

УДК 63:551.5(470.311)

## ОЦЕНКА НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ 100-ЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ ОБСЕРВАТОРИИ ИМ. В. А. МИХЕЛЬСОНА

В. А. СЕННИКОВ, Л. Г. ЛАРИН, Б. И. ОГОРОДНИКОВ, М. В. ПОЛАД-ЗАДЕ

(Кафедра агрометеорологии и климатологии)

По данным 100-летнего ряда метеорологических наблюдений (1881—1980 гг.) Обсерватории им. В. А. Михельсона (г. Москва) рассматриваются повторяемость некоторых неблагоприятных для сельского хозяйства явлений погоды, а также средние многолетние и экстремальные значения метеозлементов.

Климатические нормы векового периода (1881—1980 гг.) для Москвы получены впервые и представляют интерес как в практическом, так и в теоретическом плане. Приведенные в различных справочниках средние многолетние за 30, 50, 80 лет менее точны.

Рассчитанные по 100-летнему ряду средние (температура, влажность и др.) с полным основанием можно считать нормами для ближайших 25 лет [1, 2].

Изменчивость ресурсов тепла. Продолжительность периода активной вегетации — одна из наиболее важных агроклиматических характеристик. Она определяется датами устойчивого перехода среднесуточной температуры через 10 °С весной и осенью. Изменение ресурсов тепла за 1881—1980 гг. характеризуется следующими данными:

Период активной вегетации	Средняя дата	Самая ранняя дата	Самая поздняя дата
начало	7/V	13/IV (1921 г.)	11/VI (1941 г.)
конец	20/IX	28/VIII (1885, 1906 гг.)	17/X (1974 г.)
Продолжительность активной вегетации, дни:	Средняя	Наименьшая	Наибольшая
фактическая	136	90 (1904 г.)	166 (1950 г.)
возможная (между крайними датами)	—	78	177
Сумма активных температур, °С	Наименьшая 1276 (1904 г.)	Наибольшая 2634 (1897 г.)	
Обеспеченность, %	20	50	80
Сумма активных температур, °С	2295	2078	1850

При изучении данных за 100 лет отмечена тенденция к возрастанию периода активной вегетации. Так, за 1901—1920 гг. лишь в 5 случаях продолжительность этого периода превысила среднюю, 136 дней, а в последние 20 лет — в 12 случаях.

Важным показателем теплообеспеченности сельскохозяйственных растений и ресурсов тепла за период активной вегетации является сумма активных температур воздуха. Анализ многолетних колебаний сумм активных температур показал, что с 1891 по 1925 г. преобладали отрицательные отклонения от нормы, в последние десятилетия — положительные. Амплитуда колебаний составила 1358° при средней 2078°. В географическом аспекте это соответствует перемещению с широты Петрозаводска на широту Харькова, что обуславливает резкие различия в обеспеченности теплом сельскохозяйственных растений и влияет на их урожайность и качество продукции. Так, наименьшая из наблюдавшихся сумм температур едва обеспечивает клубнеобразование у ранних сортов картофеля, а наибольшей достаточно для наступления восковой спелости у среднепоздних сортов кукурузы [2]. В последние десятилетия

отмечается увеличение междугодовой изменчивости сумм активных температур.

Возрастание экстремальности теплообеспеченности и продолжительности периода активной вегетации обуславливает необходимость тщательного учета особенностей температурного режима при оценке результатов полевых опытов в различные по теплообеспеченности годы, а также при программировании урожайности сельскохозяйственных культур.

**Заморозки.** К неблагоприятным явлениям для сельского хозяйства относятся заморозки. В центральных областях европейской части СССР весенние и осенние заморозки являются обычным климатическим явлением, а летом четко выражен беззаморозковый период. Для своевременного принятия мер борьбы с заморозками, правильного подбора сортов, выбора времени посева сельскохозяйственных культур необходимо знать сроки наступления их весной и осенью и продолжительность периода без заморозков (числитель — в воздухе, знаменатель; — на поверхности почвы):

	0° С	-1° С	-2° С	-3° С
Средние даты окончания весенних заморозков	$\frac{7/V}{18/V}$	$\frac{1/V}{9/V}$	$\frac{26/IV}{3/V}$	$\frac{19/IV}{27/IV}$
Средние даты наступления осенних заморозков	$\frac{29/IX}{19/IX}$	$\frac{3/X}{26/IX}$	$\frac{8/X}{5/V}$	$\frac{12/X}{11/X}$

	Средняя	Наименьшая	Наибольшая	Вероятность, %			
				5	20	80	95
Продолжительность беззаморозкового периода, дни	$\frac{144}{123}$	$\frac{97 (1889 \text{ г.})}{88 (1939 \text{ г.})}$	$\frac{190 (1975 \text{ г.})}{162 (1963 \text{ г.})}$	$\frac{175}{152}$	$\frac{163}{138}$	$\frac{127}{108}$	$\frac{111}{94}$

	Самая ранняя	Вероятность, %				Самая поздняя
		5	20	80	95	
Дата окончания весенних заморозков	$\frac{28/III (1985 \text{ г.})}{13/IV (1910 \text{ г.})}$	$\frac{13/IV}{27/IV}$	$\frac{25/IV}{7/V}$	$\frac{19/V}{29/V}$	$\frac{31/V}{8/VI}$	$\frac{12/VI (1899 \text{ г.})}{13/VI (1926 \text{ г.})}$
Дата наступления осенних заморозков	$\frac{31/VIII (1885 \text{ г.})}{14/VIII (1897 \text{ г.})}$	$\frac{10/IX}{30/VIII}$	$\frac{19/IX}{9/IX}$	$\frac{9/X}{29/IX}$	$\frac{18/X}{9/X}$	$\frac{2/XI (1936 \text{ г.})}{16/X (1901 \text{ г.})}$

Окончание весенних заморозков в воздухе приходится в среднем на 7 мая, а на поверхности почвы — 11 дней спустя. Самое позднее окончание весенних заморозков наблюдалось в 1899 г. — 12 июня, а на поверхности почвы — в 1926 г. 13 июня. В метеорологическом бюллетене обсерватории за 1899 г. есть следующая запись: «В первой половине июня (5, 11, 12 июня) температура ночью понижалась до —1,4...— 1,8 °С, выпала снежная крупа. От заморозков пострадали всходы кукурузы, гречихи и других яровых культур».

В 80 % лет окончание весенних заморозков в воздухе на территории ТСХА приходится на 19 мая, а на поверхности почвы — на 10 дней позже — 29 мая.

Интенсивность заморозков зависит от того, когда они наступают. Так, весной, если заморозки интенсивностью 0°С прекращаются в среднем 7 мая (в воздухе) и 18 мая (на поверхности почвы), то заморозки интенсивностью —1 °С оканчиваются в среднем на 7—9 дней раньше (соответственно 1 и 9 мая), а интенсивностью —2 °С — соответственно на 11—15 дней раньше (26 апреля и 3 мая). Заморозки в мае обычно бывают непродолжительными, но иногда похолодания могут быть значительными и сопровождаются снегом. Осенние заморозки в воздухе на метеоплощадке ТСХА в 50 % лет начинаются 29 сентября, а на поверхности почвы — на 10 дней раньше.

За весь 100-летний период наблюдений заморозки в воздухе в августе отмечены всего один раз: ночью 31 августа 1885 г. (—1,2 °С), и эта дата является самой ранней. Интересно отметить, что температура на поверхности почвы в эту ночь была на 4 °С выше, чем в воздухе. Заморозки

Многолетние характеристики бездождных периодов в июне—августе

Показатель	Количество	Продолжительность, дни	Число дней с осадками		
			0 мм	1 мм	1,0-5,0, мм
Среднее	1,85	27,6	21,6	3,7	2,3
Наибольшее	5,0 (1901 г.)	76,0 (1938 г.)	67,0	11,0	6,0
	0,94	16,41	14,04	2,68	1,47
	0,51	0,60	0,65	0,72	0,64

Продолжительность бездождных периодов, дни										
	10—11	15—10	20—24	25—29	30—34	35—39	40—44	45—49	50—54	55—59
Повторяемость, %	56	20	14	5	2	1	1	0,4	0,4	0,2

розки на поверхности почвы в августе наблюдались трижды (1897, 1905 и 1921 гг.), причем самые ранние 14 августа 1887 г., т. е. на полмесяца раньше, чем первый заморозок в воздухе.

В первой декаде сентября заморозки в воздухе были один раз в 20 лет, а на поверхности почвы — раз в каждые 5 лет. В 1935 г. первый заморозок в воздухе отмечен только 2 ноября.

Заморозки интенсивностью —2 °С (когда повреждается ботва картофеля, листья кукурузы) в первой половине сентября наблюдались за истекшее столетие всего 2 раза в воздухе и 5 раз на почве, средние даты их наступления — соответственно 8 и 5 октября.

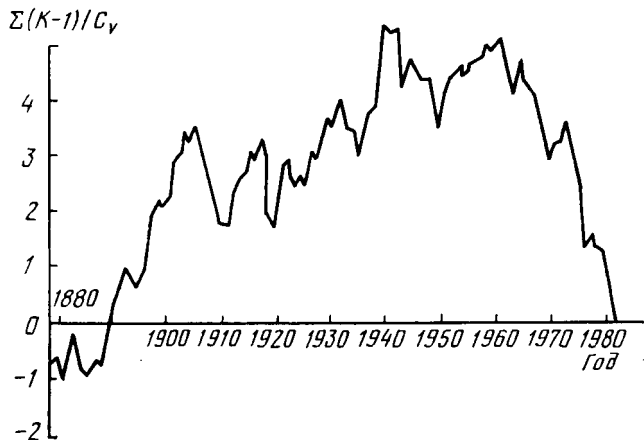
Средняя продолжительность беззаморозкового периода в воздухе составляет около 5 мес (144 дня), на поверхности почвы — почти 4 мес (123 дня). Самый короткий беззаморозковый период на поверхности почвы (88 дней) наблюдался в 1939 г., а в воздухе (97 дней) — в 1889 г. Самым продолжительным беззаморозковый период в воздухе был в 1975 г. — 190 дней, а на поверхности почвы в 1963 г. — 162 дня. В 80 % лет продолжительность периода без заморозков составляет в воздухе не менее 127 дней, а на поверхности почвы — 108 дней.

Анализ данных о заморозках по десятилетиям, пятидесятилетиям и скользящим десятилетиям позволил выявить ряд интересных особенностей их распределения. В частности, установлено, что в первом пятидесятилетии (с 1881 по 1930 г.) весенние заморозки в воздухе оканчивались позднее в среднем на 12 дней, а осенние заморозки начинались раньше на 9 дней, чем во втором пятидесятилетии (с 1931 по 1980 г.). При похолоданиях в мае минимальная температура воздуха понижалась до —3 °С и ниже в первом пятидесятилетии в 16 годах, а во втором — всего в 3 годах. Продолжительность беззаморозкового периода в воздухе в первом пятидесятилетии была на 20 дней меньше, чем во втором.

Каковы причины такого распределения заморозков в течение прошедшего столетия? По нашему мнению, это можно объяснить, во-первых, глобальным изменением климата в Северном полушарии и, во-вторых, усиленной застройкой с 50-х годов текущего столетия северной части г. Москвы и ближайшего окружения территории метеоплощадки ТСХА.

Бездождные периоды. Примером нетрадиционной характеристики неблагоприятных явлений погоды для сельского хозяйства могут служить бездождные периоды, т. е. периоды 10 дней и более, в течение которых осадков не выпадает совсем или их сумма не превышает 5 мм. Установлено, что осадки такой интенсивности не пополняют запасы продуктивной влаги. Если бездождный период совпадает с критическим по водообеспеченности периодом у зерновых культур, то их урожай существенно снижается.

Нормированная интегрально-разностная кривая модульных коэффициентов числа бездождных дней.



Из 100 лет наблюдений бездождных периодов не было лишь в 1881, 1884, 1906, 1918, 1919, 1943 и 1980 гг. В остальные 93 года за время активной вегетации отмечалось по 1—2, иногда по 3—5 бездождных периодов различной продолжительности (табл. 1).

Наибольшие суммы бездождных дней отмечены в 1938 г. (76) и в 1897 г. (75). Максимальный по продолжительности непрерывный бездождный период был в июне — июле 1939 г., его общая продолжительность составила 48 дней. По 50 бездождных дней и более оказалось в 1897, 1901, 1938, 1939, 1941, 1951, 1955, 1964, 1972 и 1981 гг.

В среднем за время активной вегетации количество засушливых периодов может составлять 1,9. В июне — августе почти 28 дней могут быть бездождными, а наибольшая повторяемость (56 %) приходится на периоды продолжительностью 10—14 дней.

После обработки на ЭВМ ряда данных о числе бездождных дней за 100 лет нами была построена интегрально-разностная кривая модульных коэффициентов числа бездождных дней (рисунок). Для построения кривой отклонения годовых сумм числа бездождных дней от среднего за весь период наблюдений вычислено среднее число бездождных дней за 100-летний период, а затем для каждого года вычислены модульные коэффициенты по формуле

$K = S_i / \bar{S}$ , где  $S_i$  — число бездождных дней в  $i$ -м году;  $\bar{S}$  — среднее многолетнее число бездождных дней.

Интегрально-разностная кривая строилась по уравнению

$$\frac{\sum_1^t (K - 1)}{C_v} = f(t).$$

Отклонение модульного коэффициента за любой интервал времени от среднего его значения за весь многолетний период наблюдений харак-

Т а б л и ц а 2

Среднее число дней с засухами за май — август

Типы засух	Май	Июнь	Июль	Август	Сумма за май — август	Наибольшее	Наименьшее
Общее число с засухами	3,2	4,5	4,5	2,8	15	44 (1972 г.)	2 (1942, 1976 гг.)
Слабой интенсивности	3,1	4,2	4,1	2,3	13,7	40 (1939 г.)	2 (1942, 1976 гг.)
Средней интенсивности	0,1	0,3	0,4	0,5	1,3	15 (1972 г.)	0 (1941, 1942, 1943 гг. и др.)

Т а б л и ц а 3

Количество часов за сутки с хорошими, средними и плохими метеорологическими условиями для работы комбайна в среднем за декаду

Декада	Хорошие	Средние	Плохие
Июль			
II	8,9	7,7	7,4
III	8,6	8,1	7,3
Август			
I	8,4	7,9	7,7
II	6,6	7,5	9,9
III	6,2	7,6	10,2
Сентябрь			
I	4,4	7,5	12,1
II	2,8	6,7	14,5
III	1,7	6,0	16,3

дней бездождного периода в основном превышает норму (за исключением периодов 1905—1910, 1917—1919 и 1931—1935 гг.). С 1940 г. и до настоящего времени наблюдается преобладание спадов, т. е. суммы ниже нормы (рисунок).

Суховеи. Они являются частными случаями проявления атмосферной засухи. День, когда дефицит насыщения воздуха водяными парами в 13 ч равен 20 гПа и более, считают днем с суховеем. Чем выше данный дефицит, тем интенсивнее суховеи (20—29 гПа — слабая, 30—39 гПа — средняя интенсивность).

На севере Москвы в мае—августе бывает в среднем 15 дней с суховеями (табл. 2). Рекордным оказался памятный всем 1972 г. — 44 дня с суховеями. Кстати, 20 суховеиных дней и более в мае—августе не редки (от последних лет: 1981, 1979, 1975, 1972, 1968, 1967, 1961, 1960, 1959, 1954 гг. и др.). Здесь явно преобладают суховеи слабой интенсивности, но они заслуживают внимания, так как продолжительное их действие вызывает атмосферную засуху.

Погодные условия уборки. Неблагоприятные погодные условия осложняют процесс уборки урожая. Приведем пример оценки этих условий применительно к работе зернового комбайна.

Весь комплекс погодных условий, осложняющих уборку (повышенная влажность воздуха и почвы, осадки, вызывающие повышенную влажность зерна и соломы), выражают комплексным показателем: дефицитом влажности воздуха. С повышением дефицита влажности условия уборки улучшаются. Применительно к работе комбайна приняты следующие градации условий:  $d \geq 8$  гПа — хорошие, от 8 до 3 гПа — средние,  $d \leq 3$  гПа — плохие (табл. 3).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дерюгина Н. П., Ларин Л. Г., Сенников В. А., Чирков Ю. И. Вековой режим атмосферных осадков в Москве. — Метеорология и гидрология, 1987, № 1, с. 56—60. — 2. Чирков Ю. И., Кононова Н. К. Многолетние колебания сумм активных температур по 100-летнему ряду метеорологических наблюдений Обсерватории им. В. А. Михельсона. — Метеорология и гидрология, 1984, № 11, с. 102—106.

#### SUMMARY

Frequency of some unfavourable for agriculture weather phenomena, as well as many-year average values and extreme values of meteoelements that are characteristic for the phenomena mentioned are discussed in the paper according to the data obtained in observatory named after V. A. Mikhelson during 100 years (1881—1980) of meteorological observations. The calculated average characteristics may be with good reason considered a climatic standard for the next 25 years.