на фоне увеличения продолжительности блокирующих процессов в Северном полушарии наблюдалась одна из наиболее высоких приземных температур воздуха, положительная аномалия составила 0,61 °С [17].

В последние десятилетия преобладание блокирующих процессов и, следовательно, антициклонической циркуляции проявляется в основном зимой и летом [17]. В Северном полушарии блокирующие процессы чаще всего отмечаются на территории Европы, Северной Америки и Восточной Сибири [10].

Среди ОЯП наибольшую опасность для различных сфер деятельности человека представляют явления конвективного характера – смерчи, ливни, шквалы и грозы, так как они не только наносят наибольший материальный ущерб, но и нередко сопровождаются человеческими жертвами.

В настоящее время как в России, так и за рубежом опубликовано большое количество работ, посвященных природе этих редких и аномальных погодных явлений [9; 4 и др.]. Для прогноза смерчей широко используются полученные на большом статистическом материале пять синоптических признаков атмосферных процессов. Прежде всего это наличие динамического фактора, обеспечивающего подъем теплого и влажного воздуха нижней тропосферы, что чаще наблюдается в волновых возмущениях, при прохождении циклонов и атмосферных фронтов, разделяющих воздушные массы с различной влажностью. Необходима большая конвективная неустойчивость атмосферы, при которой вертикальные градиенты температуры воздуха значительно больше влажноадиабатических. В средней и верхней тропосфере, как правило, отмечаются сильные, с большим вертикальным сдвигом юго-западные ветры. Они указывают на наличие мощного струйного течения. В пограничном слое атмосферы наблюдаются струйные течения нижних уровней юго-восточного или южного направлений, благодаря которым осуществляется приток теплого и влажного воздуха в слое Земля – 850 гПа (1,5 км). При наличии задерживающего слоя выше пограничного образование мощных кучево-дождевых облаков и гроз происходит наиболее активно по типу «взрывной конвекции» [1].

Наиболее детально синоптические условия конвективных явлений и смерчей, которые наблюдались на территории России за последние десятилетия, описаны в работе [25]. 20 сентября 1997 г. на территории г. Владивостока прохождение серии смерчей сопровождалось усилением ветра до 70–92 м/с и выпадением града диаметром 13 мм. Общий ущерб от стихийных явлений 20 сентября 1997 г. (смерчи, град, шквальный ветер), по данным штаба Гражданской обороны Приморского края, составил около

17 млрд руб. Образование смерчей происходило при развитии мезомасштабной конвективной системы, состоящей из массивов кучево-дождевой и слоисто-кучевой облачности. На это указывает подковообразный вид мощной кучево-дождевой облачности с четкими границами вдоль линии холодного фронта на космических снимках. Важной чертой данного синоптического процесса является наличие верхнетропосферного струйного течения, на оси которого скорость ветра достигала 58 м/с, и струйного течения в нижней тропосфере, на высоте 900 м, с максимальной скоростью ветра 18 м/с. Наличие струйных течений и значительных сдвигов ветра по высотам явилось дополнительным фактором усиления активности холодного фронта и развития конвективных движений по типу термически прямой циркуляции.

Примерно аналогичные процессы наблюдались ранее при возникновении смерчей 9 июня 1984 г. в центральной части России. При прохождении смерча по территории Ивановской области, судя по разрушениям, скорость ветра превышала 100 м/с. Это был самый сильный смерч, зафиксированный на территории СССР, который привлек внимание не только метеорологов, но и специалистов в области гидродинамики, механики жидкости и газов. Было показано, что существенный вклад в развитие конвективной облачности и образование смерча внесли влажные воздушные массы с дефицитами точки росы от 0 до 4 °С в нижнем пятикилометровом слое тропосферы, которые наблюдались в узкой полосе, прилегающей к линии холодного фронта, где отмечались сильные ветры и смерчи.

Слабые смерчи, диаметром до 10–20 м, чаще всего на территории России встречаются в однородной воздушной массе под заполняющимися обширными высотными циклонами. В таких ситуациях основная роль в образовании мощных облаков принадлежит термической конвекции.

Обобщая условия образования опасных явлений погоды на территории России, можно указать следующее. Решающая и первичная роль в зарождении смерчей принадлежит взаимодействию вихревых и адвективных факторов при наличии сдвигов ветра по высотам. Наличие определенного числа смерчей в утренние и ночные часы указывает на большую роль динамического фактора в подъеме воздуха вверх. В образовании сильных ветров, ливней и гроз наряду с конвекцией важная роль принадлежит развитию волновых возмущений в зоне атмосферных фронтов и опусканию динамической тропопаузы. Крайне редкие явления погоды, такие как зимние грозы, обычно наблюдаются в основном при южном направлении ветра как у поверхности Земли, так и в свободной атмосфере. Как правило, они бывают непродолжительными и отмечаются после кратковременного потепления до температур, близких к 0 °С у поверхности Земли и к –5... –8 °С на высотах 1–2 км [29].

Задача надежного прогноза опасного метеорологического явления, т. е. прогноза редкого явления в определенной точке в конкретный момент времени, является сложнейшей задачей на современном этапе численного прогнозирования [23]. Ограниченная предсказуемость опасных явлений по-

годы связана с исключительной сложностью поведения климатической системы, ее интерактивностью и нелинейностью. Последнее означает, что для формирования крупных погодных и климатических аномалий вовсе не обязательно иметь сильные внешние или внутренние воздействия. Существенные колебательные изменения в климатической системе могут наступить за счет накопительного эффекта малых воздействий. Например, в роли такого интегратора малых атмосферных колебаний может выступать Мировой океан [13].

Единственным реально осуществимым способом повышения оправдаваемости прогнозов погоды и климата оказалось вычисление некоторого множества численных прогнозов или прогностического ансамбля. Вычисление таких ансамблей в оперативном режиме стало возможным лишь в конце 1980-х – начале 1990-х гг. с развитием вычислительной техники [7]. В последнее десятилетие, с дальнейшим развитием вычислительной техники и технологии параллельных вычислений, стала актуальной задача мезомасштабного ансамблевого прогноза погоды [8].

Однако на сегодняшний день существует целый ряд нерешенных проблем в физико-математических моделях, и часть этих проблем обусловлена, как указано в работе [16], недостаточным уровнем понимания физических процессов. Кроме того, в моделях непреодолимыми пока остаются проблемы предсказания быстрых (внезапных) климатических изменений, в том числе в результате изменений крупномасштабной термохалинной циркуляции Мирового океана [19]. Сегодня вполне очевидно, что существующие модели не учитывают естественное чередование эпох потепления и похолодания климата [12].

### **Постановка задачи и методы исследования**

Материалы Стратегического прогноза Росгидромета показывают, что в условиях меняющегося климата, его проявления и воздействия на различные отрасли экономики и на условия жизнедеятельности носят ярко выраженный региональный характер. Опасные метеорологические явления погоды в различных регионах возникают при совместном влиянии форм атмосферной циркуляции, типов барических систем, отдельных видов атмосферных фронтов и при благоприятствующем значении рельефа, создающего характерные условия для развития конвекции, обострения атмосферных фронтов, усиления цикло- и антициклогенеза [27].

Учитывая, что в начале XXI в. смена характера циркуляции происходит в 1,5 раза быстрее, чем во второй половине XX в., это увеличивает вероятность возникновения опасных явлений, таких как сильный ветер, ливни и грозы, что и отмечается в последние годы. Указанные явления погоды имеют бароклинический характер и тесно связаны со шторм-треками, которые представляют собой области наиболее частого появления бароклинических волн и связанных с ними нестационарных вихрей [18]. Так как область максимальной активности шторм-треков располагается между  $51^{\circ}$  и  $57^{\circ}$  с. ш., то значительная часть территории Иркутской области попадает под их влияние,

т. е. образование опасных явлений погоды на ее территории тесно связано с динамикой бароклинических вихрей и активностью атмосферных фронтов.

Кроме того, территория Иркутской области, наряду с регионами Северного Кавказа, Поволжья и других районов Восточной Сибири, относится к зонам повышенной сложности прогнозирования ввиду наибольшего числа пропусков всех видов ОЯП [3]. Поэтому здесь особо актуально исследование условий образования опасных явлений погоды.

Из опасных явлений погоды, зафиксированных на территории Иркутской области, в холодный период года (октябрь – март) преобладают снегопады и метели, которые формируют снежные заносы и препятствуют деятельности автотранспорта. Чаще всего они наблюдаются при прохождении динамически значимых холодных фронтов в тыловой части глубоких циклонов. В теплый период года (апрель – сентябрь) серьезную угрозу для сельского хозяйства представляют заморозки и засухи. В течение всего года опасность представляют туманы, а в летний период – грозы и град.

При анализе региональных особенностей возникновения ОЯП важно учитывать циркуляционные процессы макро-, мезо- и микросиноптического масштаба. Вклад макроциркуляционных факторов наиболее ярко проявляется путем оценки траекторий движения воздушных масс, динамики барических систем и связанных с ними атмосферных фронтов. Мезомасштабные процессы неплохо отражает структура облачных полей и атмосферных осадков, представленная на космических снимках, а микромасштабные особенности метеорологических полей можно проследить по данным вертикального зондирования и метеорологическим наблюдениям на станциях.

В данной работе рассмотрены циркуляционные и синоптические условия аномальных погодных явлений, которые наблюдались в районе г. Иркутска в 2013/2014 гг. Выбор данного периода обусловлен тем, что в эти годы резко возросло число погодных аномалий в нашем регионе, с которыми был связан значительный экономический ущерб.

Исследование проводилось по данным непрерывных наблюдений на ст. Иркутск с привлечением аэросиноптического материала, любезно предоставленного Иркутским управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [33]. Анализ циркуляционных условий проводился на основе данных Росгидромета [30] и Гидрометцентра России [31].

### **Обсуждение результатов исследования**

Наиболее ярко влияние климата и циркуляционных факторов на погодные условия на территории Иркутской области и России в целом прослеживается на примере 2013 г., который, по данным Гидрометцентра России [31], входит в тройку наиболее беспокойных лет наряду с 2012 г. и с 2007 г.

Как показал анализ, Мировой океан, который метеорологи по праву называют кухней погоды, в 2013 г. на большей части акватории Северного полушария был теплее по сравнению со средними многолетними данными. Особенно высокой была температура поверхности океана в среднем течении

Гольфстрима. Повышенное тепло- и влагосодержание над океанами сопровождалось увеличением годовых сумм атмосферных осадков и увеличением повторяемости опасных явлений погоды. В 2013 г. на территории России отмечалось более 960 опасных гидрометеорологических явлений, из которых 455 нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения [30].

В таблице 1 показаны основные метеорологические данные за различные месяцы 2013 г., обобщенные по территории России. Вторая половина зимы в России была аномально холодной, лето – четвертое самое жаркое за период инструментальных наблюдений, довольно теплым был период с октября по декабрь. В Иркутской области в 2013 г. были зафиксированы новые экстремумы температур, наблюдались аномалии в осадках и крайне редкие явления погоды (зимняя гроза в декабре).

Таблица 1

Статистика данных метеорологических наблюдений на территории России по данным Гидрометцентра России [31]

Месяц	Погодные аномалии 2013 г.
Февраль	В Сибирском и на севере Дальневосточного федерального округов февраль оказался в первой тройке самых холодных в XXI в.
Март	Стал самым холодным в России в XXI в.
Апрель	Вошел в десятку самых теплых в России с момента начала регулярных метеонаблюдений в стране с 1891 г. Наибольший вклад в это тепло внесли территории Уральского, Сибирского и севера Дальневосточного федеральных округов
Май	На значительной территории России май был не только теплым, но и сопровождался обильными осадками (в Иркутской области суммы осадков за месяц в 1,5–3,0 раза выше климатической нормы)
Июнь	В Сибири и Якутии местами прошли снегопады
Июль	Рекордное количество осадков в Дальневосточном федеральном округе, которые вызвали сильные паводки на реках (только в Амурской области ущерб составил более 500 млн руб.)
Август	Рекордное количество осадков в Дальневосточном федеральном округе (экономический ущерб оценивается уже миллиардами рублей). Иркутская область – засушливые условия (менее половины месячной нормы осадков)
Сентябрь	На территории России в целом самый холодный в XXI столетии. Но в Иркутской области, Забайкалье и на юге Западной Сибири зафиксированы новые суточные максимумы температур
Октябрь	Средняя температура всего Северного полушария в числе десяти самых теплых за последние 123 года
Ноябрь	Один из самых теплых в России (ноябрь в Иркутске был аномально теплым, на 6–8°C теплее, чем обычно)
Декабрь	3 декабря в Иркутске отмечался дождь и гроза впервые за период инструментальных наблюдений

Особый интерес для исследования представляет огромное по масштабам внезапное стратосферное потепление, которое наблюдалось в полярных широтах Северного полушария в январе 2013 г. и привело к глобальной перестройке атмосферной циркуляции. На территорию Иркутской области в январе и в феврале длительное время осуществлялись вторжения холодных арктических воздушных масс, что привело к формированию отрицательных аномалий температур. В результате февраль 2013 г. оказался одним из самых холодных за последние десятилетия в г. Иркутске.

Другое, не менее интересное событие отмечалось в г. Иркутске в ноябре 2013 г. Следует указать, что этот месяц оказался самым теплым на территории России за всю историю регулярных метеорологических наблюдений с 1891 г. В г. Иркутске 3 ноября 2013 г. был зарегистрирован абсолютный температурный рекорд, который составил  $+14,4$  °С. Для сравнения: предыдущий температурный рекорд составил  $+14,1$  °С и отмечался в ноябре 1932 г. [33]. Причиной положительных аномалий температур в ноябре 2013 г. явился интенсивный перенос теплого воздуха с Атлантики в теплых секторах циклонов (рис. 2), что привело к значительному ослаблению Азиатского антициклона.

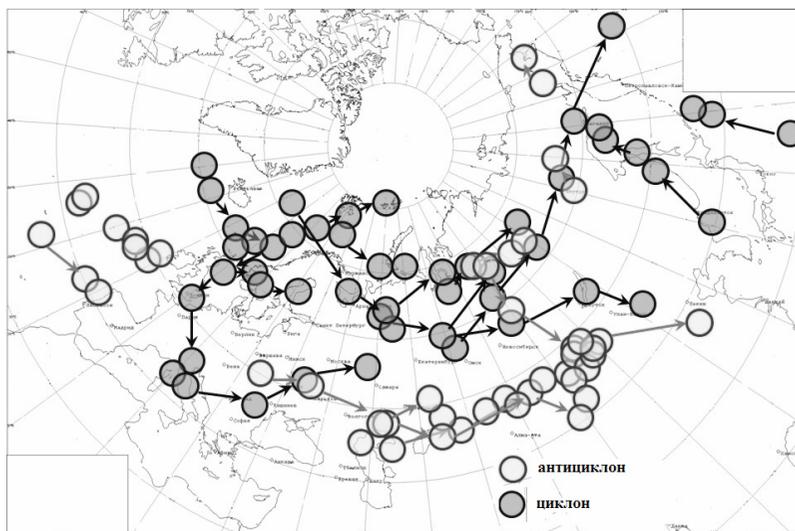


Рис. 2. Траектории смещения циклонов и антициклонов у поверхности Земли в ноябре 2013 г. над северной Евразией

Кроме того, теплые воздушные массы поступали в южные районы Иркутской области в зоне струйных течений, которые имели значительные скорости и смещались с запада и юго-запада в наш регион (рис. 3).

Естественно, что длительный вынос теплого и богатого по абсолютному влагосодержанию воздуха оказал существенное влияние на формирование другого чрезвычайно редкого атмосферного явления – зимней грозы. Она отмечалась в г. Иркутске 3 декабря 2013 г. впервые за историю регулярных метеорологических наблюдений. До этого времени зимняя гроза отмечалась всего один раз – в январе 1932 г. [33].

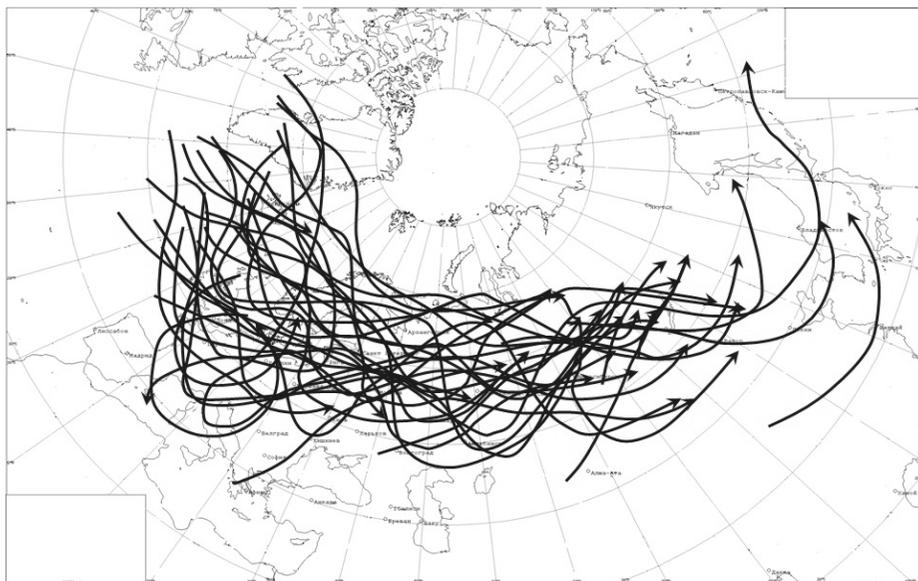


Рис. 3. Траектории струйных течений на АТ-300 гПа (9 км) в ноябре 2013 г. над Евразией

Как показал анализ синоптических карт, зимняя гроза в г. Иркутске отмечалась при прохождении динамически значимого холодного фронта южного циклона, который возник как волновое возмущение над Казахстаном и в дальнейшем с юго-западными потоками смещался на юг Прибайкалья (рис. 4).

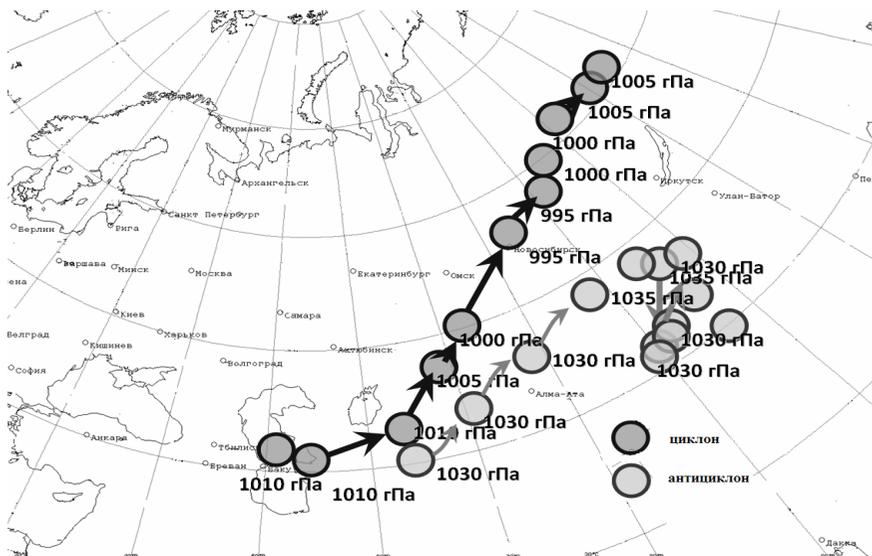


Рис. 4. Траектории движения и значения давления в центре циклонов и антициклонов с момента образования южного циклона и до момента начала грозы 03.12.2013

В дальнейшем были выявлены факторы, которые привели к возникновению зимней грозы. Наряду с адвективно-динамическими факторами, которые проявлялись в интенсивном вытеснении теплого воздуха вдоль линии холодного фронта при адвекции арктического воздуха, важная роль принадлежит вихревой составляющей. Вихревая составляющая проявлялась прежде всего в наличии сильных, с большим вертикальным сдвигом юго-западных ветров в средней и верхней тропосфере, а также в наличии мощного струйного течения вблизи тропопаузы и струйного течения на нижних уровнях тропосферы. Одно из главных условий зимней грозы носит мезомасштабный характер. Это неоднородная горизонтальная адвекция температуры по высотам и наличие задерживающего слоя выше пограничного, вследствие чего образование мощных кучево-дождевых облаков и грозы в районе г. Иркутска происходило взрывным образом.

Особо следует выделить те процессы, которые явились своего рода неким спусковым механизмом в образовании зимней грозы. Прежде всего, это длительное время предшествующий прогрев и влияние крупного промышленного центра – г. Иркутска, где в условиях аномально прогретого воздуха в пограничном слое происходило взаимодействие крупномасштабного горизонтального потока на фронте с мелкомасштабным конвективным вертикальным потоком. Кроме того, ускорению фронтального циклогенеза и, как следствие, интенсивному вытеснению теплого воздуха холодным по типу термически прямой циркуляции в зоне холодного динамически значимого атмосферного фронта способствовал так называемый прорыв динамической тропопаузы [5].

В заключении продемонстрируем сравнительно недавно наблюдавшееся погодное явление – сильный снегопад 16 марта 2014 г. в г. Иркутске, когда количество выпавшего снега составило 10 см. Горизонтальная дальность видимости понижалась до градаций 400 м, снегопад сопровождался северо-западным ветром до 13 м/с. Снегопад наблюдался на северной периферии южного циклона, как известно, обладающим огромными запасами потенциальной энергии, которые реализовались в развитии термически прямой циркуляции в зоне взаимодействия циклонического и антициклонического вихрей. Длительность выпадения атмосферных осадков определялась наличием блокирующих процессов с востока и взаимообменом кинетической энергией со струйным течением на высотах. На наличие мезомасштабных вихрей в системе циклона указывает подковообразный характер облачности на космических снимках (рис. 5), описанный ранее в работе [5].

### **Заключение**

Таким образом, 2013 г. характеризуется как аномальный в развитии погодных условий в большинстве регионов России, включая Иркутскую область.

Одной из причин этого является аномальное развитие форм циркуляции, в частности преобладание блокирующих процессов, что, в свою очередь было связано с аномальным нагревом поверхности океана, которое наблюдалось на севере Атлантики и Тихого океана, т. е. в тех районах, где активно зарождаются циклоны.

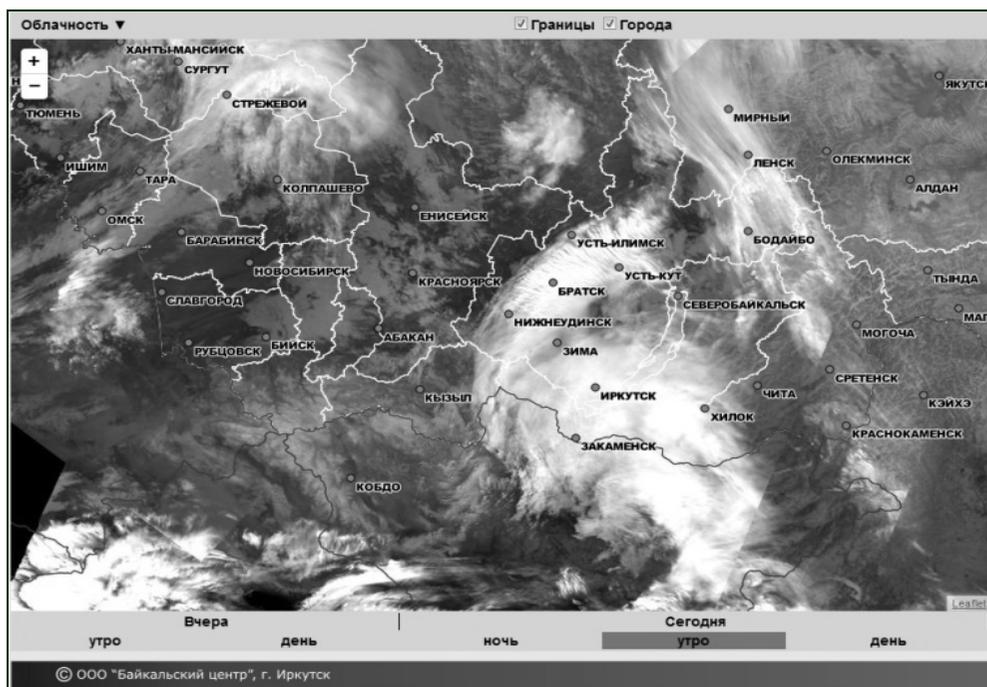


Рис. 5. Космический снимок 16.03.2013 [32]

Возможно, что наряду с циркуляционными факторами в возникновении погодных аномалий проявлялось влияние и других причин, так как изменения климата обусловлены широким спектром как внешних, так и внутренних климатообразующих факторов.

Учитывая, что начиная с 1998 г. происходит быстрый рост продолжительности блокирующих процессов, причем преимущественно на континентах зимой и летом, следует ожидать увеличения повторяемости опасных и крайне редких явлений погоды на территории Иркутской области и г. Иркутска и заниматься активным поиском причин их возникновения с целью заблаговременного прогноза и минимизации экономических потерь, связанных с ними.

### Список литературы

1. Андреева Е. С. Вероятностно-географический метод прогнозирования рисков возникновения сильных ветров для равнин юга России / Е. С. Андреева // Естеств. и техн. науки. – 2008. – № 4. – С. 217 – 221.
2. Анисимов О. А. Оценка влияния изменения климата и деградации вечной мерзлоты на инфраструктуру в северных регионах России / О. А. Анисимов, М. А. Белолуцкая // Метеорология и гидрология. – 2002. – № 6. – С. 15–22.
3. Бедрицкий А. И. Опасные гидрометеорологические явления и их влияние на экономику России / А. И. Бедрицкий, А. А. Коршунов, М. З. Шаймарданов // Обнинск : Изд-во ВНИИГМИ-МЦД, 2001. – ЛР № 040780. – 36 с.

4. Васильев А. А. Смерчи 9 июня 1984 г. / А. А. Васильев, Б. Е. Песков, А. И. Снитковский. – Л. : Гидрометеиздат, 1985 – 78 с.
5. Вельтищев Н. Ф. Мезометеорология и краткосрочное прогнозирование / Н. Ф. Вельтищев // ВМО №701. – 1988. – С. 8–45.
6. Вестник погоды. – СПб. : Тип. Император. Акад. наук, 1894. – № 12. – 46 с.
7. Вильфанд Р. М. Современные направления прогнозирования экстремальных гидрометеорологических явлений различного масштаба / Р. М. Вильфанд // Тез. пленар. докл. Междунар. конф. по проблемам гидрометеорологической безопасности. 26–29 сентября 2006 г. – М. : Росгидромет, 2006. – С. 15–19.
8. Вильфанд Р. М. Мезомасштабный краткосрочный прогноз погоды в Гидрометцентре России на примере COSMO-RU / Р. М. Вильфанд, Г. С. Ривин, И. А. Розинкина // Метеорология и гидрология. – 2010. – № 1. – С. 5–17.
9. Вознячук Л. П. Материалы к изучению смерчей на территории Белоруссии / Л. П. Вознячук // Учен. зап. Белорус. гос. ун-та, сер. геол.-геогр. – 1954. – Вып. 21. – С. 47–53.
10. Груза Г. В. Статистический анализ сезонных индексов блокирования в Северном полушарии / Э. Я. Ранькова, Л. К. Клещенко, Л. Н. Аристова // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. – 2003. – Вып. 171. – С. 127–150.
11. Груза Г. В. Климатический мониторинг процессов блокирования западного переноса в Северном полушарии / Г. В. Груза, Л. В. Коровкина // Метеорология и гидрология. – 1991. – № 8. – С. 1–17.
12. О характере и причинах изменений климата Земли / З. М. Гудкович, В. П. Карлин, В. М. Смоляницкий, И. Е. Фролов // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2009. – № 1 (81). – С. 15–23.
13. Чувствительность климатической системы к малым внешним воздействиям / Е. М. Дымников, В. Я. Володин, А. В. Галин, А. С. Глазунов, Н. А. Грицун, В. Н. Дианский, В. П. Лыкосов // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 4. – С. 77–91.
14. Изменения глобального климата. Роль антропогенных воздействий / Ю. А. Израэль, Г. В. Груза, В. М. Катцов, В. П. Мелешко // Метеорология и гидрология. – 2001. – № 5. – С. 5–21.
15. Карлин Л. Н. Управление экологическими рисками / Л. Н. Карлин, В. М. Абрамов. – СПб., 2006. – 69 с.
16. Катцов В. М. Современные приоритеты фундаментальных исследований климата / В. М. Катцов, В. П. Мелешко // Тр. ГГО им. А. И. Воейкова. – 2008. – Вып. 557. – С. 3–19.
17. Кононова Н. К. Многолетние колебания дат начала и продолжительности циркуляционных сезонов внетропических широт Северного полушария / Н. К. Кононова, Л. В. Хмелевская // Изв. РАН, сер. геогр. – 2011. – № 3. – С. 43–62.
18. Мартынова Ю. В. Эволюция шторм-треков под влиянием глобальных климатических изменений / Ю. В. Мартынова, В. Н. Крупчатников // Климатология и гляциология Сибири : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Томск, 16–20 окт. 2012 г. / под общ. ред. В. П. Горбатенко, В. В. Севастьянова. – Томск : Изд-во ЦНТИ, 2012. – 326 с.
19. Нестеров Е. С. О фазах североатлантического колебания / Е. С. Нестеров // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 1. – С. 64–74.
20. Неушкин А. И. Опасные природные гидрометеорологические явления в федеральных округах Европейской части России / А. И. Неушкин, А. Т. Санина, Т. Б. Иванова // Справочная монография. – Обнинск, 2008. – С. 311.

21. Осипов В. И. Природные катастрофы на рубеже XX века / В. И. Осипов // Вестн. РАН. – 2001. – Т. 71, № 4. – С. 291–302.
22. Руководящий документ. РД 52.88.699–2008. «Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновения опасных природных явлений». – М., 2008. – С. 12–71.
23. Система прогноза опасных метеорологических явлений для Мурманской области на базе региональной гидродинамической модели / К. Г. Рубинштейн, Р. Ю. Игнатов, В. И. Бычкова, М. В. Ширяев, Т. С. Чекулаева // Погода и климат: новые методы и технологии исследований (к 50-летию гос. кафедры метеорологии и охраны атмосферы в Перм. гос. ун-те). – Пермь, 2010. – С. 30–34.
24. Сопряженность холодных и теплых зим с засушливостью и увлажнением летом по семи регионам ЕТР / В. П. Садоков, А. И. Неушкин, В. Ф. Козельцева, Н. Н. Кузнецова // Тр. Гидрометцентра РФ. – 2008. – Вып. 342. – С. 37–44.
25. Туноголовец В. П. Смерчи во Владивостоке 20 сентября 1997 г. / В. П. Туноголовец, Т. Д. Михайленко // Метеорология и гидрология. – 1997. – № 6. – № 11. – С. 5–18.
26. Шакина Н. П. Блокирующие антициклоны: современное состояние исследований и прогнозирования / Н. П. Шакина, А. Р. Иванова // Метеорология и гидрология. – 2010. – № 11. – С. 5–18.
27. Шерстюков Б. Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата / А. Б. Шерстюков – Обнинск : ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2008. – 246 с.
28. URL: [climate\\_casia.pdf](#)
29. URL: <http://meteocenter.net/meteolib/tskiev.htm>
30. URL: <http://www.meteorf.ru/>
31. URL: <http://www.meteoinfo.r>
32. URL: [www.planet.iitp.ru](http://www.planet.iitp.ru)
33. URL: [http://www.irmeteo.ru/?ref=m\\_history](http://www.irmeteo.ru/?ref=m_history)

## Abnormal weather conditions in the region of Irkutsk in 2013/2014 years

I. V. Latysheva, K. A. Loshchenko, E. V. Shahaeva, G. S. Smetanin

**Abstract.** The paper discusses the circulation characteristics abnormal weather phenomena, in Irkutsk in 2013/2014 years. Described synoptic conditions waves of heat and cold, formation heavy snow and winter storms.

**Keywords:** climate, atmospheric circulation, thunderstorms, snowfall.

*Латышева Инна Валентиновна*  
кандидат географических наук, доцент  
Иркутский государственный университет  
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
тел.: (3952) 52–10–94

*Latysheva Inna Valentinovna*  
Candidate of Sciences (Geography),  
Associate Professor  
Irkutsk State University  
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003  
tel.: (3952) 52–10–94

*Лощенко Кристина Анатольевна*  
*аспирант*  
*Иркутский государственный университет*  
*664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1*  
*тел.: (3952) 52–10–94*

*Loshenko Kristina Anatol'evna*  
*Postgraduate*  
*Irkutsk State University*  
*1, K. Marx st., Irkutsk, 664003*  
*tel.: (3952) 52–10–94*

*Шахаева Елена Викторовна*  
*аспирант*  
*Иркутский государственный университет*  
*664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1*  
*тел.: (3952) 52–10–94*

*Shahaeva Elena Viktorovna*  
*Postgraduate*  
*Irkutsk State University*  
*1, K. Marx st., Irkutsk, 664003*  
*tel.: (3952) 52–10–94*

*Сметанин Геннадий Сергеевич*  
*студент*  
*Иркутский государственный университет*  
*664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1*  
*тел.: (3952) 52–10–94*

*Smetanin Gennady Sergeevich*  
*Student*  
*Irkutsk State University*  
*1, K. Marx st., Irkutsk, 664003*  
*tel.: (3952) 52–10–94*