

где ΔT и ΔR – среднемесячные аномалии температуры воздуха и осадков; σ_T и σ_R – средние квадратические отклонения среднемесячных аномалий ΔT и ΔR .

Значения Wi изменяются в широких пределах. Положительные значения Wi характеризуют теплые и многоснежные месяцы, а отрицательные – холодные и малоснежные месяцы. В нашу задачу входило изучить закономерности поведения экстремальных значений Wi на Европейской территории России (ЕТР).

По данным среднемесячных аномалий температуры воздуха и осадков был построен архив (БД) значений Wi за декабрь, январь и февраль 1949–2008 гг. Эта база данных послужила материалом для настоящего исследования зимних теплых и холодных погодных условий, их повторяемости, характера экстремальности и др. на 17 станциях (рис. 1).

Введение

Предлагаемая работа является предварительным этапом в создании прогностической технологии, в процессе которой будут попытки установить физические факторы, наиболее эффективно способствующие формированию экстремальных погодных условий в зимнее время.

Знание закономерностей распространения по территории и чередования во времени характера погодных условий в зимний период года имеет большое значение для различных отраслей экономики, и прежде всего для сельского хозяйства при планировании его деятельности [2, 3, 4]. Различные организации часто имеют потребность в информации о среднемесячных прогнозах погоды тогда, когда прогнозы еще не составлены. В этом случае справочные климатические данные позволяют получить необходимую информацию.

Исследование погодных условий удобно проводить, пользуясь различными комплексными параметрами. По среднемесячным данным об аномалиях температуры воздуха и осадков в работе [1] предложен параметр Wi , характеризующий погодные условия конкретного зимнего месяца. Параметр Wi вычисляется по формуле:

$$Wi = \frac{\Delta T}{\sigma_T} + \frac{\Delta R}{\sigma_R},$$

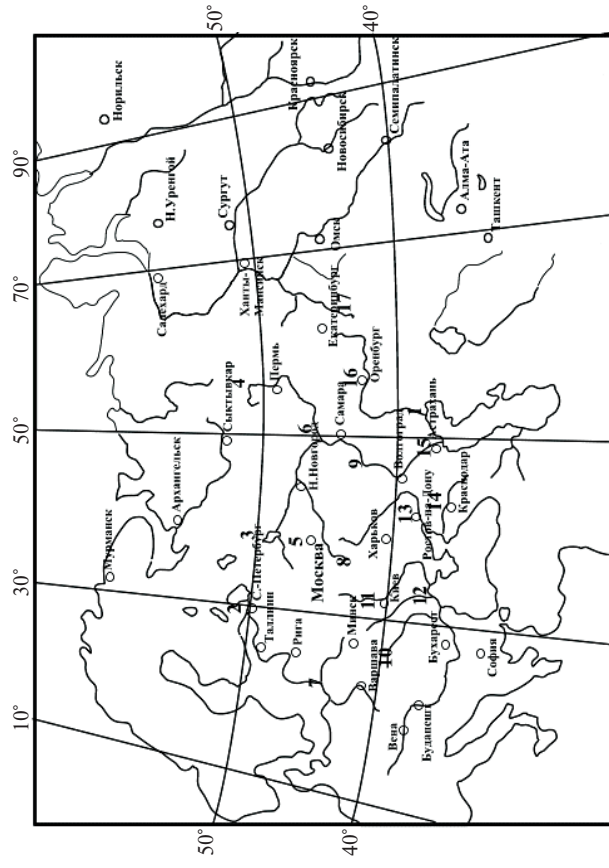


Рис. 1. Схема расположения 17 станций: 1 – Гурьев; 2 – Санкт-Петербург; 3 – Вологда; 4 – Чердынь; 5 – Москва; 6 – Казань; 7 – Вильнюс; 8 – Курск; 9 – Саратов; 10 – Львов; 11 – Киев; 12 – Одесса; 13 – Ростов-на-Дону; 14 – Армавир; 15 – Астрахань; 16 – Оренбург; 17 – Кустанай

В.П. Садоков, В.Ф. Козельцева, Н.Н. Кузнецова ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЭКСТРЕМАЛЬНО ТЕПЛЫХ, ХОЛОДНЫХ ЗИМНИХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ И ИХ ОТСУТСТВИЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАЙОНАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

где ΔT и ΔR – среднемесячные аномалии температуры воздуха и осадков; σ_T и σ_R – средние квадратические отклонения среднемесячных аномалий ΔT и ΔR .

Значения Wi изменяются в широких пределах. Положительные значения Wi характеризуют теплые и многоснежные месяцы, а отрицательные – холодные и малоснежные месяцы. В нашу задачу входило изучить закономерности поведения экстремальных значений Wi на Европейской территории России (ЕТР).

По данным среднемесячных аномалий температуры воздуха и осадков был построен архив (БД) значений Wi за декабрь, январь и февраль 1949–2008 гг. Эта база данных послужила материалом для настоящего исследования зимних теплых и холодных погодных условий, их повторяемости, характера экстремальности и др. на 17 станциях (рис. 1).

Особенности экстремальных зимних погодных условий

Анализ данных W_i показал, что к классу случаев (месяцев) с экстремально теплой зимой можно отнести те случаи, когда $W_i \geq 1,5$, а к экстремально холодной — случаи с $W_i \leq -1,5$.

Пространственное распределение абсолютных максимумов W_i , определенных для каждого из зимних месяцев за весь период для каждой станции, представлено на рис. 2 (а–в), которые показывают, что территория, охватывающая область со значениями $|W_i| = 4$ постепенно увеличивается от декабря к февралю. Это говорит о том, что наиболее экстремальным по погодным условиям месяцам является февраль. Число станций с $|W_i| \geq 4$ в этом месяце оказывается равным 9 в центральной части ЕТР.

Число лет в каждом зимнем месяце, когда наблюдались экстремально теплые погодные условия W_i ($W_i \geq 1,5$), показано на рис. 2 (г–е). Пространственное распределение этой величины таково, что выявить какие-то четкие особенности очень трудно. Число лет изменяется от 8 до 18 и сильно разбросано по территории. Есть возможность говорить о районе южного Урала, где во всех трех зимних месяцах наблюдалось наибольшее число лет (более 15) с экстремально теплой погодой. Аналогичная ситуация наблюдается над территорией Украины, но с числом лет менее 10. Вероятно, экстремально теплые погодные условия чаще встречаются в центральном и восточном районах ЕТР.

Аналогичные карты абсолютных минимумов и числа лет с экстремальными W_i построены для холодных зимних условий ($W_i \leq -1,5$) (рис. 3). Эти две характеристики более отчетливо проявляются в декабре над восточной частью центрального района. В январе и феврале абсолютный минимум уменьшается, а число лет с $W_i \leq -1,5$ распределяется по территории неоднородно. Такой характер распределения этих параметров указывает на то, что экстремальные погодные условия больше приходятся на декабрь.

Если сравнивать число лет с $W_i \geq 1,5$ и $W_i \leq -1,5$, то мы видим, что число теплых и нормальных условий погоды преобладало над холодными.

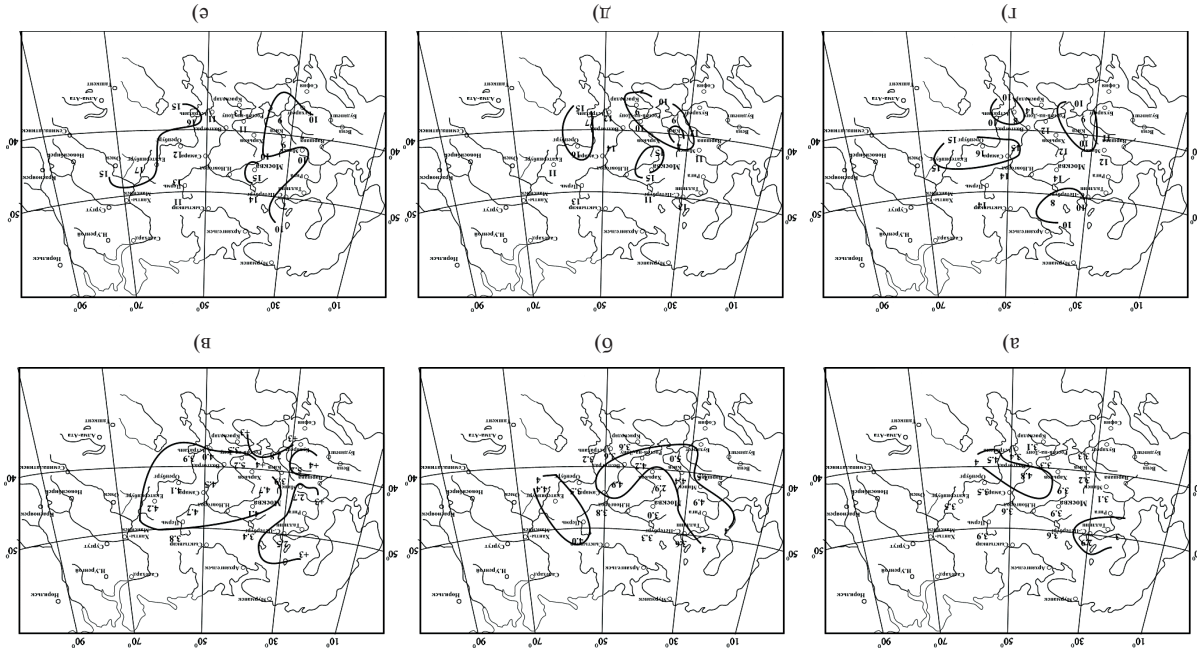


Рис. 2. Абсолютные максимумы W_i за 1949–2008 гг.: декабрь (а); январь (б); февраль (в); число лет с $W_i \geq 1,5$ за 1949–2008 гг.: декабрь (г); январь (д); февраль (е)

Отсутствие экстремальных зимних погодных условий также является полезной информацией.

За период 1949–2008 гг. длительность отсутствия экстремально теплых случаев (рис. 4) колеблется от 6 до 25 лет, сильно варьируя от станции к станции. Отмечено увеличение максимального числа лет отсутствия теплых зимних условий на южных станциях (Киев, Одесса, Ростов-на-Дону, Армавир, Астрахань).

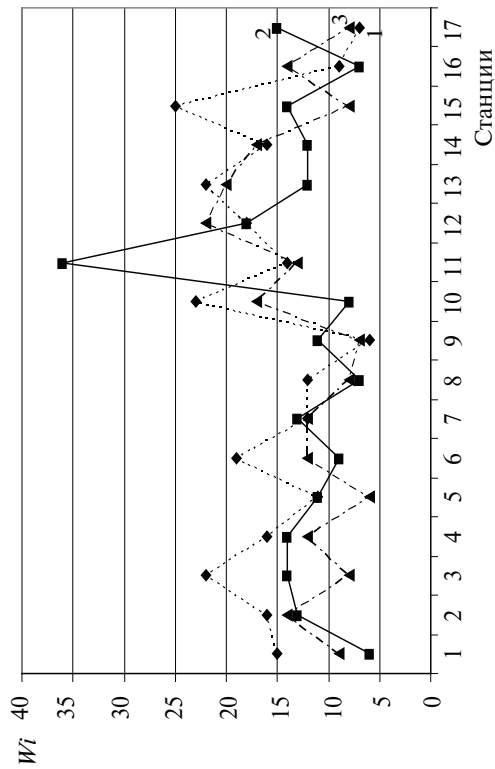
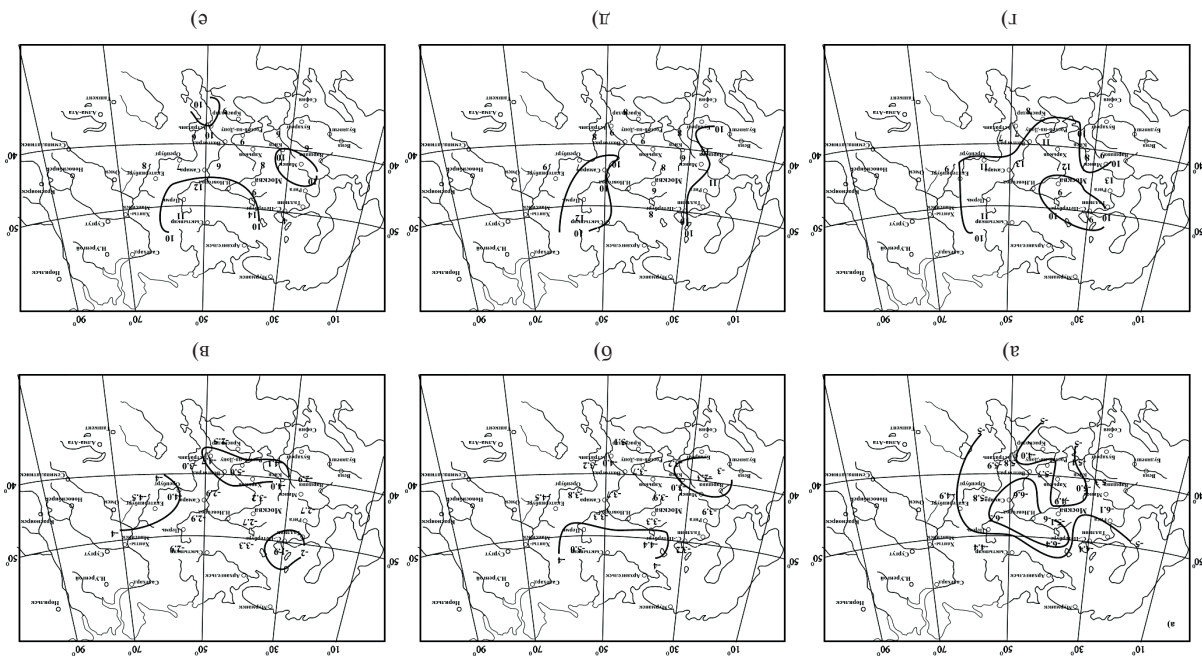


Рис. 4. Максимальное число лет подряд отсутствия $W_i \geq 1,5$ в период 1949–2008 гг.: 1 – декабрь; 2 – январь; 3 – февраль

При рассмотрении экстремально холодных зимних месяцев средние значения числа лет отсутствия этих явлений (рис. 5) оказались на изучаемой территории несколько больше, чем теплых. Так, для декабрь средняя величина отсутствия экстремальных случаев составляет 17 лет, а для января и февраля – 18. При этом наблюдается большая пространственная изменчивость этой характеристики. Диапазон изменения числа лет отсутствия экстремально холодных зимних месяцев колеблется от 7 до 32 лет для различных станций.

Рис. 3. Абсолютные минимумы W_i за 1949–2008 гг.: декабрь (а); январь (б); февраль (в); число лет с $W_i \leq -1,5$ за 1949–2008 гг.: декабрь (г); январь (д); февраль (е)



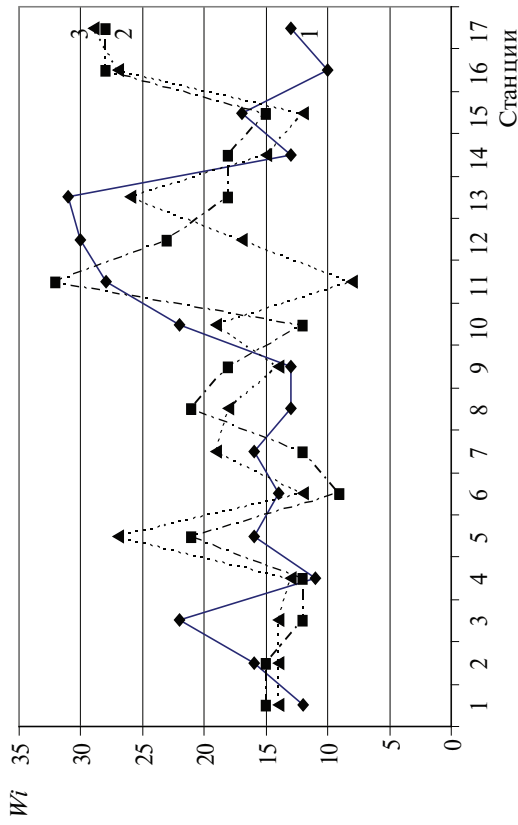


Рис. 5. Максимальное число лет подряд отсутствия $W_i \leq 1,5$ в период 1949–2008 гг.: 1 – декабрь; 2 – январь; 3 – февраль

Повторяемость экстремальных событий и их отсутствие за период 1949–2008 гг.

Разброс экстремальных событий для теплых или холодных зимних месяцев весьма велик, и визуальный анализ не дает возможности выявить какие-либо закономерности.

К выполнению исследования повторяемости, например случаев со значениями $W_i \geq 1,5$ различное число лет подряд, начиная от одного года и кончая четырьмя годами подряд, был проведен анализ параметра W_i по данным специализированной БД.

Анализ проводился для каждой из выбранных станций и каждого зимнего месяца. Этот материал для декабря представлен в табл. 1. В ней для каждой станции определены годы, когда наблюдался экстремально теплый декабрь различное число лет.

Наибольшее число случаев отмечается для повторяемости один год. После чего следует год или несколько лет отсутствия экстремально теплых декаблей. Максимальное число случаев с повторяемостью

Число случаев

Станция	по одному году подряд				по два года подряд				по три года подряд				по четыре года подряд			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Турев	1951	1965	1967	1979	1985	1989										
2. Санкт-Петербург	1949	1960	1965	1983	2000	2006										
3. Вологда	1951	1960	1965	1975	2006											
4. Чердынь	1951	1965	1967	1973	1985	2006										
5. Москва	1960	1993	2000	2005												
6. Казань	1953	1960	1972	1975	1985	1989										
7. Вильнюс	1949	1960	1971	1974	1976	1980	1982	1989	1993	2006						
8. Курск	1960	1974	1976	1989	1993											
9. Саратов	1954	1965	1967	1973	1975	1985	1989	1994	2000	2005						
10. Львов	1958	1960	1971	1973	1993	2008										
11. Киев	1949	1960	1971	1973	1993	2008										
12. Одесса	1949	1960	1969	1976	1990											
13. Ростов	1974	1986														
14. Армавир	1955	1971	2005													
15. Астрахань	1955	1957	2006													
16. Оренбург	1967	1969	1971	1973	1975	1977	1986	1989	1995	2000						
17. Кустанай	1961	1963	1971	1975	1979	1989	1995	2000	2006							

Повторяемость один, два, три, четыре года подряд значений $W_i > 1,5$ на 17 станциях в декабре 1949–2008 гг.

Таблица 1

один год равно 10 (Вильнюс, Саратов, Оренбург). В Кустанае их было девять. На остальных станциях наблюдалось шесть и менее случаев.

Повторяемость два года подряд отмечалась максимум четыре раза (Казань). Основное количество станций имеет по два таких случая, а в Москве, Оренбурге и Кустанае их было три.

Повторяемость три и четыре года подряд оказалась редким событием. Лишь в двух пунктах (Саратов, Ростов-на-Дону) повторяемость в три года подряд наблюдалась дважды. В Вологде, Курске, Львове и Армавире было по одному случаю. В остальных пунктах теплые декабри продолжительностью три года подряд не отмечены. Продолжительность четыре года подряд наблюдалась только на четырех станциях из 17.

В табл. 2 продемонстрировано отсутствие (число лет подряд) теплых декабрей определенное число лет подряд. Максимальное число таких периодов было 14 (Оренбург), а 13 периодов отмечено в Саратове и Кустанае. В каждой клетке этой таблицы в верхней части указано количество лет подряд отсутствия экстремально теплых декабрей, а ниже стоят годы, когда теплые декабри не наблюдались. Продолжительность периодов отсутствия экстремумов довольно сильно меняется. Длительные периоды для большинства станций отмечались после 80-х гг., т.е. в период глобального потепления, когда значения $MI \geq 1,5$ отмечались редко.

В табл. 3 и 4 представлены аналогичные данные отсутствия экстремально холодных декабрей. При анализе табл. 3 обращает на себя внимание тот факт, что повторяемость экстремально холодных декабрей два и более лет подряд попадает на 90-е и последующие годы. Наибольшее число эпизодов с продолжительной повторяемостью (два года подряд) наблюдалось в Саратове (четыре раза) и один раз – три года подряд. Чаше всего наиболее продолжительное отсутствие экстремально холодных декабрей отмечалось в начальном периоде рассматриваемых лет в южных пунктах ЕТР.

Аналогичные таблицы построены также для января и февраля, однако эти таблицы в данной работе не приведены из-за их большого объема.

Заключение

Проведенный анализ архива параметра MI за период 1949–2008 гг. выявил экстремальные значения $MI \geq 1,5$ и $MI \leq -1,5$, но результаты оказались слишком разбросаны. В связи с этим выбор значений $|MI| \geq 1,5$

Таблица 2

Число случаев и число лет отсутствия $MI \geq 1,5$ на 17 станциях в декабре 1949–2008 гг.

Станция	Число случаев																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. Гурьев	49-50	52-64	1966	68-70	73-78	80-84	86-88	90-04	07-08								
2. Санкт-Петербург	50-59	61-64	66-73	76-79	1982	84-99	01-05	07-08									
3. Вологда	2	8	4	9	22	2											
4. Чернынь	49-50	52-55	58-64	1966	68-72	74-79	1984	86-87	90-05	07-08							
5. Москва	49-59	61-63	66-72	77-80	83-87	90-92	94-99	01-04	06-08								
6. Казань	49-52	54-55	58-59	61-63	66-71	73-74	76-78	1981	1984	86-88	90-08						
7. Вильнюс	50-53	56-59	61-70	72-73	1975	77-79	1981	83-88	90-92	94-05							
8. Курск	49-59	61-63	67-73	1975	77-78	83-88	90-92	94-05									
9. Саратов	5	1	6	1	5	1	4	2	3	86-88	90-93	95-99	01-04	06-08			
10. Львов	49-53	1957	1959	61-69	72-73	76-81	83-84	86-08									
11. Киев	50-59	61-63	66-70	1972	74-80	83-92	95-07										
12. Одесса	10	4	2	6	3	8	18										
13. Ростов	49-56	59-61	1964	68-73	75-79	83-85	87-08										
14. Армавир	49-54	56-59	62-64	68-70	72-77	82-86	89-04	06-08									
15. Астрахань	49-55	1956	58-64	67-70	72-78	81-05	07-08										
16. Оренбург	49-55	58-66	1968	1970	1972	1974	1976	1978	1981	1985	87-88	90-94	96-99	01-05	07-08		
17. Кустанай	49-55	58-66	1968	1970	1972	1974	1976	1978	1981	1985	87-88	90-94	96-99	01-05	07-08		

Таблица 3

Повторяемость один, два, три, четыре, пять лет подряд значений $M_i \leq -1,5$ на 17 станциях в декабре 1949–2008 гг.

Станция	Число случаев				
	1	2	3	4	5
1. Гурьев	1953	1959	1970	1976	1984
2. Санкт-Петербург	1955	1959	1963	1978	1984
3. Вологда	1955	1978	1984		
4. Чердынь	1955	1958	1966	1978	1984
5. Москва	1955	1959	1963	1978	1984
6. Казань	1963	1966	1970	1978	1984
7. Вильнос	1953	1959	1969	1978	1984
8. Курск	1959	1963	1977	1984	1992
9. Саратов	1959	1966	1984		
10. Львов	1963	1969	1972	1998	2007
11. Киев	1963	1992			
12. Одесса	1963	1984			
13. Ростов	1953	1959	1994	2008	
14. Армавир	1953	1963	1977	1984	1993
15. Астрахань	1959	1977	1984	1995	2002
16. Оренбург	1959	1966	1970	1976	1984
17. Кустанай	1949	1959	1966	1976	1984

Таблица 4
Число случаев и число лет отсутствия $M_i \leq -1,5$ на 17 станциях в декабре 1949–2008 гг.

Станция	Число случаев									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Гурьев	4	5	10	5	7	12	4	6		
2. Санкт-Петербург	6	3	3	14	16	3	6			
3. Вологда	2	8	4	9	5	22	2			
4. Чердынь	6	2	7	11	5	1	9	3	1	4
5. Москва	6	3	3	14	16	2	6			
6. Казань	14	2	3	7	5	9	1	3	4	1
7. Вильнос	4	5	2	5	8	16	1	6		
8. Курск	10	3	13	6	7	1	2	6		
9. Саратов	10	6	2	13	7	2	2	4		
10. Львов	14	5	2	22	1	2	4	1		
11. Киев	14	28	2	2	6					
12. Одесса	4	30	6	2	2	6				
13. Ростов	4	5	31	1	1	2	4			
14. Армавир	4	9	13	6	8	7	1	4		
15. Астрахань	10	17	6	10	1	3	6			
16. Оренбург	10	6	3	5	7	7	3	3	4	1
17. Кустанай	2	13	7	1	7	12	3	6		

в качестве границ экстремумов может быть уточнен впоследствии на основании эмпирического распределения для каждой станции. Несмотря на эти соображения, выводы, сделанные в статье на основании анализа случаев, в которых $|W_i| \geq 1,5$, являются информативными и могут быть полезными в практической работе. Анализ абсолютных максимумов и минимумов погодных условий позволяет отметить, что февраль относится к наиболее теплому месяцу и отмечается чаще в южных районах Европейской территории России и Украины. Абсолютные минимумы наиболее заметно прослеживаются в декабре над центральной частью ЕТР. Соответственно, над этими территориями в отмеченные месяцы число лет с экстремальными значениями W_i также преобладают, но и в другие месяцы наблюдаются продолжительные периоды экстремальных погодных условий, однако они сильно разбросаны по территории.

Из таблиц повторяемости экстремальных событий и их отсутствия можно сделать вывод о том, что экстремальные события встречаются значительно реже, чем их отсутствие, и это создает определенные трудности в прогнозируемости этих событий.

Следует заметить, что некоторые характеристики рассматриваемых экстремумов определенным образом зависят от трендов температуры воздуха и осадков, по которым вычисляется параметр W_i . Замечено, что повторяемость экстремумов и их отсутствия имеют определенную связь с потеплением климата.

Список литературы

1. Попов А.В. О возможности прогноза теплых и холодных многоснежных зим // Труды Гидрометцентра РФ. – 1975. – Вып. 156. – С. 77–90.
2. Садоков В.П., Козельцева В.Ф., Кузнецова Н.Н. Повторяемость зимой теплых и холодных погодных условий два года подряд и более и продолжительность их отсутствия по станциям Беларуси // Труды Гидрометцентра России. – 2009. – Вып. 343. – С. 127–140.
3. Садоков В.П., Козельцева В.Ф., Кузнецова Н.Н. Зимние погодные условия Беларуси с учетом индекса W_i // Труды Гидрометцентра России. – 2009. – Вып. 343. – С. 120–126.
4. Садоков В.П., Козельцева В.Ф., Кузнецова Н.Н. Пространственно-временные изменения индекса W_i , характеризующего зимние погодные условия в основных сельскохозяйственных районах России и Беларуси // Труды Гидрометцентра России. – 2009. – Вып. 343. – С. 113–119.