

## КЛИМАТИЧЕСКАЯ НОРМА ТЕМПЕРАТУРНОГО ПАРАМЕТРА КЛИМАТА СТЕПНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ОРЕНБУРГА В СВЯЗИ С ПОТЕПЛЕНИЕМ

**Показано, что среднесуглинистым степным черноземам Оренбурга характерна строго определенная климатическая норма температуры воздуха и почвы, температура почвы на глубине 20 см теплого и холодного периодов, глубина проникновения 0°C и длительность теплого периода, температура почвы осенней, зимней, весенней и летней климатических стадий. Современное потепление климата сопровождается потеплением климата почвы.**

**Ключевые слова:** климат, климат почв, потепление климата, термообеспеченность почв.

В настоящее время климат почв приобретает важное и актуальное значение в связи с современной тенденцией потепления. В настоящей работе анализируется климатическая норма температурного параметра климата почвы, как количественный критерий термообеспеченности и изменчивости климата почвы в связи с современной тенденцией потепления климата степных среднесуглинистых черноземов, характеризуемых данными метеостанции Оренбург.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования послужила климатическая норма (КН) температурного параметра среднесуглинистого чернозема (метеостанция Оренбург). Климатическая норма температурного параметра климата рассматривается как среднее значение температуры воздуха и почвы на каждой глубине (20, 40, 80, 120, 160, 240 и 320 см) за период 1961-1990 гг. Проанализированы среднесуточные значения температуры воздуха и почвы относительно КН за весь период наблюдения и по сезонам года за 1891-2008 гг. за температурой почвы и воздуха.

Цель настоящей работы – определить климатическую норму температуры воздуха и почвы и выявить закономерности изменения климата среднесуглинистого чернозема Оренбурга в связи с потеплением климата.

### Результаты и обсуждение

Климатическая норма температурного параметра климата района исследования составляет 4,7°C. За более чем 100 летний период наблюдения (1891-2008 гг.) отмечается устойчивый рост температуры воздуха относительно КН. Среднедесятилетняя температура воздуха за период 1891-1900 гг. составила 3,3°C, что ниже КН (4,7°C) на 1,4°C. В последующие десятилетия температура воздуха повышается и приближается к КН, достигая 4,6°C за

период 1971-1980 гг. это означает, что среднедесятилетняя температура воздуха за период 1891-1980 гг. повысилась на 1,3°C. Устойчивое потепление климата продолжалось до 2008 г, при котором средняя температура воздуха за период 2001-2008 гг. составила 5,8°C, что выше КН на 1,1°C.

Таким образом для черноземов степи Оренбурга температура воздуха, более чем за 100 летний период повысилась с 3,3°C до 5,8°C, что составляет 2,5°C. Весьма характерно, что потепление климата за период 1991-2000 гг. и 2001-2008 гг. отмечается в холодное время года. Так за период 2001-2008 гг. среднедесятилетняя температура воздуха выше КН в январе на 3,2°C, в марте на 2,6°C, в ноябре на 1,4°C. Среднедесятилетняя температура воздуха за период 2001-2008 гг. в июне, июле и декабре была ниже КН, а с августа по март – выше КН. В летний, весенний и осенний периоды температура воздуха была выше КН, в летний период температура воздуха в июне и июле была ниже КН, а в августе – выше. В зимнюю сезонную климатическую стадию температура воздуха была выше КН в январе и феврале, и лишь только в декабре температура воздуха была ниже КН.

*Осадки.* Для суглинистого чернозема климатическая норма осадков составляет 365,7 мм при климатической норме температурного параметра климата 4,7°C. Потепление климата на 0,3°C за период 1981-1990 гг. и на 0,4°C за период 1991-2000 гг. сопровождается выпадением количества осадков, соответствующих КН, а повышение средней температуры воздуха за период 2001-2008 гг. на 1,1°C относительно КН сопровождается увеличением количества осадков на 21,1 мм относительно КН.

Таким образом, в многолетнем цикле при современном потеплении климата не отмечается четкой зависимости между повышением среднедесятилетних температур воздуха и уменьшением количества осадков

Климатическая норма температуры чернозема составляет 7,6<sup>0</sup>С на глубине 20см (табл.1). В годичном цикле самая низкая КН в слое 320 см отмечается в феврале и составляет 0,1<sup>0</sup>С. Самая высокая КН в слое 320 см отмечается в августе (16,2<sup>0</sup>С). Климатическая норма теплого периода на глубине 20 см составляет 13,4<sup>0</sup>С, постепенно снижаясь до 7,8<sup>0</sup>С на глубине 320 см. Климатическая норма глубины проникновения 0<sup>0</sup>С в холодное время года в черноземах достигает 124 см, а длительность нахождения чернозема в мерзлом состоянии на глубине 20 см составляет 8 месяцев.

Современное потепление климата сопровождается повышением среднедесятилетней температуры

почвы. Среднедесятилетняя температура чернозема на глубине 20 см за период 1991-2000 гг. составляет 8,1<sup>0</sup>С, что выше климатической нормы (7,6<sup>0</sup>С) на 0,5<sup>0</sup>С. Среднедесятилетняя температура чернозема за период 1991-2000 гг. на глубине 320 см составляет 8,3<sup>0</sup>С, что выше КН (7,8<sup>0</sup>С) на 0,5<sup>0</sup>С. Для холодного периода года КН температуры чернозема на глубине 20 см за период 1991-2000 гг. составляет -3,6<sup>0</sup>С, что выше КН (-4,1<sup>0</sup>С) на 0,5<sup>0</sup>С. Повышение температур чернозема за период 1991-2000 гг. на 0,5<sup>0</sup>С относительно КН сопровождалось уменьшением глубины промерзания на 31 см (табл.1).

Климатическая норма термических ресурсов чернозема. Повышение среднедесятилетних тем-

Таблица 1. Климатические параметры черноземной почвы

Станция, почва	Период	Месяцы	Глубина, см							Клим. норма в слое 320 см
			20	40	80	120	160	240	320	
Оренбург Чернозем суглинистый	1961-1990	1	-4.7	-3.2	-0.4	1.9	3.5	6.0	7.5	1.5
		2	-5.6	-4.2	-2.0	0.2	1.8	4.3	6.1	0.1
		3	-2.9	-2.5	-1.4	-0.1	1.0	3.3	5.0	0.3
		4	4.7	3.3	1.6	1.3	1.7	2.8	4.3	2.8
		5	14.6	12.5	9.1	6.6	5.5	4.3	4.6	8.2
		6	19.9	17.9	14.2	11.5	9.9	7.3	6.1	12.4
		7	23.1	21.2	17.6	14.9	13.1	10.1	8.1	15.4
		8	21.5	20.3	18.2	16.3	14.9	12.2	10.0	16.2
		9	15.9	16.1	16.0	15.5	14.7	13.1	11.1	14.6
		10	7.0	8.7	10.9	12.0	12.5	12.3	11.4	10.7
		11	0.7	2.8	5.9	8.0	9.1	10.4	10.6	6.8
		12	-3.4	-1.1	2.2	4.6	6.1	8.2	9.2	3.7
климатическая норма, <sup>0</sup> С			7.6	7.7	7.7	7.7	7.8	7.9	7.8	7.7
для теплого периода			13.4	12.9	10.6	8.4	7.8	7.9	7.8	7.7
для холодного периода			-4.1	-2.7	-1.3	-0.1				
глуб. проникнов. 0 <sup>0</sup> С, см			124							
длит. тепл. периода, мес.			8	8	9	11	12	12	12	12
длит. холод. периода, мес.			4	4	3	1	0	0	0	0
Оренбург Чернозем суглинистый	1991-2000	1	-5.2	-3.0	0.0	2.2	3.9	6.5	7.8	1.7
		2	-4.1	-2.5	-0.5	1.4	2.7	5.1	6.6	1.2
		3	-3.0	-1.9	-0.5	0.9	2.0	4.1	5.6	1.0
		4	6.1	4.2	2.4	2.1	2.4	3.7	4.9	3.7
		5	15.5	12.6	9.0	7.0	5.9	5.0	5.1	8.6
		6	22.1	18.7	14.3	11.6	10.0	7.5	6.6	13.0
		7	23.8	21.2	17.7	15.1	13.4	10.2	8.6	15.7
		8	22.3	20.7	18.5	16.6	15.2	12.2	10.4	16.5
		9	16.1	16.3	16.1	15.6	15.0	13.1	11.6	14.8
		10	8.6	10.2	11.7	12.6	12.9	12.6	11.8	11.5
		11	-0.9	2.7	6.3	8.5	9.7	11.0	11.1	6.9
		12	-4.5	-1.2	2.0	4.5	6.2	8.6	9.6	3.6
среднегодовая температура			8.1	8.2	8.1	8.2	8.2	8.3	8.3	8.2
для теплого периода			16.4	13.3	9.8	8.2	8.2	8.3	8.3	8.2
для холодного периода			-3.6	-2.2	-0.5					
глуб. проникнов. 0 <sup>0</sup> С, см										
длит. тепл. периода, мес.			8	8	10	12	12	12	12	12
длит. холод. периода, мес.			4	4	2	0	0	0	0	0

ператур чернозема за период 1991-2000 гг. в слое 320 см способствовало увеличению термических ресурсов. В слое сезонного промерзания черноземов уменьшилась сумма отрицательных температур, что привело в весеннее время к меньшему расходу энергии на протаивание и увеличению потока тепла в почву при нагревании в положительном спектре температур. В профиле чернозема до глубины 320 см увеличилась сумма температур выше 10°C относительно КН, по всему профилю, а в слое 320 см сумма температур выше 10°C превысила КН на 1181°C (табл.2).

Осенняя сезонная климатическая стадия чернозема характеризуется наличием положительных температур почвы до глубины 320 см. Климатическая норма температур чернозема изменяется от 7,8°C на глубине 20 см до 11,0°C на глубине 320

см. Для осеннего периода климатическая норма температуры чернозема в слое 320 см составляет 10,7°C, что выше температуры второго биологического минимума (10°C). Сравнение среднесезонных температур почвы за период 1991-2000 гг. с КН показывает, что за этот период превышение температуры по профилю почвы составило от 0,1°C на глубине 20 см до 0,5°C на глубине 320 см. Превышение среднесезонных температур чернозема в осеннюю климатическую стадию относительно КН температуры свидетельствует о потеплении климата в осеннюю сезонную климатическую стадию.

Зимняя сезонная климатическая стадия характеризуется нахождением почвы в таломерзлом состоянии. В мерзлой части чернозема климатическая норма температуры отрицатель-

Таблица 2. Термические ресурсы черноземных почв

Глубина, см	Среднегодовая температура, °С			Суммы температур <0°C			Суммы температур >10°C			Суммы температур >5°C			Суммы температур >0°C		
	1961-1990	1991-2000	Изменение	1961-1990	1991-2000	Изменение	1961-1990	1991-2000	Изменение	1961-1990	1991-2000	Изменение	1961-1990	1991-2000	Изменение
Почва – чернозем суглинистый (метеостанция Оренбург)															
темп. воздуха	4.7	5.1	+0.4	-1382	-1318	+64	2800	2894	+94	3018	3097	+79	3119	3184	+65
20	7.6	8.1	+0.5	-545	-521	+24	2805	3263	+458	3071	3542	+471	3168	3595	+427
40	7.7	8.2	+0.5	-345	-258	+87	2706	3011	+305	2975	3213	+238	3139	3372	+233
80	7.7	8.1	+0.4	-142	-56	+86	2385	2427	+42	2803	2886	+83	2967	3033	+66
160	7.8	8.2	+0.4	-8	0	+8	1866	2042	+176	2563	2639	+76	2865	3026	+161
320	7.8	8.3	+0.5	0	0	0	1113	1313	+200	2626	2912	+286	2864	3033	+169
в слое 320 см	7.7	8.2	+0.5	-1040	-835	+205	10875	12056	+1181	14038	15192	+1154	15003	16059	+1056

Таблица 3. Температурные параметры климата сезонных климатических стадий черноземных почв (метеостанция Оренбург)

Глубина, см	Осень			Зима			Весна			Лето		
	1961-1990	1991-2000	Изменение									
20	7.8	7.9	+0.1	-4.5	-4.6	-0.1	5.4	6.2	+0.8	21.5	22.7	+1.2
40	9.2	9.7	+0.5	-2.8	-2.2	+0.6	4.5	5.0	+0.5	19.8	20.2	+0.4
80	10.9	11.4	+0.5	-0.1	0.5	+0.6	3.1	3.6	+0.5	16.7	16.8	+0.1
120	11.8	12.2	+0.4	2.2	2.7	+0.5	2.6	3.4	+0.8	14.3	14.4	+0.1
160	12.1	12.5	+0.4	3.8	4.2	+0.4	2.7	3.4	+0.7	12.6	12.8	+0.2
240	11.9	12.2	+0.3	6.2	6.7	+0.5	3.5	4.3	+0.8	9.9	10.0	+0.1
320	11.0	11.5	+0.5	7.6	8.0	+0.4	4.6	5.2	+0.6	8.1	8.5	+0.4
Средняя в слое 320 см	10.7	11.1	+0.4	1.8	2.2	+0.4	3.8	4.4	+0.6	14.7	15.1	+0.4

ная и изменяется от  $-4,5^{\circ}\text{C}$  на глубине 20 см до  $-0,1^{\circ}\text{C}$  на глубине 80 см. В талой части почвы КН температуры повышается от  $2,2^{\circ}\text{C}$  на глубине 20 см до  $7,6^{\circ}\text{C}$  на глубине 320 см. Климатическая норма температуры чернозема в зимнюю сезонную климатическую стадию составляет  $1,8^{\circ}\text{C}$ . Современное потепление климата за период 1991-2000 гг. сопровождалось неоднозначным изменением температуры чернозема. В мерзлой части почвы среднедесятилетняя температура за период 1991-2000 гг. составляет  $-4,6^{\circ}\text{C}$  на глубине 20 см, что ниже климатической нормы ( $4,5^{\circ}\text{C}$ ) на  $0,1^{\circ}\text{C}$ . В профиле чернозема среднедесятилетняя температура за период 1991-2000 гг. в зимнюю сезонную климатическую стадию превышала КН на  $0,6^{\circ}\text{C}$  на глубине 20 см до  $0,4^{\circ}\text{C}$  на глубине 320 см. Понижение среднедесятилетней температуры почвы на глубине 20 см на  $0,1^{\circ}\text{C}$  в зимнюю сезонную климатическую стадию объясняется кратковременным похолоданием, при котором понижение среднедесятилетней температуры достигло 20 см. С глубины 20 см до 320 см среднедесятилетняя температура почвы превышала КН, что следует отнести к накоплению тепла за предыдущий период потепления в слое 320 см. Среднедесятилетняя температура почвы за период 1991-2000 гг. в слое 320 см составляет  $2,2^{\circ}\text{C}$ , что выше КН ( $1,8^{\circ}\text{C}$ ) на  $0,4^{\circ}\text{C}$ . Это свидетельствует о том, что в зимнюю сезонную климатическую стадию в черноземе потепление климата способствует меньшему выхолаживанию и сохранению тепла, накопившегося в летнюю сезонную климатическую стадию.

*Весенняя сезонная климатическая стадия.* В весеннюю сезонную климатическую стадию КН изменяется по профилю почвы от  $5,4^{\circ}\text{C}$  на глубине 20 см до  $4,6^{\circ}\text{C}$  на глубине 320 см. В слое 320 см чернозема КН температуры составляет  $3,8^{\circ}\text{C}$ . Современное потепление климата сопровождается повышением среднедесятилетней температуры почвы по всему профилю почвы.

*Летняя сезонная климатическая стадия* чернозема изменяется от  $21,5$  на глубине 20 см до  $8,1^{\circ}\text{C}$  на глубине 320 см. В слое чернозема 320 см КН составляет  $14,7^{\circ}\text{C}$ . В летнюю сезонную климатическую стадию за период 1991-2000 гг. в профиле чернозема складываются благоприятные экологические условия, при которых температура второго биологического минимума ( $10^{\circ}\text{C}$ ) достигает глубины 230 см. Климатическая норма чернозема в слое 320 см составляет  $14,7^{\circ}\text{C}$ .

Современное потепление климата на  $0,4^{\circ}\text{C}$  за период 1991-2000 гг. относительно КН сопровождается повышением температуры от  $1,2$  на глубине 20 см до  $0,4^{\circ}\text{C}$  на глубине 320 см. Среднедесятилетняя температура в слое 320 см составляет  $15,1^{\circ}\text{C}$ , что выше КН на  $0,4^{\circ}\text{C}$ .

#### Заключение

Предложенный подход к определению климатической нормы температурного параметра характеризует климатический стандарт формирования и развития степи Оренбурга. Климатическая норма температуры служит не только для определения термообеспеченности почв, но и позволяет оценивать термические ресурсы почвы в связи с изменчивостью климата во времени.

1.08.2011

**Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант №09-04-00405-а**

Сведения об авторах:

**Худяков Олег Иванович**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Учреждения Российской академии наук Института физико-химических и биологических проблем почвоведения

**Решоткин Олег Владимирович**, кандидат биологических наук, научный сотрудник Учреждения Российской академии наук Института физико-химических и биологических проблем почвоведения

#### UDC 631.4

**Khudyakov O.I., Reshotkin O.V.**

Institute of physicochemical and biological problems in soil science of the RAS e-mail: oix@rambler.ru

#### **CLIMATIC NORM OF TEMPERATURE PARAMETER OF THE CLIMATE OF STEPPE CHERNOZEMS IN ORENBURG DUE TO THE WARMING**

It has been shown that strictly specific climatic norm of the air and soil temperature, soil temperature at the depth of 20 cm of warm and cold periods, the depth of  $0^{\circ}\text{C}$  penetration and the duration of warm period, the temperature of autumn, winter, spring and summer climatic stages is typical for moderate loamy steppe chernozems of Orenburg. Current climatic warming is followed by the warming of soil's climate.

Key words: soils' climate, climate warming, thermal security of the soils.