

УДК 581.9

А.В. Шумихина

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ МОРОЗЫ В ИЖЕВСКЕ В XX–XXI СТОЛЕТИЯХ

Рассмотрен климатический ряд ежедневных значений максимальных и минимальных температур воздуха с 1933 г. по 2013 г. в городе Ижевске. Рассчитаны основные характеристики распределения этих температур, а также изучены взаимосвязи между экстремальными морозами и синоптическими ситуациями, при которых они наблюдались. Выявилось, что морозы с температурой воздуха ниже -20°C встречаются в Ижевске каждый год со средней повторяемостью 10 раз в месяц, максимальная повторяемость принадлежит январю. За последние десятилетия существует тенденция к уменьшению повторяемости морозных дней. Наиболее экстремальные морозы наблюдаются при длительных волнах холода при ультраполярном вторжении арктического воздуха. В последние десятилетия продолжительность волн холода уменьшилась, поэтому их абсолютные минимумы не достигают рекордных значений, зафиксированных в более ранние периоды.

Ключевые слова: климат, изменения климата, температура воздуха, экстремальные температуры воздуха, синоптика, метеорология.

В последние десятилетия происходят существенные климатические изменения, как в глобальном, так и региональном масштабе, приводящие к заметным природным и социально-экономическим последствиям, что нашло свое отражение в опубликованных в 2013–2014 гг. Оценочных докладах МГЭИК и Росгидромета, в ряде научных публикаций [1–4].

Целью данной статьи является изучение повторяемости, динамики и интенсивности экстремальных морозов в г. Ижевске в период 1933–2013 гг. на фоне происходящих региональных изменений температурного режима, который, как известно, формируется под влиянием как макромасштабных, так и местных факторов.

Материалы и методы исследований

В качестве исходных данных послужили метеорологические наблюдения с 1933 г. по 2013 г. на станции Ижевск (80 лет). Анализировались климатические ряды среднесуточной температуры воздуха, максимальной и минимальной температур.

Результаты и их обсуждение

1. Повторяемость экстремальных морозов. На режим минимальной температуры в большей степени, чем на среднюю месячную температуру воздуха, оказывают влияние особенности местоположения станции (характер рельефа, близость больших водоемов, микроклиматические особенности подстилающей поверхности и т. д.) [5].

Морозы в Ижевске – довольно характерное и часто встречающееся явление в холодный период.

Дни с минимальной температурой воздуха -20°C и ниже наблюдаются в Ижевске с октября по апрель. Самая ранняя дата морозов, зафиксированная 31 октября 1976 г. ($-22,9^{\circ}\text{C}$), наблюдалась в условиях затока арктического холода (-15°C на уровне 850 гПа) в тылу высотной ложбины. Наиболее поздняя дата мороза была зафиксирована 1 апреля 1963 г. ($-23,9^{\circ}\text{C}$), причиной стал низкий холодный антициклон, в восточной периферии которого находился Ижевск при температуре на уровне 850 гПа в -17°C .

В табл. 1 приведена средняя, максимальная и минимальная повторяемость дней с минимальной температурой воздуха ниже -20 , -25 , -30 и -35°C и количество лет, в которые они происходили.

Морозы с температурой -20°C и ниже возникают в зимние месяцы довольно часто – в среднем 8–11 раз в месяц. В ноябре и марте они являются уже более редким явлением со средней повторяемостью 2–3 раза в месяц – комплекс синоптических условий для их возникновения значительно сокращается.

Максимальная повторяемость сильных морозов с температурой -25°C и ниже принадлежит январю; в переходные месяцы ноябрь и март они встречаются в среднем лишь 1 раз в месяц и наблюдались лишь в 21–24 случаях из 80 лет.

Морозы в -30°C и ниже наблюдались в Ижевске сравнительно редко. В январе это явление в среднем многолетнем происходит один раз в два года, средняя их повторяемость в январе – 2 раза.

Экстремальные морозы в -35°C – очень редкое явление, они фиксируются лишь в зимние месяцы. Их максимальная повторяемость принадлежит январю и февралю – 7 дней в месяц.

Таблица 1

Повторяемость минимальных температур и количество лет с данными температурами

Месяц	< -20°C				< -25°C				< -30°C				< -35°C			
	Кол-во лет	Сред. повторяемость	Макс. повт.	Год с макс. повт.	Кол-во лет	Сред. повторяемость	Макс. повт.	Год с макс. повт.	Кол-во лет	Сред. повторяемость	Макс. повт.	Год с макс. повт.	Кол-во лет	Сред. повторяемость	Макс. повт.	Год с макс. повт.
Ноябрь	50	2,1	10	1957	21	0,5	6	1957	3	0,04	1		–	–	–	–
Декабрь	75	7,7	27	1955	54	3,2	18	1955	24	0,9	9	1955	12	0,2	3	1958, 1968
Январь	79	11,0	26	1969	69	5,5	24	1972	45	2,3	13	1972	19	0,7	7	1942, 1969
Февраль	77	9,1	24	1954	67	4,1	15	1954	37	1,3	7	1954, 1976, 1994	16	0,3	7	1976
Март	50	2,7	13	1942	25	0,8	6	1942, 1983	8	0,1	1		–	–	–	–

2. Описание синоптических условий экстремальных морозов. Сильные морозы обусловлены развитием в зимний период меридиональной формы циркуляции. Можно выделить 4 основных типа синоптических ситуаций, с которыми связаны интенсивные волны холода в зимний период на территории Уральского Прикамья [6]:

- ультраполярные вторжения – вхождение низких холодных антициклонов или гребней с Карского моря на фоне глубокого циклона на изобарической поверхности 500 гПа, с центром в районе Полярного Урала или Обской губы;

- северные и северо-западные вторжения – смещение холодного антициклона с северо-запада, на фоне глубокого высотного циклона с центром в районе Полярного Урала или Обской губы;

- длительное стационарирование высокого холодного циклона над Поволжьем или Уралом;

- стационарирование блокирующего высокого антициклона (обычно сибирского происхождения).

Анализируя карты реанализа на сайте <http://www1.wetter3.de/Archiv/>, можно отметить, что экстремальные морозы с минимальной температурой воздуха ниже -35°C чаще всего наблюдаются в Ижевске в тылу глубоких высотных ложбин при затоке арктического сухого воздуха – при так называемых ультраполярных вторжениях. Притом именно в этих случаях наблюдаются наиболее длительные периоды морозной погоды. Влияние подобных синоптических условий в течение нескольких дней способствует наиболее сильным понижениям температуры воздуха – до -40°C и ниже. Ветер в приземном слое при этом чаще всего наблюдается северных и восточных направлений.

Температура воздуха на поверхности АТ-850 гПа в случаях с экстремальными морозами с температурой у земли ниже -35°C варьировалась от -15°C до -35°C , давление у земли составляло от 1005 до 1055 гПа. Экстремальные морозы наблюдались при наличии на поверхности АТ-500 гПа глубокой ложбины (488–544 гп. дам).

Абсолютный минимум -47°C , зафиксированный в Ижевске за всю историю наблюдений, произошёл 31 декабря 1978 г. Синоптические условия, наблюдавшиеся при этом: ультраполярное вторжение, ось гребня на восточной периферии усиливающегося арктического антициклона с давлением 1030 гПа в центре над северо-западом Восточно-Европейской равнины. Северо-восточный ветер обеспечил поступление более сухого и холодного воздуха с Западно-Сибирской равнины. Давление над Ижевском было около нормы – 1015 гПа. На АТ-500 гПа наблюдалась глубокая ложбина холода (504 гп. дам. над Ижевском) с осью, проходящей над территорией Удмуртской Республики (рис. 1). Температура воздуха на АТ-850 гПа составила над Ижевском -30°C (рис. 2).

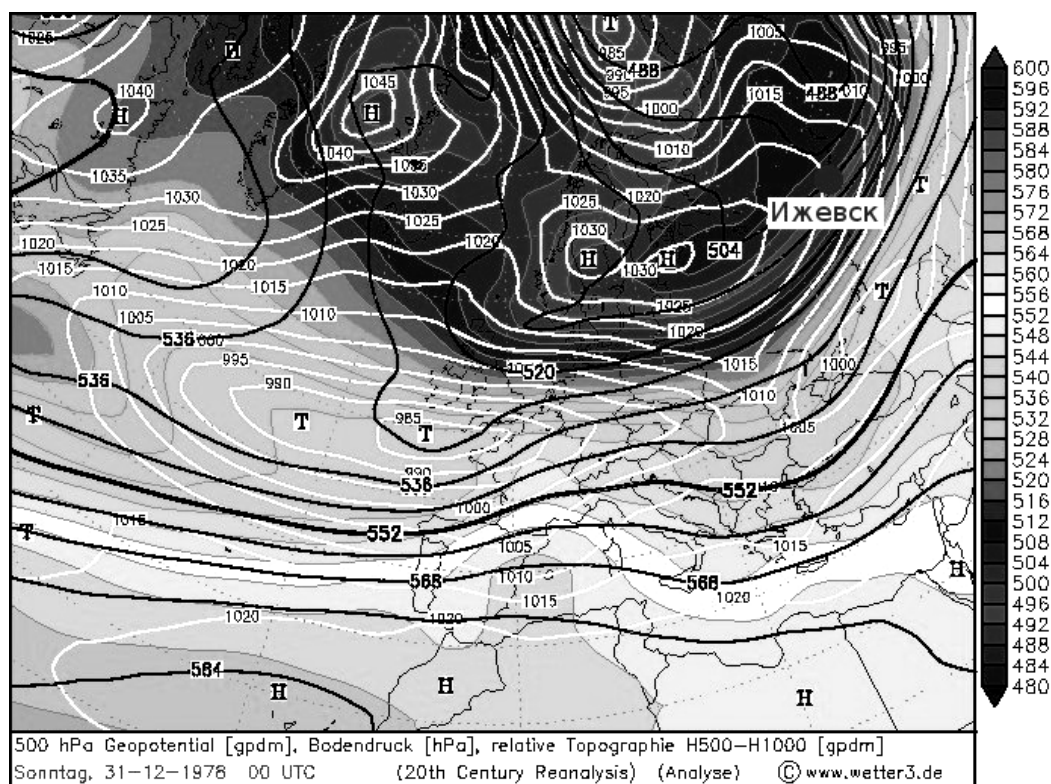


Рис. 1. Барическое поле на АТ-500 гПа и давление воздуха у земли 31 декабря 1978 г. 00ВСВ

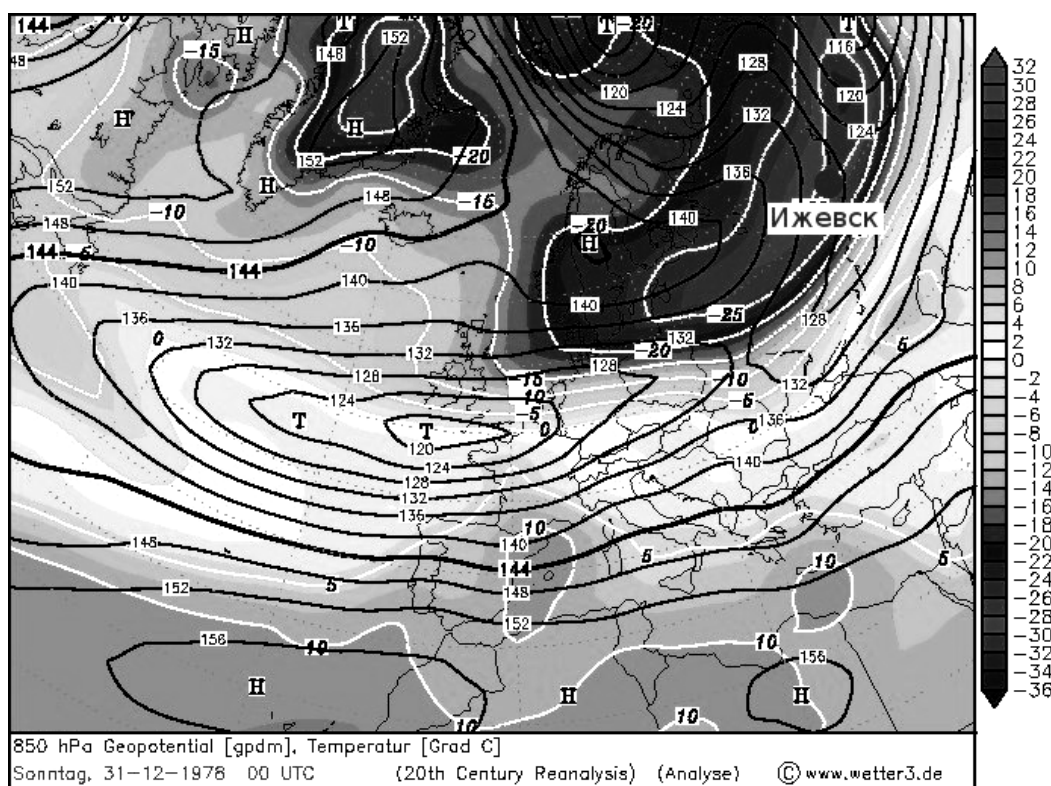


Рис. 2. Температура воздуха на АТ-850 гПа 31 декабря 1978 г. 00ВСВ

Наиболее длительные периоды с морозами -35°C и ниже наблюдались в 1940, 1942 и 1976 гг. Во всех перечисленных случаях длительные морозы происходили в условиях ультраполярных вторжений. Ниже дается описание их синоптической обстановки:

–9–14 января 1940 г., абсолютный минимум $-43,5^{\circ}\text{C}$ (13 января 1940 г.). Период экстремальных морозов длительностью в 6 дней наблюдался на восточной периферии арктического антициклона с центром над европейской территорией России. Давление в центре антициклона достигло 1050 гПа, над Ижевском оно колебалось от 1035 до 1045 гПа. Температура воздуха над Ижевском на АТ-850 составила от -27 до -35°C . Минимальная отметка термометра за этот период отмечена на стадии ослабления антициклона, когда слой инверсии достиг своего максимума (рис. 3 и 4).

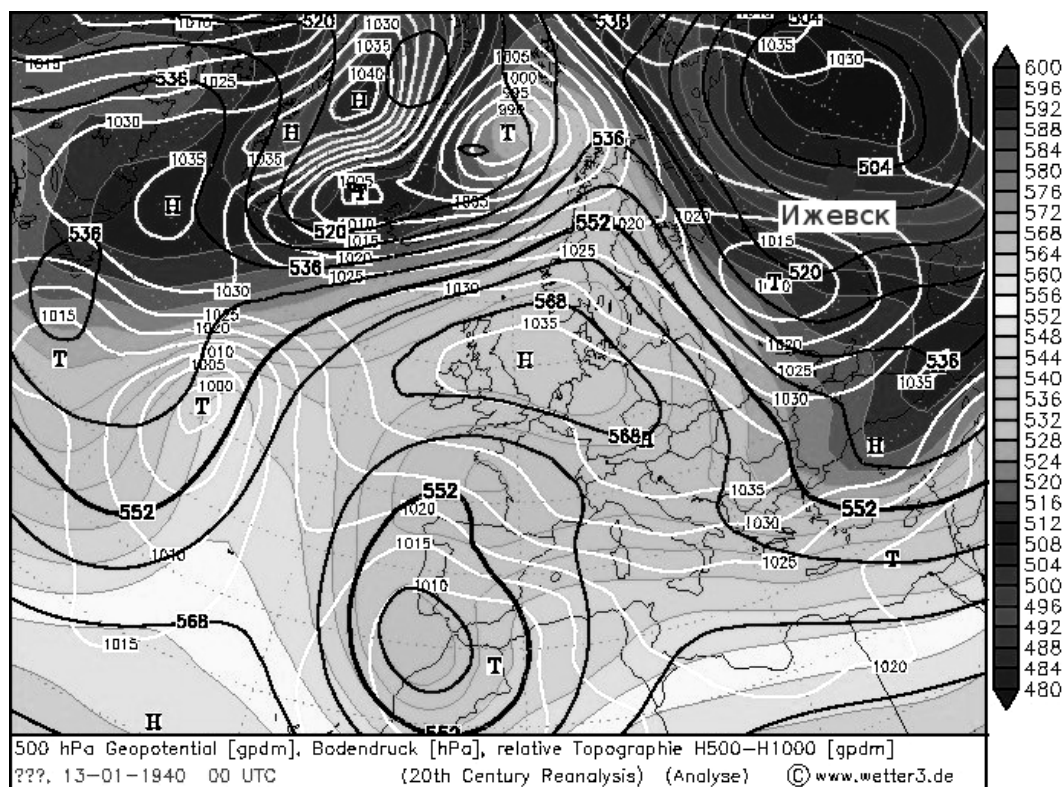


Рис. 3. Барическое поле на АТ-500 гПа и давление воздуха у земли 13 января 1940г. 00UTC

–18–24 января 1942 г., абсолютный минимум $-45,9^{\circ}\text{C}$ (21 января 1942 г.). Сильные морозы в течение 7 дней наблюдались на восточной периферии усиливающегося арктического низкого антициклона с центром над Баренцевым морем. Давление в центре антициклона было более 1045 гПа, над Ижевском оно колебалось от 1025 до 1033 гПа. На АТ-500 гПа наблюдался высотный циклон с центром над Ижевском и геопотенциалом до 504 гп. дам. Температура воздуха на АТ-850 гПа варьировалась над Ижевском от -28 до -32°C . Абсолютный минимум температуры $-45,9^{\circ}\text{C}$ был отмечен 21 января на стадии максимального развития антициклона. В дальнейшие дни с уменьшением давления и ослаблением высотной ложбины холода морозы начали ослабевать. В течение всего морозного периода наблюдался северо-восточный и восточный ветер.

–4–10 февраля 1976 г., абсолютный минимум $-44,0^{\circ}\text{C}$ (10 февраля 1976 г.). Сильные морозы наблюдались в течение 7 дней в тылу высотного циклона, в условиях усиления низкого арктического антициклона с центром над северо-западом Восточно-Европейской равнины. Максимальное давление в центре антициклона достигало 1035 гПа. Давление над Ижевском росло с 1016 до 1037 гПа. На АТ-500 гПа наблюдался высотный циклон с центром севернее Ижевска и геопотенциалом над Ижевском 504 гп. дам. Температура воздуха на АТ-850 гПа колебалась от -26 до -35°C . Ветер преобладал северной четверти. Абсолютный минимум периода был зафиксирован 10 февраля в центре антициклона с давлением 1035 гПа, в условиях тихой безветренной погоды, при нисходящих потоках, усиливающих инверсию в приземном слое.

Продолжительные морозные периоды с минимальной температурой менее -35°C в течение 4 и более дней возникали в Ижевске до 1990-х годов в среднем многолетнем раз в пять лет, в последние десятилетия они практически не наблюдаются, их продолжительность не превышает 1–2 дня.

Синоптические причины морозов ниже -35°C в период с 1990 года представлены в табл. 2.

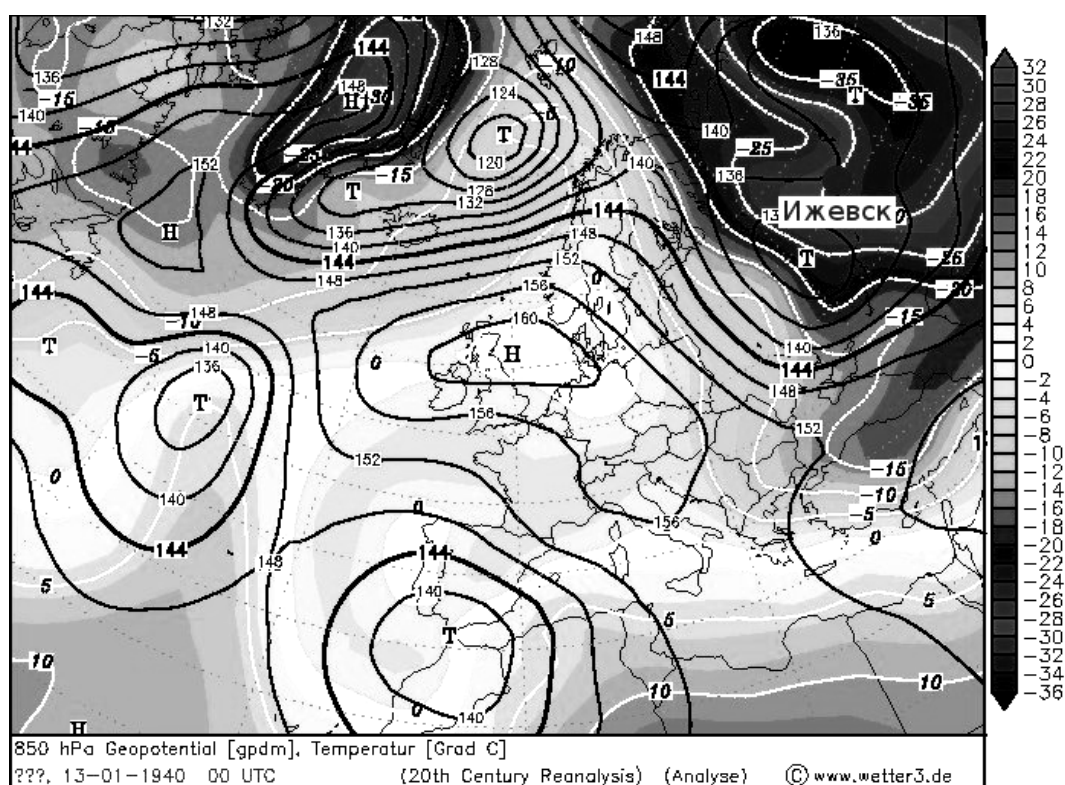


Рис. 4. Температура воздуха на АТ-850 гПа 13 января 1940 г. 00ВСВ

Таблица 2

Синоптическая ситуация, при которой наблюдались морозы с температурой ниже -35°C в период 1990-2013 гг.

Даты	Абсолютный минимум, $^{\circ}\text{C}$	Синоптическая ситуация	Давление, гПа	Температура на АТ-850, $^{\circ}\text{C}$	Геопотенциал на АТ-500, гп. дам
29.01.1991	-35,4	Ультраполярное вторжение	1022	-25	508
11-12.02.1994	-37,5	Ультраполярное вторжение	1030	-26	510
24.12.1995	-35,7	Гребень сибирского антициклона	1020	-20	512
08.01.1997	-35,2	Гребень сибирского антициклона	1013	-20	508
29-30.12.2002	-38,8	Стационарный высотный циклон над Поволжьем	1025	-25	528
16-17, 20.01.2006	-37,1	Ультраполярное вторжение	1015-1035	-35	520
16-17.12.2009	-38,8	Ультраполярное вторжение	1025-1030	-27	510
21.02.2010	-35,3	Низкий антициклон с северо-запада	1022	-20	526

В табл. 3 указаны абсолютные экстремумы и самая низкая среднесуточная температура воздуха, зафиксированная в Ижевске. Несмотря на то что самым холодным месяцем является январь – как по средним показателям, так и по повторяемости экстремальных морозов, – абсолютные минимумы максимальной, минимальной и среднесуточной температуры воздуха принадлежат 31 декабря 1978 г.

Таблица 3

Абсолютные экстремумы температур воздуха в г. Ижевске (°C)

Месяц	Максимальная T		Минимальная T		Средняя T	
	Значение	Дата	Значение	Дата	Значение	Дата
Декабрь	–42,0	31.12.1978	–47,0	31.12.1978	–44,4	31.12.1978
Январь	–37,3	21.01.1942	–45,9	21.01.1942	–41,8	21.01.1942
Февраль	–32,2	09.02.1976	–44,0	10.02.1976	–36,4	08.02.1976

3. Межгодовая изменчивость повторяемости температур воздуха ниже -20°C . Изучая межгодовую изменчивость повторяемости температур воздуха ниже -20°C , видно, что с 1944 г. до 1969 г. количество морозных дней увеличивается до 63 случаев в году, после 1969 г. их количество уверенно убывает. Минимум отмечен в 1981, 1990 и 2008 годах – всего 13 случаев в году. В целом тренд имеет отрицательный знак в рассматриваемый период наблюдений – морозных дней становится меньше (рис.5–7).

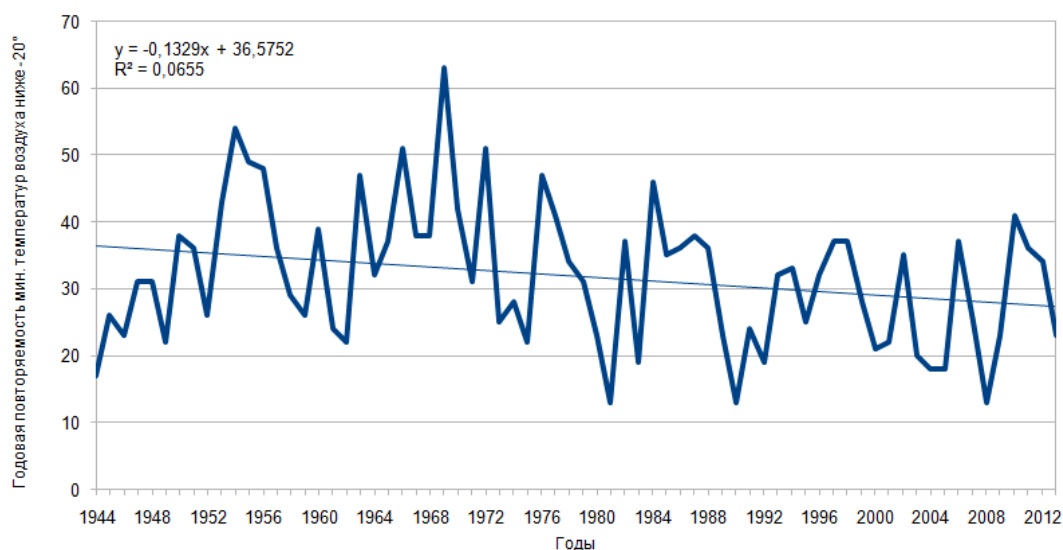


Рис. 5. Межгодовые изменения и линейный тренд повторяемости минимальных температур воздуха ниже -20°C

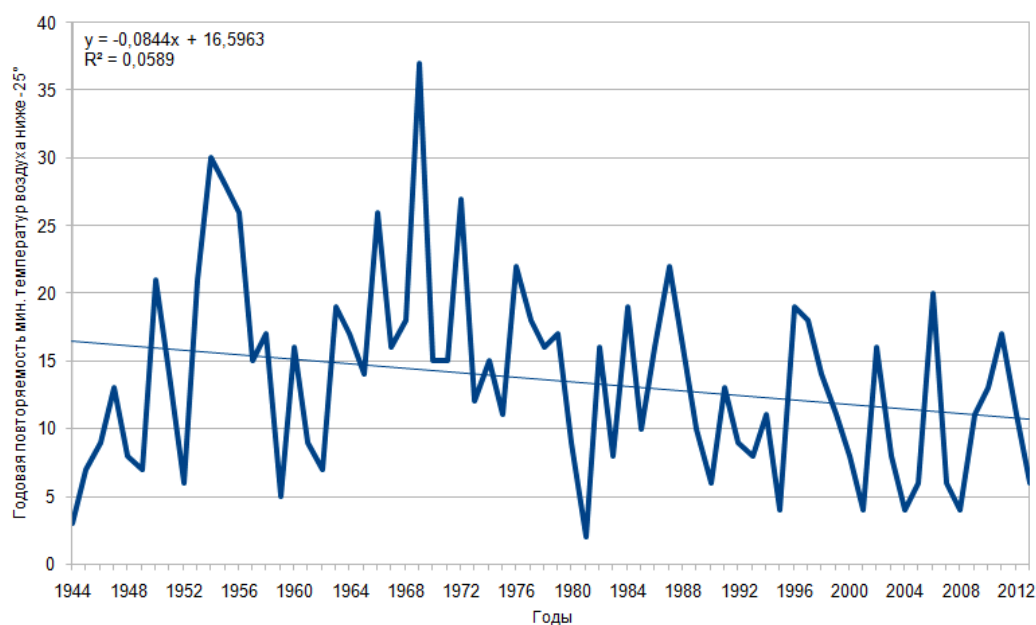


Рис. 6. Межгодовые изменения и линейный тренд повторяемости минимальных температур воздуха ниже -25°C

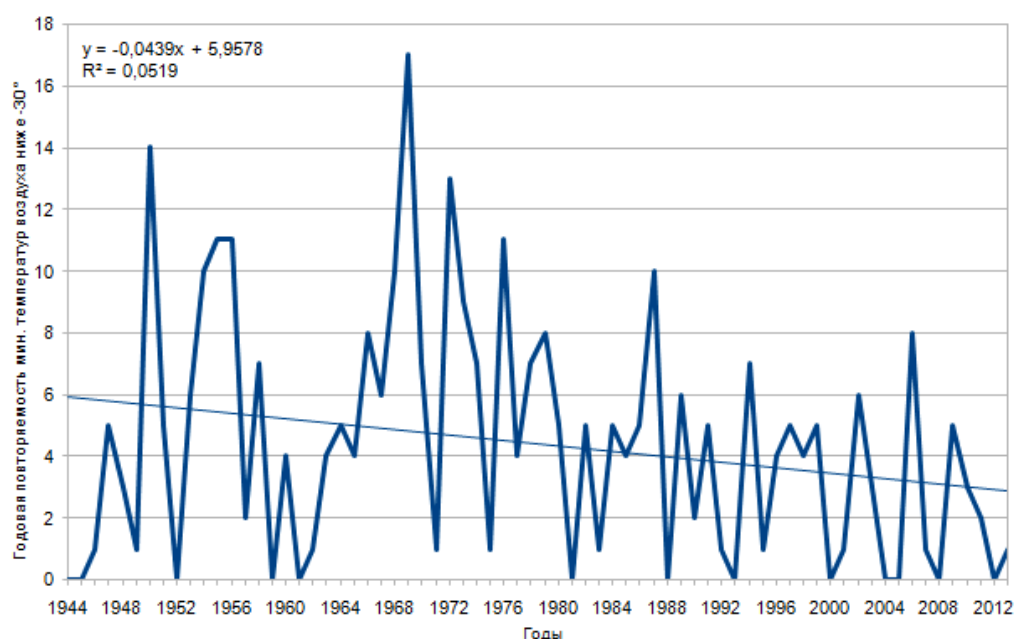


Рис. 7. Межгодовые изменения и линейный тренд повторяемости минимальных температур воздуха ниже -30°C

Для оценки динамики годовой повторяемости морозов можно разбить весь период измерений на 4 интервала по 20 лет. В этом случае средняя повторяемость морозных ночей будет выглядеть следующим образом (табл. 4.):

Таблица 4

Средняя годовая повторяемость минимальных температур по периодам

Годы	$< -20^{\circ}\text{C}$	$< -25^{\circ}\text{C}$	$< -30^{\circ}\text{C}$	$< -35^{\circ}\text{C}$
1933-1952	33	15	5	2
1953-1972	40	19	6	1
1973-1992	30	13	5	1
1993-2013	28	10	3	1

Как и на графиках, в данных таблицы прослеживаются рост повторяемости экстремальных морозов в середине прошлого века и ее спад после 1970-х гг.

Выводы

Результаты анализа повторяемости и динамики экстремальных морозов в г. Ижевске за период с 1933 г. по 2013 г. позволили выявить следующие закономерности:

1. Морозы с температурой воздуха ниже -20°C – частое для Ижевска явление и в зимние месяцы встречается практически каждый год со средней повторяемостью 10 раз в месяц, наиболее частая повторяемость принадлежит январю. Если рассматривать временной ряд, в целом за последние десятилетия наблюдается тенденция к уменьшению повторяемости морозов.

2. Экстремальные морозы от -35°C и ниже встречаются в Ижевске сравнительно редко. Во временном разрезе отмечается уменьшение повторяемости экстремальных морозов со временем.

3. Главные синоптические причины возникновения продолжительных периодов холодной погоды, провоцирующих понижение температуры воздуха ниже -35°C – ультраполярное вторжение – заток арктического холодного воздуха в тылу высотной ложбины.

4. В последние десятилетия продолжительность волн холода уменьшается, поэтому их абсолютные минимумы не достигают рекордных значений, зафиксированных в более ранние периоды.

5. Изучая динамику экстремальных морозов, можно проследить рост их повторяемости в середине прошлого века и ее спад после 1970-х гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Наумов Э.П., Шанталинский К.М. Особенности проявления современного потепления климата в тропосфере Атлантико-Европейского региона // *Метеорология и гидрология*. 2004. № 2. С. 38-47.
2. Переведенцев Ю.П., Гоголь В.Ф., Наумов Э.П., Шанталинский К.М. Глобальные и региональные изменения климата на рубеже XX и XXI столетий // *Вестн. Воронежск. гос. ун-та. Сер. География и геоэкология*. 2007. № 2. С. 5-12.
3. Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Наумов Э.П., Шанталинский К.М. Региональные проявления современного потепления климата в тропостратосфере Северного полушария // *Изв. РАН. Сер. География*. 2005. № 6. С. 6-16.
4. Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М., Важнова Н.А., Наумов Э.П., Шумихина А.В. Изменения климата на территории Приволжского Федерального округа в последние десятилетия и их взаимосвязь с геофизическими факторами // *Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле*. 2012. Вып. 4. С. 122-135.
5. Переведенцев Ю.П., Наумов Э.П., Шанталинский К.М. Климатические условия и ресурсы Удмуртской Республики. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2009. 212 с.
6. Пьянков С.В., Шихов А.Н. Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз. Пермь: Пермский гос. ун-т, 2014. 296 с.

Поступила в редакцию 19.12.14

A.V. Shumikhina

EXTREME FROSTS IN IZHEVSK IN XX–XXI CENTURIES

The paper considers a climatic series containing average, maximum and minimum daily air temperature in the period of 1933–2013 in the city of Izhevsk. The principal parameters of repeatability are calculated, the relationship between extreme frosts and synoptic situation is studied with the help of reanalysis maps. As it turned out, frosts with air temperature below -20°C occur in Izhevsk every year with an average repeatability of 10 times a month, the maximum repeatability belongs to January. The tendency to decrease the frequency of frosty days is observed during the past few decades. The most extreme cold weather is observed at long waves of cold at ultra polar invasion of air. In recent decades, the duration of cold waves decreases, so they do not reach peak values recorded during earlier periods.

Keywords: climate, climate change, air temperature, extreme air temperatures, synoptics, meteorology.

Шумихина Алла Валерьевна,
руководитель группы метеопрогнозов
ФГБУ «Удмуртский ЦГМС»
426068, Россия, г. Ижевск, ул. Сабурова, 25
E-mail: kamb2442@gmail.com

Shumikhina A.V.,
Head of weather forecasts
Udmurt CGMS
Saburova st., 25, Izhevsk, Russia, 426068
E-mail: kamb2442@gmail.com