

ПОВТОРЯЕМОСТЬ ЗАСУШЛИВЫХ ПЕРИОДОВ В МОСКВЕ В ТЕПЛОЕ ПОЛУГОДИЕ

В.А. Тищенко, В.Ф. Козельцева, Н.Н. Кузнецова

*Гидрометеорологический научно-исследовательский центр
Российской Федерации
tischenko@mecom.ru, nkuznetsova@mecom.ru*

Погодные условия сильно влияют на жизнедеятельность человека и окружающую его среду. Не последнюю роль в этом играют засушливость и засуха. Из работ агрометеорологов вытекает, что из опасных явлений наибольший ущерб зерновому хозяйству России наносят засухи, т. к. более 60 % всех посевных площадей основных зерновых культур расположено в зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения. Естественно, что в таких условиях угроза повреждений этих культур засухой в том или ином районе достаточно велика. При этом убытки от засух терпят и перерабатывающие отрасли, лесное хозяйство, рыболовство, транспорт.

В настоящее время из-за засухи 2014 г. произошло понижение уровня воды в Каспийском море и Волге. В связи с этим, навигация по Волге возможна только на маломерных судах. В результате в Поволжье грузовой речной транспорт несет многомиллионные убытки.

Нередко следствием засух являются пожары в лесах и на торфяниках, страдает экология больших регионов. Засухи, как правило, сопровождаемые лесными пожарами, повторяются с периодичностью в 3–5 лет, охватывая отдельные районы. Природные пожары, особенно лесные и торфяные, иногда становятся для России настоящим бедствием. Сгорают гигантские площади лесных массивов, уничтожаются уникальные экосистемы. С пожарами в атмосферу выбрасывается огромное количество дыма, содержащего такие опасные загрязнители, как углекислый газ,

угарный газ и окись азота. В отдельные годы этих выбросов было столько же, сколько от сжигания всей перерабатываемой в России нефти. От задымления страдают жители городов и поселков. Пример – лето 1972, 2002 и 2010 гг.

В связи с этим, очень важно изучение данного опасного атмосферного явления, а также создание и усовершенствование существующих методик его прогнозирования. Этой проблемой занимались многие ученые [1–9], исследования которых проводились для больших территорий и длительных периодов времени. Надо отдать должное О.А. Дроздову, собравшему огромный описательный материал по засухам за 994–1937 гг., наблюдавшихся в деревнях, губерниях и городах, информация о которых содержится в разных статьях и летописях [6]. С появлением ЭВМ ученые начали использовать объективные параметры, характеризующие погодные условия и явления.

В данной работе привлечен общепризнанный индекс засушливости Si , предложенный Д.А. Педем [9]:

$$Si = \frac{\Delta T}{\sigma_T} - \frac{\Delta R}{\sigma_R}, \quad (1)$$

где ΔT и ΔR – аномалии; σ_T и σ_R – среднеквадратические отклонения температуры и осадков. К засушливости относятся условия с $Si = 1,5 \div 1,9$, к засухе – с $Si \geq 2,0$.

Под руководством Д.А. Педея в 1985 г. издан сборник данных Si за май–август 1900–1979 гг. по станциям западной части территории СССР [7]. Мы постарались сохранить преемственность определения явления. Первоначально была пополнена специализированная база данных параметра Si за май–август 1980–2014 гг. Дополнительно определены значения Si за апрель и сентябрь 1949–2014 гг. Необходимость вычисления данного индекса за апрель и сентябрь связана в первом случае с началом сельскохозяйственных и полевых работ, а во втором – с их окончанием.

Наиболее полные архивы суточных данных по Москве имеются с 1949 г., поэтому этот год был выбран началом наших исследований. База данных Si позволяет делать различные статистические обработки. В частности, нами была вычислена повторяемость

засушливости и засух по месяцам, годам и десятилетиям за 1949–2014 гг. За 66 лет изучаемые явления отмечались 126 раз. При этом засушливость наблюдалась 52 раза, а засуха – 74. Они распределены по месяцам следующим образом: в апреле $S_i=1,5\div 1,9$ наблюдалось 7 раз, а $S_i \geq 2,0$ – 12; в мае, соответственно, 10 и 8; в июне – 7 и 15; в июле – 10 и 15; в августе – 7 и 13; в сентябре – 11 и 11. Эти явления встречались чаще от одного до трех месяцев. По четыре месяца было в 1963 г. (V, VII–IX); 1999 г. (IV, VI, VII, IX); 2001 г. (IV, VII–IX); 2011 г. (V–VIII). Пять месяцев они длились в трех годах – 2002, 2010, 2014 гг. Год 1989 охватил шесть месяцев (IV–IX) и состоял из четырех засушливых месяцев (V–VIII) и двух с засухой (IV, IX).

Для наглядности построены графики повторяемости этих явлений по различным срокам (рис. 1–2).

На рис. 1 представлена повторяемость (число случаев) явлений по месяцам за 1949–2014 гг.

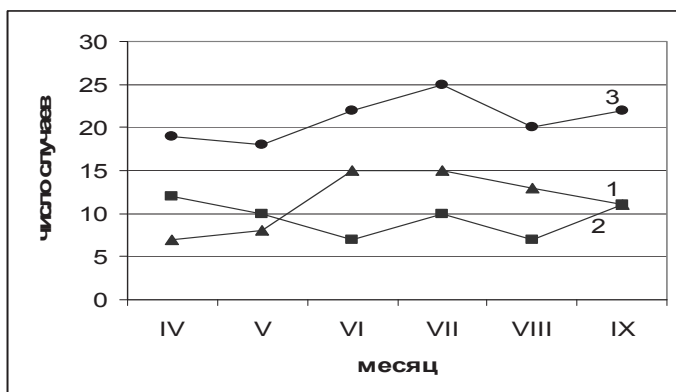


Рис. 1. Повторяемость (число случаев) по месяцам за 1949–2014 гг.: засуха (1); засушливость (2); общее число явлений (3).

Видно, что число месяцев с засухами больше, чем число месяцев, когда наблюдалась засушливость, за исключением мая, когда было 10 случаев засушливости, а засух 8. Также стоит отметить сентябрь, в котором эти явления составили одинаковое количество случаев (11).

Рис. 2 демонстрирует повторяемость данных явлений по десятилетиям. Экстремальным значением, характеризующим засуху, считается $Si \geq 2,0$. Такие экстремальные значения в природе встречаются довольно редко. С целью увеличения числа случаев для исследований брался еще диапазон значений $Si \geq 1,5$ – общее число случаев обоих явлений.

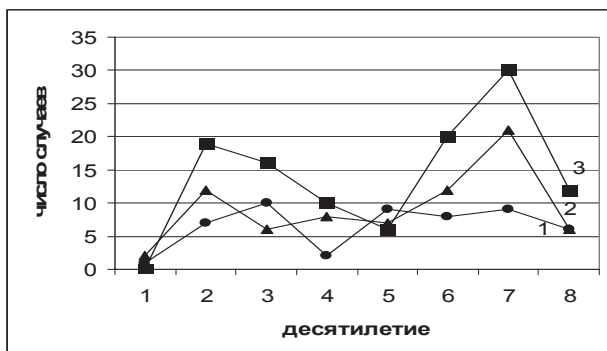


Рис. 2. Повторяемость (число случаев) явлений по десятилетиям: засушливость (1); засуха (2); общее число явлений (3).

По оси ординат – число случаев засух, засушливости и общее число этих явлений.

В начале рассматриваемого ряда выделяются два года (1949 и 1950 гг.), которые будем считать условно первым десятилетием, когда наблюдались одна засушливость и две засухи. Далее идет второе десятилетие (1951–1960 гг.): $Si=1,5 \div 1,9$ было 7 раз; $Si \geq 2,0$ – 12; $Si \geq 1,5$ – 19 раз. В следующем, третьем, десятилетии (1961–1970 гг.) число этих явлений, соответственно, было 10, 6, 16; в четвертом (1971–1980 гг.) – 2, 8, 10; в пятом (1981–1990 гг.) – 9, 7, 6; в шестом (1991–2000 гг.) – 8, 12, 20; в седьмом (2001–2010 гг.) – 9, 21, 30; в восьмом, объединяющем всего 4 года (2011–2014 гг.), – 6, 6, 12.

Количество засух больше, чем число случаев с засушливостью в десятилетия 1, 2, 4, 6, 7. Равное количество этих явлений отмечено в 2011–2014 гг. Исключение составили 3 и 5 десятилетия, когда число случаев засушливости было больше числа засух (в 4 и

2 случаях). Особо выделяется десятилетие 2001–2010 гг., когда число засух более, чем в два раза, превышает число случаев с засушливостью.

На кривой (3) общего количества случаев с $Si \geq 1,5$ (19 случаев) можно выделить 2 максимума, приходящиеся на 1951–1960 и 2001–2010 гг., когда число явлений достигло 30, и минимум в 1981–1990 гг. В последние четыре года (2011–2014 гг.) общее число случаев с $Si \geq 1,5$ равно 12. Если экстраполировать количество случаев до конца десятилетия, то 2011–2020 годы должны быть аналогичны 2001–2010 гг.

На следующем этапе работы изучались повторяемость и интенсивность засушливости и засух с учетом суточного хода температуры воздуха и осадков за апрель–сентябрь 1949–2014 гг. по месяцам и годам, когда они наблюдались, чему предшествовал анализ распределения средних многолетних значений температуры воздуха и осадков (норм), которые учитывались в дальнейшей работе.

Рис. 3 показывает ход многолетних средних месячных значений температуры воздуха (1) и количества осадков (2). Эти нормы использовались в [8] и в данной работе, чтобы сохранить преемственность и иметь возможность сравнения полученных результатов.

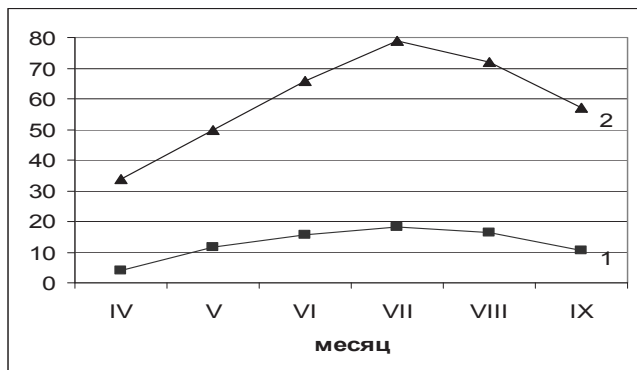


Рис. 3. Средние многолетние значения: температура воздуха, °C (1); количество осадков, мм (2), по месяцам.

Кривая хода количества осадков (2) в общих чертах повторяет конфигурацию кривой хода температуры воздуха. Максимальное количество осадков (79 мм) так же, как и температуры воздуха, отмечено в июле.

Проанализируем отдельно каждый рассматриваемый месяц.

Апрель

В табл. 1 представлены данные для апреля – первого весеннего месяца, связанного с интенсивными сельскохозяйственными и полевыми работами. Для этого месяца выделяются 19 лет, когда наблюдались рассматриваемые явления.

Таблица 1

Повторяемость засушливости и засух с учетом суточного хода температуры воздуха и осадков в Москве за апрель 1949–2014 гг.

	Год	S_i	T_{cp} за месяц	ΔT	Число дней с $T > N$	Абсолютный максимум T за сутки	ΣR , мм за месяц	Число дней с $R \leq 0,1$ мм
1	1950	3,1	9,8	5,8	22	22,0	18	18
2	1951	2,5	8,8	4,8	18	24,5	20	23
3	1953	2,1	7,5	3,5	18	18,5	13	20
4	1962	1,5	7,5	3,5	21	20,8	30	20
5	1966	1,7	8,8	4,8	28	23,6	40	21
6	1975	2,5	10,1	6,1	29	24,1	36	23
7	1984	2,3	7,6	3,6	20	21,0	11	28
8	1989	2,6	7,9	3,9	24	23,8	7	20
9	1990	2,0	8,3	4,3	28	21,2	26	19
10	1994	2,1	7,1	3,1	25	21,0	10	22
11	1996	1,5	6,4	2,4	29	23,5	16	18
12	1999	3,5	9,6	5,6	27	24,5	15	19
13	2000	3,9	11,1	7,1	22	22,1	39	18
14	2001	3,2	11,0	7,0	30	25,6	29	17
15	2002	2,3	7,2	3,2	23	22,1	4	20
16	2005	1,8	7,1	3,1	28	19,4	15	13
17	2008	1,8	9,5	5,5	30	20,8	46	15
18	2010	1,8	8,3	4,3	30	18,4	31	19
19	2014	1,8	7,3	3,3	24	23,2	19	23

Как видно из табл. 1, из общего числа лет 7 были засушливыми (1962, 1966, 1996, 2005, 2008, 2010, 2014) и 12 с засухой (1950, 1951, 1953, 1957, 1984, 1989, 1990, 1994, 1999, 2000, 2001, 2002). При этом минимальное значение S_i (1,5) отмечалось в 1962 и 1966 гг., а максимальное (3,9) – в 2000 г. Кроме этого выделяются два периода с засухой, когда она повторялась два года подряд: 1950–1951 и 1989–1990 гг., и один период с засухой четыре года подряд – с 1999 по 2002 гг.

Средняя месячная температура воздуха для апреля в эти годы колебалась от 6,4 °С (1996 г.) до 11,1 °С (2000 г.). Отклонения от нормы были положительными в пределах 2,4–7,1 °С. Число дней с температурой воздуха выше месячной нормы распределилось следующим образом: 2 года (1951, 1953) по 18 дней; 14 лет – от 20 до 29; три года (2001, 2008, 2010) – по 30. Так же важно знать пределы максимальной суточной температуры воздуха. Абсолютный максимум 25,6 °С наблюдался 26 апреля 2001 г. Только в трех годах максимальная температура была ниже 20 °С – это 1953 (18,5 °С), 2005 (19,4 °С) и 2010 гг. (18,4 °С).

Количество осадков в апреле практически за весь рассматриваемый ряд лет было меньше нормы. По разнице в количестве выпавших за месяц осадков выделяются 2002 (4 мм) и 2008 гг. (46 мм).

Май

В табл. 2 представлены данные для мая. Майская засушливость и засуха опасны для развития растений, которые в этом месяце зарождаются и набирают силу. Из всего ряда 66 лет выделяются только 17: 9 лет с засушливостью (1949, 1966, 1970, 1984, 1985, 1993, 2005, 2007, 2011) и с 8 лет с засухой (1957, 1963, 1967, 1975, 1979, 1981, 1986, 2009). Заметим, что только в одном случае после 1966 г. засушливости ($S_i = 1,6$) наступил 1967 г. с засухой ($S_i = 3,3$).

После засухи и отсутствия ее один год было пять случаев, когда она переходила в засушливость или засуху: 1979 (4,0) – 1981 (2,5); 1984 (1,9) – 1986 (3,0) – 1988 (1,8); 2003 (2,3) – 2005 (1,5) – 2007 (1,7). Через два года отсутствия было три случая: 1963 (4,0) –

1966 (1,6); 1967 (3,3) – 1970 (1,6); 1981 (2,5) – 1984 (1,9). Через три и четыре года отсутствия наблюдались для первого случая в 1975 (3,2) – 1979 (4,0), 2007 (1,7) – 2011 (1,8); для второго 1970 (1,6) – 1975 (3,2), 1988 (1,8) – 1993 (1,7). Следует отметить, что отмечались случаи отсутствия данных явлений по 5, 7 и 9 лет: 1957 (2,0) – 1963 (4,0), 1949 (1,7) – 1957 (2,0), 1993 (1,7) – 2003 (2,3) соответственно.

Таблица 2

Повторяемость засушливости и засух с учетом суточного хода температуры воздуха и осадков в Москве за май 1949–2014 гг.

	Год	S_i	T_{cp} за месяц	ΔT	Число дней с $T > N$	Абсолютный максимум T за сутки	ΣR , мм за месяц	Число дней с $R \leq 0,1$ мм
1	1949	1,9	15,8	4,2	28	28,7	46	23
2	1957	2,0	14,3	2,7	17	28,9	49	17
3	1963	4,0	17,0	5,4	23	28,8	20	21
4	1966	1,6	15,3	3,7	21	29,9	48	19
5	1967	3,3	16,8	5,2	22	30,0	27	21
6	1970	1,6	12,6	1,0	17	28,5	20	22
7	1975	3,2	16,1	4,5	22	27,8	24	19
8	1979	4,0	17,2	5,6	22	30,3	19	26
9	1981	2,5	14,1	2,5	18	26,9	18	23
10	1984	1,9	16,0	4,4	22	28,3	57	19
11	1986	3,0	13,6	2,0	14	29,4	8	24
12	1988	1,8	14,0	2,4	14	28,1	38	18
13	1993	1,7	14,8	3,2	19	26,7	16	15
14	2003	2,3	15,5	3,9	19	27,8	13	18
15	2005	1,5	14,8	3,2	19	31,5	27	10
16	2007	1,7	15,8	4,2	21	33,2	34	14
17	2011	1,8	14,6	3,0	24	27,2	26	11

Средняя месячная температура воздуха в мае для случаев с $S_i \geq 1,5$ в среднем на $6,0^\circ\text{C}$ выше, чем в апреле, и колебалась от $12,6$ (1970 г.) до $17,2^\circ\text{C}$ (1979 г.). Аномалии температуры воздуха (ΔT) все годы были положительными от $2,0$ (1986 г.) до $5,6^\circ\text{C}$ (1979 г.), лишь в 1970 г. $-1,0^\circ\text{C}$.

Число дней со средней суточной температурой воздуха выше нормы составило 14–19 дней в 8 годах: 1957, 1970, 1981, 1986, 1988, 1993, 2003, 2005, а 20–23 дня – в 9 годах: 1949, 1963, 1966, 1967, 1975, 1979, 1984, 2007, 2011.

Максимальная температура воздуха достигала значений от 26,7 (1993 г.) до 33,2 °С (2007 г.).

Месячная сумма осадков 8 мм наблюдалась в 1986 г., от 13 до 19 мм – в 1979, 1981, 1993, 2003 гг., от 20 до 38 мм – в 1963, 1967, 1970, 1975, 1988, 2005, 2007, 2011 гг., от 40 до 48 мм – в 1949, 1957, 1966 гг. Норму превышал только 1984 г. (57 мм). Количество осадков $R \leq 0,1$ мм, то есть их отсутствие 10–14 дней в месяце отмечено в 2005, 2007, 2011 гг., 15–20 дней – в 1957, 1966, 1975, 1984, 1988, 1993 г., 21–26 дней – в 1949, 1963, 1967, 1970, 1979, 1981, 1986 гг.

Июнь

Засуха и засушливость в июне (табл. 3) за 66 лет отмечались в 22 годах, из которых 7 лет были засушливыми (1952, 1972, 1979, 1981, 1985, 1997, 2010) и 15 лет с засухами (1951, 1953, 1954, 1956, 1961, 1964, 1968, 1973, 1998, 1999, 2002, 2007, 2011, 2013, 2014). Выделяются периоды, когда засуха и засушливость наблюдались по несколько лет подряд: 2 года подряд 3 периода (1972–1973, 2010–2011, 2013–2014 гг.); 3 года подряд 1 период (1997–1999 гг.), 4 года подряд 1 период (1951–1954 гг.).

Особый интерес представляют случаи наступления рассматриваемых явлений через различные промежутки времени их отсутствия. Оказалось, что после 1 года отсутствия отмечено 3 раза наступление явлений (1954–1956, 1979–1981, 2011–2013 гг.); через 2 года отсутствия – 3 раза (1961–1964, 1999–2002, 2007–2010 гг.); через 3 года отсутствия – 2 раза (1964–1968, 1968–1972 гг.); через 4 года отсутствия 2 раза (1956–1961, 2002–2007 гг.). Имеются периоды отсутствия явления длительное время – через 5 лет 1 раз (1973–1979 гг.) и через 7 лет 2 раза (1981–1989, 1989–1997 гг.).

Величина средней месячной температуры воздуха колебалась от 16,1 (2014 г.) до 21,4 °С (1999 г.), а ее аномалия в эти же годы превышала норму на 0,3 и 5,6 °С соответственно.

Таблица 3

Повторяемость засушливости и засух с учетом суточного хода температуры воздуха и осадков в Москве за июнь 1949–2014 гг.

	Год	S_i	T_{cp} за месяц	ΔT	Число дней с $T > N$	Абсолютный максимум T за сутки	ΣR , мм за месяц	Число дней с $R \leq 0,1$ мм
1	1951	2,0	17,8	2,0	29	29,4	32	25
2	1952	1,5	17,3	1,5	19	32,8	54	10
3	1953	3,0	19,7	3,9	24	29,6	37	20
4	1954	2,7	19,5	2,7	22	32,8	40	18
5	1956	3,4	21,2	5,4	28	31,5	93	20
6	1961	2,5	19,2	3,4	27	29,9	30	17
7	1964	2,7	19,0	3,2	27	28,4	20	25
8	1968	2,4	18,7	2,9	23	31,5	21	21
9	1972	1,7	19,3	3,5	25	30,7	63	21
10	1973	2,7	18,6	2,8	26	27,6	21	20
11	1979	1,6	17,5	1,7	18	29,1	40	20
12	1981	1,9	19,8	4,6	26	26,4	66	19
13	1989	1,9	20,2	4,4	28	30,4	71	20
14	1997	1,9	17,6	1,8	–	–	–	–
15	1998	3,4	20,1	4,3	24	29,2	50	24
16	1999	4,4	21,4	5,6	28	32,5	16	29
17	2002	2,2	17,2	1,4	19	29,6	14	18
18	2007	2,0	17,4	1,6	21	28,9	20	15
19	2010	1,9	18,8	3,0	21	33,6	63	13
20	2011	2,2	19,0	3,2	28	30,8	38	15
21	2013	2,2	19,8	4,0	29	32,1	91	11
22	2014	2,9	16,1	0,3	13	32,2	38	14

Число дней со средней суточной температурой воздуха выше месячной нормы составило 13–29 дней, из них от 13 до 19 дней было 4 года (1952, 1979, 2002, 2014); от 20 до 25 дней – 8 лет (1951, 1953, 1954, 1968, 1972, 1998, 2007, 2010); от 26 до 29 дней – 9 лет (1956, 1961, 1964, 1973, 1981, 1989, 1999, 2011, 2013).

Высокими были и максимальные температуры, при этом самая низкая из них достигала 26,4 °С (1981 г.). Значения максимальной температуры более 30,0 °С отмечалось в 11 годах: 1952 и 1954

(32,8 °С); 1956 и 1968 (31,5 °С); 1972 (30,7 °С); 1989 (30,4 °С); 1999 (32,5 °С); 2010 (33,6 °С); 2011 (30,8 °С); 2013 (32,1 °С); 2014 гг. (32,2 °С). Среди указанного ряда выделяются последние годы.

Суммы осадков сильно колебались от 14 мм (2002 г.) до 93 мм (1956 г.). Практически за все рассматриваемые годы значения месячных сумм осадков не превышали нормы (66 мм), исключение составили только 1956 (93 мм), 1989 (71 мм) и 2013 гг. (91 мм). По величине индекса Si эти годы относились к засушливым, поскольку наблюдались значительные положительные аномалии температуры воздуха. Кроме того, в летние месяцы преобладают ливневые осадки, которые за счет высоких температур воздуха быстро испаряются. В рассматриваемый месяц осадки отсутствовали от 10 до 15 дней в течение месяца 6 лет (1989, 2007, 2010, 2011, 2013, 2014); от 16 до 20 дней – 9 лет (1952, 1953, 1954, 1956, 1961, 1973, 1979, 1981, 2002); от 21 до 29 дней – 6 лет (1951, 1964, 1968, 1972, 1998, 1999).

Июль

Июль – самый жаркий месяц лета, и он объединяет наибольшее количество изучаемых явлений. Их оказалось 25 (табл. 4): 10 засушливых (1955, 1959, 1963, 1966, 1988, 1989, 1995, 1996, 1998, 2004) и 15 с засухами (1953, 1954, 1960, 1972, 1992, 1997, 1999, 2001, 2002, 2003, 2005, 2010, 2011, 2012, 2014). При этом эти явления повторялись в 2 случаях по 2 года подряд (1959–1960, 1988–1989 гг.); 3 года подряд (1953–1955, 2010–2012 гг.); 5 лет подряд (1955–1959, 2001–2005 гг.).

Периоды отсутствия явлений составили от 1 до 5 лет. Значения параметра $Si \geq 1,5$ не наблюдались по 1 году 2 раза (1999–2001, 2012–2014 гг.); по 2 года 4 раза (1960–1963, 1963–1966, 1989–1992, 1992–1995 гг.); по 3, 4 и 5 лет 1 раз (соответственно, 1955–1959, 2005–2010, 1966–1972 гг.). Особо следует выделить очень длинный период в 15 лет (1974–1988 гг.) отсутствия засушливости и засухи.

Средняя месячная температура воздуха составила 17,5–26,1 °С. Отклонения от нормы в течение месяца были положительные, кроме 2 лет: 1995 (-0,6 °С) и 1996 гг. (-0,3 °С). Значение индекса Si в этих случаях составило 1,6, т. е. находилось на границе между нормальными погодными условиями и засушливостью.

Таблица 4

Повторяемость засушливости и засух с учетом суточного хода температуры воздуха и осадков в Москве за июль 1949–2014 гг.

	Год	S_i	T_{cp} за месяц	ΔT	Число дней с $T > N$	Абсолютный максимум T за сутки	ΣR , мм за месяц	Число дней с $R \leq 0,1$ мм
1	1953	2,5	19,2	1,1	21	30,4	–	–
2	1954	2,3	21,5	3,4	23	33,4	63	21
3	1955	1,6	18,2	0,1	18	28,7	41	16
4	1959	1,7	20,6	2,5	24	31,0	50	22
5	1960	3,0	21,0	2,9	24	33,7	60	20
6	1963	1,6	19,1	1,0	21	30,8	40	19
7	1966	1,7	19,2	1,1	25	30,1	60	15
8	1972	4,2	23,0	4,9	27	34,8	24	24
9	1988	1,6	21,6	3,5	28	31,0	71	17
10	1989	1,7	19,3	1,2	17	31,0	37	21
11	1992	2,1	19,1	1,0	19	31,3	18	20
12	1995	1,6	17,5	-0,6	12	30,4	47	18
13	1996	1,6	17,8	-0,3	16	35,6	61	19
14	1997	2,6	18,7	0,6	21	28,5	8	27
15	1998	1,5	18,8	0,7	15	29,7	–	–
16	1999	3,6	21,6	3,5	27	24,0	–	–
17	2001	4,3	23,0	4,9	30	33,4	30	23
18	2002	4,6	22,6	4,5	30	32,5	8	20
19	2003	3,8	20,6	2,5	29	30,2	21	19
20	2004	1,9	19,3	1,2	20	29,5	42	11
21	2005	2,2	19,2	1,1	22	29,8	42	8
22	2010	6,5	26,1	8,0	31	38,2	13	22
23	2011	3,4	23,4	5,3	31	33,8	54	11
24	2012	2,5	20,9	2,8	25	30,5	53	18
25	2014	3,9	24,0	5,9	28	32,7	19	22

Важным моментом в оперативной работе является знание продолжительности периодов (число дней) со средней суточной температурой воздуха, превышающей месячную норму. Эти периоды составляли от 12 до 19 дней в 6 годах (1955, 1989, 1992, 1995, 1996, 1998); от 20 до 25 и от 26 до 31 дня в 9 годах. Особо выделяется

период от 28 до 31 дня, который наблюдался в 7 годах (1988, 2001, 2002, 2003, 2010, 2011, 2014). Максимальная температура воздуха за данный ряд лет в июле достигала значений от 24,0 °С (8.07.1999 г.) до 38,2 °С (29.07.2010 г.), при этом только в 6 годах (1955, 1997, 1998, 1999, 2004, 2005) она была ниже 30,0 °С.

Месячная сумма осадков колебалась от 8 мм (2002 г.) до 71 мм (1988 г.). В 5 годах она составила 8–20 мм; в 10 – 21–50 мм; в 7 – 51–71 мм. Число дней без осадков в июле меньше, чем в июне. Если в июне были годы (1999 г.) отсутствия осадков в течение 29 дней, то в июле максимальное число дней без осадков в 8 годах составило 21–27 дней.

Август

Август – месяц самого разгара сбора урожая, и для него очень важна сухая погода. В табл. 5 представлены все данные по этому месяцу. Количество рассматриваемых явлений в этом месяце меньше, чем в июле. За 1949–2014 гг. отмечалось 6 засушливых лет (1954, 1957, 1968, 1992, 2011, 2014) и 13 лет с засухой (1955, 1963, 1972, 1985, 1996, 1997, 2001, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007, 2010).

Минимальное значение индекса $S_i = 1,5$ относилось к 1968 г., а максимальная его величина (3,7) – к 1972 году.

Средняя месячная температура воздуха в августе изменялась от 15,3 (1992 г.) до 21,7 °С (2010 г.). Отклонения от нормы во все годы были положительными.

Число дней со средней суточной температурой воздуха, превышающей месячную норму, составило 20–27 дней, за исключением 2001 г. (17 дней). В это время дневные температуры воздуха еще очень высокие – от 25,5 °С в 2014 г. до 37,3 °С в 2010 г. Выше 30,0 °С было всего в 7 годах, тогда как в июле – 19 лет.

Количество осадков за месяц можно разделить на три группы: в первую включены 5 лет (1955, 1996, 2001, 2002, 2004) с суммой осадков от 7 до 20 мм; во вторую – 4 года (1963, 1985, 2005, 2006) с суммой осадков от 21 до 40 мм; в третью – 7 лет (1954, 1957, 1972, 1992, 1997, 2010, 2011) с суммой осадков от 42 до 68 мм.

Число дней за месяц без осадков ($R \leq 0,1$ мм) в 10 годах составило 8–19 дней и всего в 6 годах – 21–25 дней.

Таблица 5

Повторяемость засушливости и засух с учетом суточного хода температуры воздуха и осадков в Москве за август 1949–2014 гг.

	Год	S_i	T_{cp} за месяц	ΔT	Число дней с $T > N$	Абсолютный максимум T за сутки	ΣR , мм за месяц	Число дней с $R \leq 0,1$ мм
1	1954	1,9	18,7	2,5	25	33,5	44	14
2	1955	3,2	18,8	2,6	24	29,7	11	25
3	1957	1,6	17,1	0,9	21	30,1	42	19
4	1963	2,5	17,7	1,5	21	28,7	30	21
5	1968	1,5	18,1	1,9	22	28,0	–	–
6	1972	3,7	21,6	5,4	24	34,8	47	14
7	1985	3,4	19,7	3,5	27	31,6	23	23
8	1992	1,7	18,5	2,3	21	31,4	49	22
9	1996	2,4	17,2	1,0	23	28,3	19	18
10	1997	2,0	17,0	0,8	23	28,4	56	22
11	2001	2,1	16,9	0,7	17	29,7	16	18
12	2002	2,3	16,9	0,7	20	27,9	7	25
13	2004	3,2	18,4	2,2	21	29,3	12	14
14	2005	2,1	17,6	1,4	22	28,5	27	18
15	2006	2,0	17,5	1,3	24	27,4	29	7
16	2007	2,2	20,2	4,0	25	33,2	–	–
17	2010	3,4	21,7	5,5	23	37,3	68	8
18	2011	1,9	18,7	2,5	21	29,5	62	16
19	2014	1,6	19,1	2,9	24	25,5	–	–

Сентябрь

Сентябрь – начало осени, когда завершаются полевые работы и происходит подготовка к зиме.

Обратимся к табл. 6, данные которой говорят о 11 годах засушливости (1951, 1952, 1963, 1964, 1967, 1983, 1992, 2002, 2004, 2012, 2014) и засухи (1949, 1955, 1974, 1975, 1989, 1994, 1999, 2001, 2005, 2009, 2010).

Средняя месячная температура воздуха продолжает понижаться и колеблется от 11,7 °С (1967, 1999, 2010 гг.) до 14,3 °С

(1955, 1963 гг.). Отклонения от месячной нормы были в пределах от 1,1 °С (1967, 1999, 2010 гг.) до 3,7 °С (1955, 1963 гг.).

Таблица 6

Повторяемость засушливости и засух с учетом суточного хода температуры воздуха и осадков в Москве за сентябрь 1949–2014 гг.

	Год	S_i	T_{cp} за месяц	ΔT	Число дней с $T > N$	Абсолютный максимум T за сутки	ΣR , мм за месяц	Число дней с $R \leq 0,1$ мм
1	1949	2,6	12,5	1,9	18	23,4	13	22
2	1951	1,9	12,1	1,5	19	26,6	25	21
3	1952	1,5	12,1	1,5	20	27,9	50	20
4	1955	3,3	14,3	3,7	21	27,6	23	26
5	1963	1,5	14,3	3,7	23	28,2	-	-
6	1964	1,6	11,8	1,2	17	25,9	30	19
7	1967	1,5	11,7	1,1	16	22,9	30	20
8	1974	2,9	13,4	2,8	21	25,3	18	24
9	1975	3,0	13,9	3,3	25	24,9	24	24
10	1983	1,7	12,8	2,2	25	25,8	41	19
11	1989	2,2	12,3	1,7	24	21,6	22	19
12	1990	1,6	13,5	2,9	22	29,6	51	13
13	1994	2,2	13,7	3,1	26	26,5	46	17
14	1999	2,1	11,7	1,1	15	25,7	12	21
15	2001	2,3	12,9	2,3	20	25,0	11	15
16	2002	1,8	12,0	1,4	16	28,9	27	17
17	2004	1,9	12,2	1,6	15	26,4	28	12
18	2005	2,8	13,1	2,5	28	27,0	14	20
19	2009	2,2	13,7	3,1	25	25,0	42	11
20	2010	3,0	11,7	1,1	22	25,0	44	11
21	2012	1,6	12,9	2,3	23	23,9	47	10
22	2014	1,6	12,3	1,7	21	23,8	38	21

Сумма осадков в сентябре колебалась от 11 до 51 мм, при этом в 5 годах (1949, 1974, 1999, 2001, 2005) они были 11–20 мм; в остальные 16 лет – 20–51 мм.

Число дней без осадков изменялось в пределах 10–20 дней (14 лет) и 21–26 дней (7 лет).

Заключение

В результате проделанной работы:

- пополнена специализированная база данных индекса Si по Москве за май–август с 1980 по 2014 г.; за апрель и сентябрь 1949–2014 гг.

- определено 52 года с засушливостью ($Si = 1,5 \div 1,9$) и 74 с засухой ($Si \geq 2,0$);

- получена повторяемость изучаемых явлений по несколько лет подряд, а также периоды их отсутствия;

- представлены табличные данные по месяцам, годам и десятилетиям со значениями параметра Si и сопряженные с ними различные суточные данные по температуре воздуха и осадкам.

Данная работа имеет практическое значение. Во-первых, ее результаты могут быть использованы непосредственно в оперативной практике при составлении прогнозов засушливости и засух, а также месячных и сезонных прогнозов погоды при запросах заинтересованных организаций. Во-вторых, полученные материалы, безусловно, имеют большое значение при разработке новых методов прогноза как самих этих явлений, так и явлений, связанных с ними: например, при разработке прогнозов стока рек и притока воды в водохранилища, прогнозов пожароопасных условий погоды.

Настоящую работу следует продолжать, привлекая данные других станций и территорий.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 16-17-00105).

Список использованных источников

1. *Безрукова А.Я.* Влияние солнечной активности и характера атмосферной циркуляции на колебания уровня озер и на засухи // Труды лаборатории озероведения АН СССР. – 1954. – № 3. – С. 23–46.

2. *Бова Н.В.* О предсказании засух в Поволжье // Известия АН СССР. Серия Географическая и геофизическая. – 1949. – Т. 13, № 3. – С. 212–219.

3. *Давитая Ф.Ф.* Исследование засух и суховеев // Издательство АН СССР. Серия География. – 1958. – № 5. – С. 7–28.

4. Драгайцев Д.А. Циркуляционная характеристика засухи в Поволжье // Метеорология и гидрология. –1961.–№ 5.–С. 3–10.

5. Дроздов О.А. Роль общей циркуляции атмосферы и влагооборота в формировании засух и колебания уровня водоемов// Современные проблемы климатологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – С. 233–242.

6. Дроздов О.А. Засухи и динамика увлажнения. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 93 с.

7. Кабанов Н.В., Муракаева С.А. Засухи на территории Татарской АССР. – Казань: И-во КГУ, 1980. – 140 с.

8. Козельцева В.Ф., Педь Д.А. Об атмосферной засушливости (S_i) по станциям западной части территории СССР (май–август 1900–1979 гг.). – М.: ВНИГМИ-МЦД, 1985. – 53 с.

9. Педь Д.А. О показателе засухи и избыточного увлажнения // Труды Гидрометцентра СССР. – 1975. – Вып. 156. – С. 19–38.

Поступила в редакцию 20.01.2016 г.