

Александр Васильевич Барановский

Луганский государственный аграрный университет, доцент кафедры земледелия и экологии окружающей среды, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Луганск, Луганская народная республика
E-mail: Lnau_sorgo2011@mail.ru

Ольга Николаевна Курдюкова

Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина, профессор кафедры естествознания и географии, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Пушкин, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: herbology8@gmail.com

**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ
ЗА ПОСЛЕДНИЕ 100 ЛЕТ**

В последние десятилетия в мире отмечается интенсивное изменение климатических характеристик, что в равной степени затрагивает и основные регионы Украины и России. В работе проанализирована динамика среднемесячных и среднегодовых температур воздуха и количества осадков на востоке степной зоны Украины по данным Луганской агрометеорологической станции за два 50-летних периода (1921–1970 и 1971–2020 гг.). За 1921–1970 гг. среднегодовая температура воздуха и средняя температура за теплый (апрель–сентябрь) период года были на уровне климатической нормы, а средняя сумма осадков за год снизилась от нормы на 19,8 мм (4,6 %). За 1971–2020 гг. среднегодовая температура воздуха возросла от нормы на 0,98 °С (12,2 %), или на 0,20 °С/10 лет, за последние 25 лет (1996–2020 гг.) – на 1,57 °С (19,5 %) при скорости роста 0,63 °С/10 лет. Среднегодовая сумма осадков за 1971–2020 гг. превысила норму на 63,8 мм (14,9 %), а за 1996–2020 гг. – на 72,4 мм (17,0 %). За последние 25 лет зима потеплела на 2,47 °С; весна – на 1,70; лето – на 1,20; осень – на 0,97 °С. Сумма осадков за зиму увеличилась на 34,8 мм (45,2 %), за весенние месяцы – на 20,2 мм (19,8%), за осень – на 18,4 мм (18,6 %), а за лето – уменьшилась на 1,3 мм (0,9 %). При этом гидротермический коэффициент (ГТК) снизился от 1,00 до 0,90, а в летние месяцы – от 0,88 до 0,75. Таким образом, в Луганской области именно на протяжении последних 25 лет климат стал наиболее ускоренно изменяться в сторону потепления и засухливости.

Ключевые слова: Луганская область, изменения климата, глобальное потепление, динамика среднемесячных и годовых температур воздуха, осадки, гидротермический коэффициент.

Alexander V. Baranovsky

Lugansk State Agricultural University, associate professor at the Department of Agriculture and Ecology of the Environment, candidate of agricultural sciences, associate professor, Lugansk, Lugansk People's Republic
E-mail: Lnau_sorgo2011@mail.ru

Olga N. Kurdyukova

Leningrad State University after A.S. Pushkin, professor at the Department of Natural Sciences and Geography, doctor of agricultural sciences, associate professor, Pushkin, St. Petersburg, Russia
E-mail: herbology8@gmail.com

WEATHER CONDITIONS DYNAMICS ANALYSIS IN LUGANSK REGION OVER THE LAST 100 YEARS

Recent decades are characterized by an intensive change in climatic characteristics in the world, which equally affects the main regions of Ukraine and Russia. The paper analyzes the dynamics of average monthly and average annual air temperatures and precipitation in the east of the steppe zone of Ukraine according to the data of the Lugansk agrometeorological station for two 50-year periods (1921–1970 and 1971–2020). For 1921–1970 the average annual air temperature and the average temperature for the

warm (April – September) period of the year were at the level of the climatic norm, and the average amount of precipitation for the year decreased from the norm by 19.8 mm (4.6 %). For 1971–2020 the average annual air temperature increased from the norm by 0.98 °C (12.2 %) or by 0.20 °C/10 years, over the past 25 years (1996–2020) – by 1.57 °C (19, 5 %) at a growth rate of 0.63 °C/10 years. Average annual precipitation for 1971–2020 exceeded the norm by 63.8 mm (14.9 %), and for 1996–2020. – by 72.4 mm (17.0 %). Over the past 25 years, winter has warmed by 2.47 °C; spring – by 1.70; summer – by 1.20; autumn – by 0.97 °C. The amount of precipitation over the winter increased by 34.8 mm (45.2 %), over the spring months – by 20.2 mm (19.8 %), over the autumn – by 18.4 mm (18.6 %), and over summer – decreased by 1.3 mm (0.9 %). At the same time, the hydrothermal coefficient (HTC) decreased from 1.00 to 0.90, and in the summer months – from 0.88 to 0.75. Thus, in the Lugansk Region, over the past 25 years, the climate began to change most rapidly towards warming and aridity.

Keywords: Lugansk Region, climate change, global warming, dynamics of average monthly and annual air temperatures, precipitation, hydrothermal coefficient.

Введение. Изменения климата многообразны и проявляются, в частности, в изменении частоты и интенсивности климатических аномалий и экстремальных погодных явлений. В течение XXI в. высока вероятность ускорения динамики наблюдаемых изменений климата.

Продовольственная безопасность в долгосрочной перспективе зависит от того, насколько успешно удастся адаптировать сельскохозяйственные системы к экстремальным климатическим и погодным явлениям [1].

Современное потепление климата началось в конце 1970-х гг., но глобальным стало лишь к 1990-м. На текущий момент оно продолжается на большей части земного шара (кроме части Тихого океана и морей вблизи Антарктиды), в т.ч. практически над всей сушей. Скорость потепления выше в Северном полушарии и над континентами. Наибольшая скорость роста (в среднем за год) отмечается в Китае, Европе, на юге США, на северо-востоке России [2]. По данным Института глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, среднегодовая температура воздуха на территории России в 1976–2017 гг. увеличивалась быстрее средней планетарной более чем в 2,5 раза [3]. Климат в России меняется в 2,5 раза быстрее, чем в среднем на планете Земля, и тенденции к замедлению потепления нет [4].

Погодные условия в большинстве сельскохозяйственных регионов России определяют от 40 до 50 % изменения урожайности сельскохозяйственных культур [5]. Намечившиеся тенденции потепления требуют регулярной оценки наблюдаемых глобальных и региональных изменений в климатической системе. Так, в России за последние десятилетия значения среднегодовой температуры воздуха возросли на 0,47 °C/10 лет, хотя

глобальные мировые значения этого показателя повысились лишь на 0,18 °C/10 лет [6]. Эти изменения, с одной стороны, приведут к дефициту осадков, а следовательно, увеличению рисков засухи, а с другой – к росту продолжительности временного вегетационного периода [7].

Мониторинг погодных условий в центре Курской области показал, что в среднем за 50 лет (1968–2017 гг.) среднегодовая температура воздуха повысилась в сравнении с многолетней нормой на 0,6 °C и составила 6,3 °C [8]. А в исследованиях, проведенных на базе Калмыцкого НИИСХ (г. Элиста), установлено, что среднегодовая температура воздуха в среднем за 20 лет (1999–2017 гг.) превысила климатическую норму на 1,3 °C и составила 10,7 °C [9]. О заметной тенденции к потеплению климата в последние десятилетия в Донбассе также говорится в работе Л.М. Попытченко [10].

По данным метеостанции Астрахань за 1922–2015 гг., средняя скорость роста температуры воздуха составляет 0,2 °C/10 лет. Наиболее существенное повышение средних температур наблюдается в холодное время года (на 1,2 °C каждые 30 лет). На фоне увеличения температур воздуха снижение количества осадков указывает на тенденцию к аридизации климата в регионе [11].

Таким образом, разработка адаптивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, применительно к конкретным зональным климатическим изменениям, имеет решающее значение в дальнейшем повышении эффективности отрасли растениеводства АПК региона.

Цель исследований. Анализ динамики наиболее важных климатических показателей (температура воздуха и атмосферные осадки по

данным Луганской АМС за последние 100 лет (1921–2020 гг.).

Задачи исследований: сравнить температурный режим и условия влагообеспеченности территории на примере данных Луганской АМС за последние 2 пятидесятилетних периода (1921–1970 и 1971–2020 гг.) в сравнении с многолетней климатической нормой за весь период наблюдений (171 год).

Методы исследований. Для обработки и анализа использовались данные метеорологических и агрометеорологических наблюдений Луганской агрометеорологической станции за последние 100 лет. В качестве контроля брались данные по Луганской АМС за весь период наблюдений, начиная с 1838 г. [12]. С 1915 г. и по настоящее время Луганская метеостанция располагается на территории городка Луганского государственного аграрного университета. Климат области – умеренно континентальный, с выраженными засушливо-суховеяными явлениями, с крайне неравномерным выпадением

осадков в течение года и большими колебаниями их количества по годам [13]. Среднегодовая годовая сумма осадков – 427 мм, среднегодовая температура воздуха – 8,1 °С, сумма активных температур ($t \geq 10\text{ °C}$) – 3 148 °С. Расчеты статистических данных проводили согласно программе MS Excel 2010.

Результаты исследований и их обсуждение. Город Луганск – самый восточный областной центр Украины. Граница с Россией проходит в 20 км от восточной окраины Луганска. Координаты Луганска: 48°34' северной широты и 39°20' восточной долготы. В 1837 г. в Луганске была создана первая не только в Украине, но и в России метеорологическая обсерватория, данные которой охватывают период с 1838 г. по настоящее время – более чем 183 года [12, 14].

Мониторинг среднемесячной и среднегодовой температуры воздуха и суммы атмосферных осадков осуществляли по средним за 5 лет показателям исследуемых периодов (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Среднемесячная и среднегодовая температура воздуха
за 100 лет по пятилетним периодам и средняя за 50 и 171 год, °С**

Годы	Месяц												В среднем за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1921–1925	-5,2	-6,7	0,7	8,0	17,4	20,1	21,9	20,3	15,2	7,3	2,7	-4,1	8,1
1926–1930	-7,3	-10,5	-2,1	7,8	15,9	18,2	21,9	21,6	14,1	8,9	3,2	-5,1	7,2
1931–1935	-7,9	-8,0	-1,4	8,0	16,4	19,2	21,8	20,3	15,2	10,0	0,5	-5,8	7,3
1936–1940	-6,0	-5,4	0,3	8,7	15,9	19,9	24,2	22,4	16,1	7,6	3,4	-2,9	8,7
1941–1945	-9,2	-5,0	-1,3	8,6	14,7	18,9	21,8	19,9	15,0	8,1	2,3	-4,7	7,4
1946–1950	-7,4	-4,2	0,3	9,6	17,2	21,2	21,7	21,0	15,3	6,0	2,2	-2,7	8,3
1951–1955	-5,7	-7,1	-1,3	8,6	16,5	21,3	23,6	22,4	15,9	8,7	0,7	-3,2	8,4
1956–1960	-3,7	-5,0	-1,9	9,1	16,5	21,0	22,5	21,4	13,4	7,2	0,2	-1,6	8,2
1961–1965	-6,7	-4,7	0,2	8,8	15,9	20,4	22,4	20,7	15,3	8,1	2,6	-2,0	8,4
1966–1970	-6,5	-4,9	1,2	11,1	17,3	19,4	22,2	21,1	14,8	8,5	3,6	-3,5	8,7
\bar{X} за 50 лет	-6,6	-6,2	-0,5	8,8	16,4	20,0	22,4	21,1	15,0	8,0	2,1	-3,6	8,08
\bar{X} за 171 год	-6,6	-5,8	-0,2	8,9	15,9	19,8	22,2	21,1	15,1	8,2	1,7	-3,6	8,06
Разница ± с многолетней нормой	0,0	-0,4	-0,3	-0,1	+0,5	+0,2	+0,2	0,0	-0,1	-0,2	+0,4	0,0	+0,02
1971–1975	-7,2	-4,2	0,9	10,8	16,8	21,0	22,3	21,0	15,3	8,5	2,5	-0,9	8,9
1976–1980	-7,5	-5,2	1,1	9,7	15,8	19,0	20,5	19,6	14,5	6,0	3,2	-2,2	7,9
1981–1985	-2,8	-5,8	-0,3	9,8	17,1	19,6	21,3	20,5	15,4	8,6	1,4	-2,0	8,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1986–1990	-4,8	-3,8	1,7	9,6	15,0	20,2	21,6	20,5	14,8	7,9	1,0	-2,5	8,4
1991–1995	-1,8	-3,7	1,6	10,2	15,1	20,0	21,4	20,5	15,2	8,9	0,4	-4,1	8,7
1996–2000	-5,7	-2,6	1,4	10,8	15,8	21,1	23,5	20,9	14,1	8,5	1,1	-1,8	8,9
2001–2005	-1,4	-4,3	2,4	9,9	16,5	18,8	23,0	21,4	16,0	8,7	3,6	-3,6	9,3
2006–2010	-5,4	-3,2	3,5	9,8	16,4	21,9	23,5	23,7	16,5	9,9	4,4	-1,0	10,0
2011–2015	-4,2	-4,5	1,9	10,7	18,4	21,4	23,9	22,2	16,2	8,2	3,0	-0,5	9,7
2016–2020	-3,0	-0,9	4,1	10,4	16,4	21,8	22,9	22,5	16,5	10,0	2,2	-0,9	10,2
\bar{X} за 50 лет	-4,4	-3,8	1,8	10,2	16,3	20,5	22,4	21,3	15,4	8,5	2,3	-2,0	9,04
\bar{X} за 171 год	-6,6	-5,8	-0,2	8,9	15,9	19,8	22,2	21,1	15,1	8,2	1,7	-3,6	8,06
Разница \pm с многолетней нормой	+2,2	+2,0	+2,0	+1,3	+0,4	+0,7	+0,2	+0,2	+0,3	+0,3	+0,6	+1,6	0,98

Среднегодовая температура воздуха в среднем за первый 50-летний период (1921–1970 гг.) была на уровне климатической нормы, и только за пятилетние периоды 1936–1940 и 1966–1970 гг. превышала ее на 0,6 °С.

Несколько изменился температурный режим территории за последний 50-летний период (1971–2020 гг.). Мы видим, что уже с начала 70-х гг. началось постепенное потепление в регионе (рис. 1). Только за период 1976–1980 гг. среднегодовая температура воздуха (7,9 °С) незначительно уступала климатической норме. В среднем за 50 лет она превысила многолетнюю норму на 0,98 °С. Май был теплее нормы на 0,4 °С, летние месяцы – соответственно на 0,7–0,2–0,2 °С и осенние – на 0,3–0,3–0,6 °С. Но главным фактором повышения среднегодовой температуры было потепление зимних (на 1,6–2,2–2,0 °С) и ранневесенних (на 2,0–1,3 °С) месяцев.

В среднем за 1971–1995 гг. превышение среднегодовой температуры воздуха над многолетней нормой составило 0,43 °С, а в 1996–2020 гг. – уже 1,57 °С. Именно за последние 25 лет отмечено наиболее сильное потепление в зимние месяцы – соответственно на 2,0–2,7–2,7 °С. Весенние месяцы были теплее нормы на 2,9–1,4–0,8 °С; летние – на 1,2–1,4–1,0 °С; осенние – на 0,8–0,9–1,2 °С.

Наибольший интерес для аграриев имеет анализ температурного режима вегетационного периода (апрель–сентябрь). За 1921–1970 гг.

средняя температура воздуха составила 17,35 °С, т.е. практически совпала с климатической нормой – 17,28 °С. Близкими к норме (от 16,6 до 18,0 °С) значения были в 1921, 1922, 1923, 1924, 1927, 1930, 1931, 1932, 1934, 1935, 1936, 1937, 1939, 1940, 1943, 1944, 1947, 1948, 1949, 1950, 1952, 1955, 1956, 1959, 1960, 1961, 1962, 1964, 1965, 1967, 1969, 1970 гг. (32 года, что составило 64 % за 50 лет наблюдений). Заметно холоднее от нормы были периоды в 1925, 1928, 1929, 1933, 1942, 1945, 1958 гг. (16 % от всех наблюдений). Наиболее теплые периоды вегетации культур были в 1938, 1941, 1946, 1951, 1953, 1954, 1957, 1963, 1966, 1968 гг. (20 % от всех наблюдений за 50 лет).

В условиях последнего пятидесятилетия (1971–2020 гг.) средняя температура теплого (апрель – сентябрь) периода составила 17,69 °С, а за последние 25 лет – 18,23 °С, что превысило многолетнюю климатическую норму соответственно на 0,41 и 0,95 °С. Самые теплые вегетационные периоды ($t^{\circ} \geq 19,0^{\circ}\text{C}$) отмечены в 1972, 1975, 2007, 2010, 2012, 2015, 2018 гг., а наиболее холодные ($t^{\circ} \leq 16,0^{\circ}\text{C}$) – в 1978, 1980, 1987, 1993 гг. Вегетационные периоды со средней температурой воздуха более 20 °С были в 2010 и 2012 гг. В отдельные дни июля и августа максимальная температура достигала 39,5–42,0 °С, а минимальная относительная влажность воздуха опускалась ниже 30 %. Это крайне негативно влияло на урожайность культур.

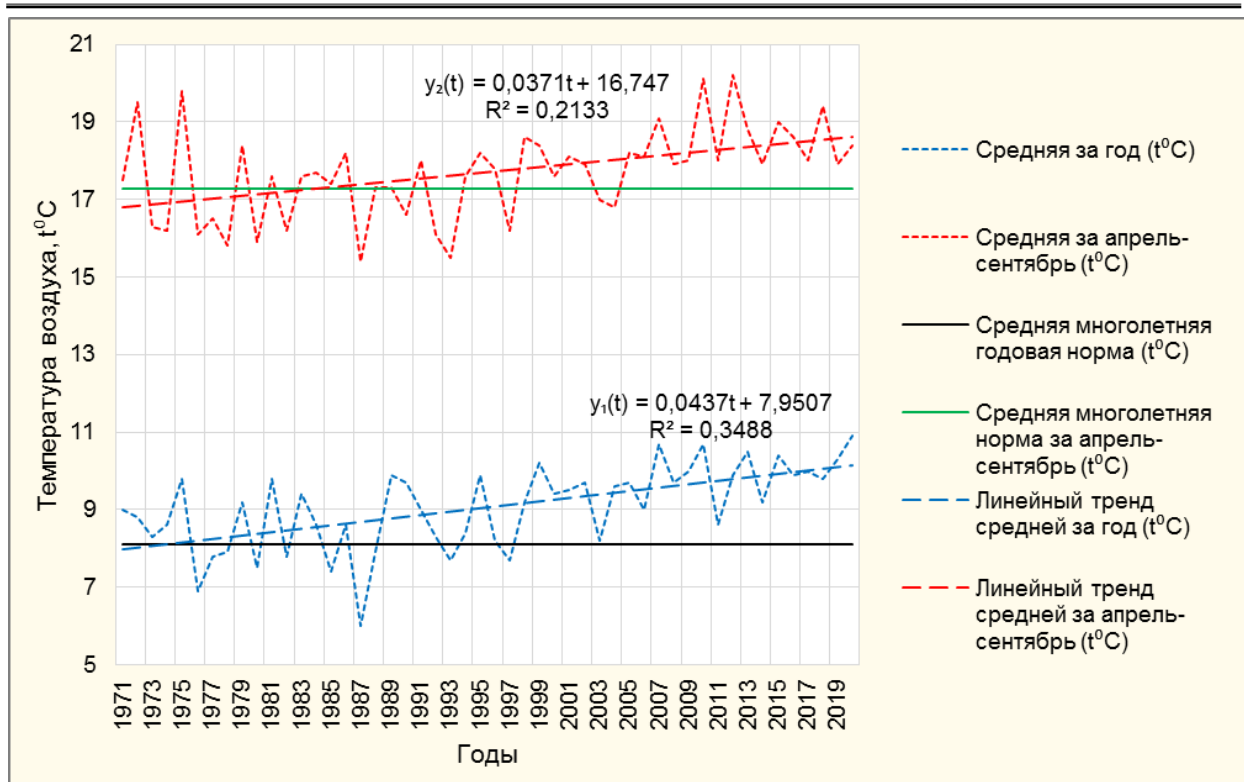


Рис. 1. Временной ход средней за год и средней за апрель–сентябрь температуры воздуха и их линейные тренды в период 1971–2020 гг.

Таким образом, мы установили, что наиболее значимое и ощутимое потепление климата в Луганской области начало происходить в последние 25 лет. Мы наблюдали устойчивое нарастание температуры. В каждом пятилетнем цикле температурный режим превышал климатическую норму на 0,8–2,1 °С.

За последние 25 лет зимние месяцы потепле-ли в среднем на 2,5 °С. Температура весенних месяцев превысила норму в среднем на 1,7 °С (а в марте на 2,9 °С). Летние месяцы были теплей нормы на 1,1 °С, а осенние – на 1,0 °С.

За предпоследний 50-летний период средне-годовое количество осадков в среднем составило 407,2 мм при норме 427 мм (табл. 2, рис. 2). Однако за последний 50-летний период ситуа-ция изменилась. Средняя сумма осадков за год превысила на 63,8 мм (14,9 %) климатическую норму. Причем за зимние месяцы сумма осад-ков возросла на 29,4 мм (38,2 %), за весну – на 14,8 мм (14,5 %), за лето – на 7,2 мм (4,8 %) за осень – на 12,4 мм (12,5 %).

Таблица 2

Среднемесячная и среднегодовая сумма осадков за 100 лет, мм

Годы	Месяц												Σ за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1921–1925	22,2	11,6	19,0	31,2	36,2	49,0	69,4	42,2	44,0	43,8	35,6	23,4	427,6
1926–1930	11,6	8,2	18,0	28,4	59,2	42,8	29,2	38,6	37,0	34,6	22,8	24,8	355,2
1931–1935	9,0	16,4	19,2	34,6	43,2	69,6	82,2	50,8	28,4	23,6	18,8	23,2	419,0
1936–1940	22,2	18,8	23,4	53,6	26,8	63,0	26,6	44,2	30,8	45,2	24,0	21,8	400,4
1941–1945	18,8	15,8	19,4	40,4	36,0	78,4	35,6	49,2	23,2	33,0	40,0	22,4	412,2
1946–1950	16,0	26,4	24,0	17,8	34,4	34,2	49,4	26,6	25,2	48,2	45,6	17,0	364,8
1951–1955	24,8	28,6	21,2	19,2	33,8	33,8	44,8	54,2	24,2	31,4	23,0	22,4	361,4
1956–1960	41,2	23,0	22,2	28,8	45,0	48,6	45,6	31,0	26,6	40,6	25,8	30,0	408,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1961–1965	22,6	27,8	33,8	30,2	55,2	48,4	40,2	19,8	29,0	19,2	40,6	40,8	407,6
1966–1970	64,2	29,6	30,6	32,6	33,2	79,4	33,4	59,4	25,0	39,8	34,6	54,2	516,0
\bar{X} за 50 лет	25,3	20,6	23,1	31,7	40,3	54,7	45,6	41,6	29,3	35,9	31,1	28,0	407,2
\bar{X} за 171 год	25	22	26	32	44	56	53	40	32	33	34	30	427
Разница \pm с многолетней нормой	+0,3	-1,4	-2,9	-0,3	-3,7	-1,3	-7,4	+1,6	-2,7	+2,9	-2,9	-2,0	-19,8
1971–1975	12,0	17,8	31,0	41,6	56,8	54,0	52,4	34,6	35,4	44,8	53,4	31,2	465,0
1976–1980	32,8	31,8	21,0	69,4	30,2	52,4	66,0	51,0	42,6	13,8	39,4	53,0	503,6
1981–1985	37,0	37,8	26,4	30,2	42,6	45,0	61,6	52,4	16,4	28,4	40,8	33,0	451,6
1986–1990	48,0	22,2	22,2	29,0	40,2	88,4	51,8	16,6	45,6	14,0	38,6	39,6	452,6
1991–1995	32,4	34,8	26,8	27,6	61,6	67,0	86,8	44,2	53,0	28,6	33,2	41,8	537,8
1996–2000	24,8	33,6	38,6	31,2	51,8	48,0	54,0	56,8	55,2	54,2	35,6	43,6	527,4
2001–2005	44,6	47,6	37,8	30,6	29,8	85,0	88,4	34,0	53,4	48,4	49,8	34,8	584,2
2006–2010	29,4	31,0	38,8	39,4	51,4	45,4	43,4	10,2	45,2	35,0	35,6	43,6	450,0
2011–2015	43,4	23,8	24,2	51,8	41,2	56,6	42,6	32,4	35,4	32,0	21,4	47,2	452,0
2016–2020	51,0	31,0	36,8	45,6	62,2	39,6	72,4	29,6	25,0	31,2	29,4	30,0	483,8
\bar{X} за 50 лет	35,5	31,1	30,4	39,6	46,8	58,1	61,9	36,2	40,7	33,0	37,7	39,8	490,8
\bar{X} за 171 год	25	22	26	32	44	56	53	40	32	33	34	30	427
Разница \pm с многолетней нормой	+10,5	+9,1	+4,4	+7,6	+2,8	+2,1	+8,9	-3,8	+8,7	0	+3,7	+9,8	+63,8

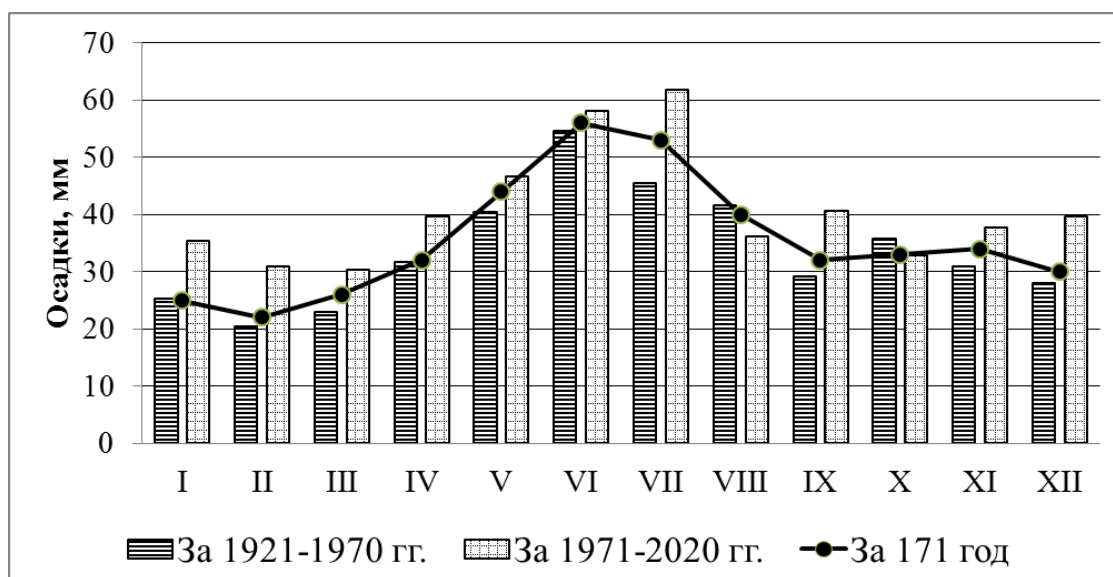


Рис. 2. Годовой ход сумм атмосферных осадков по месяцам, мм

Анализ последнего 50-летнего периода показал, что за 1971–1995 гг. среднегодовая сумма осадков превысила норму на 55,1 мм (12,9 %). При этом за зимние месяцы в сравнении с нормой их было больше на 31,2 %, за весенние – на 8,4 %; за летние – на 10,7; за осенние – на 6,7 %. А за последние 25 лет (1996–2020 гг.) превышение над нормой составило 72,4 мм

(17,0 %). Выяснено перераспределение осадков. За зиму количество осадков в сравнении с многолетней климатической нормой увеличилось на 34,8 мм (45,2 %), за весну – на 20,2 мм (19,8 %), за лето уменьшилось от нормы на 1,3 мм (0,9 %), а осенью средняя сумма осадков возросла на 18,4 мм (18,6 %).

Значительное изменение и перераспределение температурного режима, количества и сроков выпадения осадков по сезонам года произошло в последние 25 лет (1996–2020 гг.). Зима стала теплее нормы на 2,5 °С и более влажной на 34,8 мм (45,2 %). Заметно потеплели весна (на 1,7 °С), лето (1,1 °С) и осень (1,0 °С).

Весной осадков прибавилось на 20,2 мм (19,8 % от нормы), осенью – на 18,4 мм (на 18,6%), а летом – снизилось на 1,3 мм (0,9 %).

Анализ влагообеспеченности территории области за последние 25 лет показал повышение засушливости климата, особенно в летние месяцы (табл. 3).

Таблица 3

**Условия влагообеспеченности вегетационного периода
за последние 50 лет (1971–2020 гг.) по показателям ГТК Селянинова**

Годы	ГТК						За вегетационный период
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
1971–1975	1,38	1,14	0,91	0,75	0,55	0,74	0,91
1976–1980	2,47	0,67	0,95	1,03	0,86	1,01	1,17
1981–1985	1,18	0,81	0,79	0,94	0,83	0,37	0,82
1986–1990	1,52	0,87	1,44	0,77	0,28	1,04	0,99
1991–1995	0,94	1,35	1,11	1,38	0,70	1,25	1,12
Средняя за 25 лет	1,50	0,97	1,04	0,97	0,64	0,88	1,00
1996–2000	1,10	1,09	0,78	0,78	0,89	1,40	1,01
2001–2005	1,01	0,61	1,52	1,27	0,51	1,12	1,01
2006–2010	1,32	1,07	0,70	0,61	0,15	0,97	0,80
2011–2015	1,29	0,82	0,92	0,64	0,48	0,84	0,80
2016–2020	1,57	1,30	0,60	1,03	0,43	0,62	0,90
Средняя за 25 лет	1,26	0,98	0,90	0,87	0,49	1,00	0,90
\bar{X} за 50 лет	1,38	0,98	0,97	0,92	0,57	0,94	0,95
\bar{X} за 171 год	1,36	0,92	0,97	0,79	0,63	0,74	0,82

Так, в среднем за предпоследние 50 лет (1921–1970 гг.) гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова составлял 0,77, а за последние 50 лет (1971–2020 гг.) ГТК повысился до 0,95 при среднемноголетней климатической норме (в среднем за 171 год), равной 0,82. Если за 1971–1995 гг. ГТК составлял 1,00, а в летние месяцы – 0,88, то за последние 25 лет ГТК снизился до 0,90, в том числе за лето до 0,75. При этом зафиксировано некоторое повышение засушливости территории в апреле (на 0,10), июне (на 0,07) и августе (на 0,14). Незначительное повышение ГТК отмечено в мае (на 0,06), в июле (на 0,08) и заметное улучшение влагообеспеченности в сентябре (на 0,26).

Выводы. Установлено, что именно во второй половине последнего 50-летнего периода наблюдений, т.е. в течение последних 25 лет начало происходить заметное потепление климата в регионе во все сезоны года. Превышение среднегодовой температуры воздуха над многолетней климатической нормой составило

1,57 °С при скорости роста 0,63 °С/10 лет, а наиболее сильное потепление отмечено в зимние месяцы – в январе на 2,7 °С, феврале – на 2,7 °С, в декабре – на 2,0 °С. Весенние месяцы были теплее нормы соответственно на 2,9–1,4–0,8 °С; летние – на 1,2–1,4–1,0 °С; осенние – на 0,8–0,9–1,2 °С. При этом средняя температура теплого (апрель–сентябрь) периода составила 18,23 °С, что на 0,95 °С превысило климатическую норму.

За последние 50 лет (1971–2020 гг.) количество атмосферных осадков заметно возросло и превысило норму на 63,8 мм. А за последние 25 лет (1996–2020 гг.) превышение над нормой составило 72,4 мм (17,0 %). При этом за зимние месяцы сумма осадков возросла на 34,8 мм (45 %), за весенние – на 20,2 мм (19,8 %), за осенние – на 18,4 мм (18,6 %), а за лето, наоборот, уменьшилась от нормы на 1,3 мм (на 0,9 %).

За 100-летний период ГТК за вегетационный период значительно изменялся – от 0,38 в 1979 г. до 2,03 в 1992 г. За 1921–1970 гг. ГТК составил

0,77. За последние 50 лет ГТК постепенно снижался от 1,00 в период 1971–1995 гг. до 0,90 в период 1996–2020 гг. За последние 25 лет ГТК снизился за летние месяцы с 0,88 до 0,75, т.е. в наиболее критические по потребности во влаге периоды развития сельскохозяйственных культур.

В связи с заметным потеплением климата, перераспределением по сезонам года и повышением суммы годовых осадков, особенно в зимние и ранневесенние периоды, возникла насущная необходимость пересмотра и совершенствования основных элементов зональных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, подбора наиболее адаптированных к изменениям климатических условий культур, сортов и гибридов, имеющих наиболее высокую засухоустойчивость, урожайность, экологическую пластичность и стабильность.

Литература

1. Папцов А.Г., Шеламова Н.А. Глобальная продовольственная безопасность в условиях климатических изменений: монография. М.: РАН, 2018. 132 с.
2. Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Рогачева Э.В. и др. Географические и сезонные особенности современного глобального потепления // Фундаментальная и прикладная климатология. 2015. Т. 2. С. 41–62.
3. Бойцов В.Д. Изменчивость климата Великого Новгорода за последние 120 лет // Известия Русского географического общества. 2019. Т. 151, № 6. С. 35–45.
4. Груза Г.В., Бардин М.Ю., Ранькова Э.Я. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2014 год. М.: Госгидромет, 2015. 107 с.
5. Чуюн О.Г., Дериглазова Г.М. Оценка агроклиматического потенциала продуктивности пашни для модели управления агрохимическими свойствами почв // Земледелие. 2018. № 7. С. 6–11.
6. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год. М., 2020. 97 с.
7. Замятин С.А., Изместьев В.М., Виноградов Г.М. и др. Тенденции в изменении климата, влияющие на земледелие // Земледелие. 2010. № 4. С. 13–14.

8. Дериглазова Г.М., Боева Н.Н. Динамика погодных условий Курской области за последние 50 лет // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 7. С. 15–21.
9. Гольдварг Б.А., Гриценко В.Г., Боктаев М.В. Влияние изменения климата на продуктивность зерновых культур в центральной зоне Республики Калмыкия // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2 (62). С. 17–20.
10. Попытченко Л.М. Агроклиматическая оценка формирования продуктивности озимой пшеницы в условиях Донбасса // Вестник Краснодарского государственного аграрного университета. 2019. № 5. С. 28–35.
11. Колчин Е.А., Бармин А.Н., Кривжановская Г.В. и др. Особенности климатических изменений аридной территории Российской Федерации // Геология, география и глобальная энергетика. 2017. № 4 (76). С. 113–122.
12. Соколов И.Д., Долгих Е.Д., Соколова Е.И. Изменение климата востока Украины и его прогнозирование. Оптимистическое руководство. Луганск: Элтон-2, 2010. 133 с.
13. Агрокліматичний довідник по Луганській області (1986–2005 рр.) / за ред. Ю.М. Владова. Луганськ: ТОВ «Віртуальна реальність», 2011. 216 с.
14. Конопля Н.И. Климат Луганской области. Луганск: Русь, 1998. 128 с.

References

1. Papcov A.G., Shelamova N.A. Global'naya prodovol'stvennaya bezopasnost' v usloviyah klimaticheskikh izmenenij: monografiya. M.: RAN, 2018. 132 s.
2. Gruza G.V., Ran'kova `E.Ya., Rogacheva `E.V. i dr. Geograficheskie i sezonnye osobennosti sovremennogo global'nogo potepleniya // Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya. 2015. T. 2. S. 41–62.
3. Bojcov V.D. Izmenchivost' klimata Velikogo Novgoroda za poslednie 120 let // Izvestiya Russkogo geograficheskogo obschestva. 2019. T. 151, № 6. S. 35–45.
4. Gruza G.V., Bardin M.Yu., Ran'kova `E.Ya. Doklad ob osobennostyah klimata na territorii Rossijskoj Federacii za 2014 god. M.: Gosgidromet, 2015. 107 s.

5. *Chuyan O.G., Deriglazova G.M.* Ocenka agroklimaticeskogo potentsiala produktivnosti pashni dlya modeli upravleniya agrohimicheskimi svojstvami pochv // *Zemledelie*. 2018. № 7. S. 6–11.
6. Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossijskoj Federacii za 2019 god. M., 2020. 97 s.
7. *Zamyatin S.A., Izmest'ev V.M., Vinogradov G.M.* i dr. Tendencii v izmenenii klimata, vliyayuschie na zemledelie // *Zemledelie*. 2010. № 4. S. 13–14.
8. *Deriglazova G.M., Boeva N.N.* Dinamika pogodnyh uslovij Kurskoj oblasti za poslednie 50 let // *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2020. № 7. S. 15–21.
9. *Gol'dvarg B.A., Gricienko V.G., Boktaev M.V.* Vliyanie izmeneniya klimata na produktivnost' zernovyh kul'tur v central'noj zone Respubliki Kalmykiya // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2019. № 2 (62). S. 17–20.
10. *Popytchenko L.M.* Agroklimaticeskaya ocenka formirovaniya produktivnosti ozimoi pshenicy v usloviyah Donbassa // *Vestnik Krasnodarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019. № 5. S. 28–35.
11. *Kolchin E.A., Barmin A.N., Kryzhanovskaya G.V.* i dr. Osobennosti klimaticeskikh izmenenij aridnoj territorii Rossijskoj Federacii // *Geologiya, geografiya i global'naya energetika*. 2017. № 4 (76). S. 113–122.
12. *Sokolov I.D., Dolgih E.D., Sokolova E.I.* Izmenenie klimata vostoka Ukrainy i ego prognozirovanie. Optimisticheskoe rukovodstvo. Lugansk: `Elton-2, 2010. 133 s.
13. Agroklimatichnij dovidnik po Lugans'kij oblasti (1986-2005 rr.) / za red. *Yu.M. Vlasova*. Lugans'k: TOV «Virtual'na real'nist'», 2011. 216 s.
14. *Konoplya N.I.* Klimat Luganskoj oblasti. Lugansk: Rus', 1998. 128 s.

