

УДК 631.4

## ДИНАМИКА КЛИМАТА ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В СВЯЗИ С ПОТЕПЛЕНИЕМ

© 2012 О.И. Худяков, О.В. Решоткин

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
г. Пущино

Поступила в редакцию 12.05.2012

Современное потепление климата сопровождается увеличением термообеспеченности южных черноземов в теплый период года, уменьшением глубины сезонного промерзания и длительности пребывания почвы в мерзлом состоянии.

Ключевые слова: *климат, почва, климатическая норма*

Из материалов Всемирной конференции по изменению климата [1, 2] следует, что на современном этапе отмечается потепление климата на глобальном, континентальном и региональном уровнях. В основе анализа современной изменчивости климата Всемирной метеорологической организацией предложена климатическая норма (КН) – средняя величина любого параметра климата, взятая за период 1961-1990 гг.

*Глобальное изменение климата.* За период наблюдений (1861-2001 гг.) отмечаются малые периоды потепления и похолодания, а начиная, примерно, с 1980 г. наблюдается устойчивое глобальное потепление климата, при котором каждая среднедесятилетняя температура превышала КН. В настоящее время глобальное потепление, относительно КН, достигает 0,4-0,6<sup>0</sup>С [2].

*Континентальное изменение климата.* Глобальное потепление климата затронуло все континенты. Повышение температуры воздуха, относительно КН, от 0,3 до 1,5<sup>0</sup>С вызвало: аридизацию климата в континентальных регионах, увеличение штормов и тайфунов в океанах и морях, уменьшение площади льда в Арктике и Антарктике, проникновение теплого течения Гольфстрим на 500-800 км в Арктику, увеличение глубины протаивания многолетней мерзлоты, уменьшение глубины сезонного промерзания и другие последствия.

*Региональное изменение климата* рассматривается на примере России. По данным сети Росгидромета потепление по России за последние 100 лет (1907-2006 гг.) составило 1,29<sup>0</sup>С при среднем глобальном потеплении на 0,74<sup>0</sup>С [3]. За период 1976-2006 гг. среднее потепление по

России достигло 1,33<sup>0</sup>С. Уменьшилось число дней с морозами. Наибольшее увеличение минимальной и максимальной суточной температуры отмечается в холодный сезон. Объектом исследования послужил чернозем южный среднесуглинистый, характеризуемый данными метеостанции Рубцовск (координаты 51<sup>0</sup>35'; 81<sup>0</sup>12').

*Динамика температуры воздуха.* По метеостанции Рубцовск КН температуры воздуха составляет 2,4<sup>0</sup>С. За период 1931-1980 гг. отмечается период похолодания, в котором температура воздуха каждого из десятилетий была ниже КН на 0,5<sup>0</sup>С за период 1931-1940 гг., на 0,4<sup>0</sup>С за период 1941-1950 гг., на 0,7<sup>0</sup>С за период 1951-1960 гг., на 0,3<sup>0</sup>С за период 1961-1970 гг. и на 0,1<sup>0</sup>С за период 1971-1980 гг. Период похолодания сменился с 1980 г. периодом устойчивого потепления, при котором температура воздуха каждого десятилетия превышала КН на 0,5<sup>0</sup>С (1981-1990 гг.), на 0,7<sup>0</sup>С (1991-2000 гг.) и на 1,1<sup>0</sup>С за период 2001-2010 гг.

*Осадки.* Климатическая норма осадков южного чернозема составляет 356 мм. За период 1961-1970 гг. осадки были меньше КН нормы на 26 мм, что характеризует этот период как аридный. За период 1971-1980 гг. осадки превышали КН на 24,4 мм, что характеризует этот период как гумидный. За период 1981-2010 в каждом из десятилетий осадков выпало меньше КН от 16 до 33,1 мм, что характеризует каждый из периодов как аридный.

*Климат.* За период потепления (1981-2010 гг.) средняя температура каждого десятилетия превышала КН на 0,5-1,1<sup>0</sup>С. Этот период мы относим к малому периоду современного потепления (конец XIX начало XX века). Современное потепление сопровождается превышением осадков относительно КН (1981-1990 гг.) и характеризуется как гумидный период потепления, а

Худяков Олег Иванович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: oix@rambler.ru  
Решоткин Олег Владимирович, кандидат биологических наук, научный сотрудник. E-mail: reshotkin@rambler.ru

период с осадками меньше КН (1991-2000 и 2001-2010 гг.) - как аридный период потепления.

*Климатическая норма среднегодовой температуры южного чернозема* в слое почвы 320 см составляет 5,8<sup>0</sup>С, что характеризует климат согласно классификации климата почвы (табл. 1) как холодный. Современное потепление климата сопровождается накоплением тепла в почве и уменьшением глубины сезонного промерзания. За период 1991-2000 гг. глубина сезонного промерзания уменьшилась, относительно КН на 32 см, а за период 2001-2010 гг. глубина сезонного промерзания составила 124 см, что меньше КН на 44 см. Для южного чернозема КН пребывания в талом состоянии составляет 7 месяцев. Современное потепление климата за период 1991-2000 гг. сопровождалось более поздним осенним промерзанием и ранним весенним протаиванием, что привело к увеличению длительности пребывания почвы в талом состоянии с 7 до 8 месяцев.

*Осенняя сезонная климатическая стадия* характеризуется пребыванием южного чернозема в талом состоянии, при котором КН температуры на глубине 20 см составляет 6,4<sup>0</sup>С, что характеризует климат как холодный (табл. 1). Холодные климатические условия в южном черноземе в осенний аридный климатический период складываются до глубины 320 см, при которых температура почвы не превышала 10<sup>0</sup>С. В условиях осеннего аридного климатического периода южный чернозем меньше выхолаживается, что способствует сохранению тепла, накопившегося в летний период времени. Среднедесятилетняя температура южного чернозема в слое 320 см за период 2001-2010 гг. превышала КН на 1,1<sup>0</sup>С. Характерно, что в осенний аридный климатический период в слое почвы 120-240 см отмечается термоизоплета 10<sup>0</sup>С, что превышает КН на 1,1-1,2<sup>0</sup>С, а климат на этих глубинах характеризуется как умеренно холодный.

**Таблица 1.** Классификация стадий климата почв

Формы воды и ее доступность для растений	Стадии климата по гидрологическому горизонту в теплое время года	Стадии климата по диапазону положительных температур, <sup>0</sup> С						
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	>30
		очень холодная	холодная	умеренно холодная	умеренно теплая	теплая	очень теплая	жаркая
сорбированная, недоступная	аридная	1а	1б	1в	1г	1д	1е	1ж
пленочная и частично капиллярная, труднодоступная	семиаридная	2а	2б	2в	2г	2д	2е	2ж
капиллярная, среднедоступная	семигумидная	3а	3б	3в	3г	3д	3е	3ж
капиллярная, легкодоступная	гумидная	4а	4б	4в	4г	4д	4е	4ж
Капиллярная гравитационная, легкодоступная	гумидная							

*Примечания: Стадии климата талой почвы:* 1а – очень холодная аридная; 1б – холодная аридная; 1в – умеренно холодная аридная; 1г – умеренно теплая аридная; 1д – теплая аридная; 1е – очень теплая аридная; 1ж – жаркая аридная; 2а – очень холодная семиаридная; 2б – холодная семиаридная; 2в – умеренно холодная семиаридная; 2г – умеренно теплая семиаридная; 2д – теплая семиаридная; 2е – очень теплая семиаридная; 2ж – жаркая семиаридная. 3а – очень холодная семигумидная; 3б – холодная семигумидная; 3в – умеренно холодная семигумидная; 3г – умеренно теплая семигумидная; 3д – теплая семигумидная; 3е – очень теплая семигумидная; 3ж – жаркая семигумидная. 4а – очень холодная гумидная; 4б – холодная гумидная; 4в – умеренно холодная гумидная; 4г – умеренно теплая гумидная; 4д – теплая гумидная; 4е – очень теплая гумидная; 4ж – жаркая гумидная

**Таблица 2.** Климатические параметры почвы

Станция, почва	Период	Месяцы	Глубины, см							Клим. норма в слое 320 см
			20	40	80	120	160	240	320	
Рубцовск Чернозем южный среднесуглинистый	1961-1990	1	-6.4	-4.5	-1.7	0.0	1.7	3.9	5.4	-0.2
		2	-7.0	-5.6	-3.0	-1.2	0.4	2.5	4.3	-1.4
		3	-3.7	-3.3	-2.3	-1.4	-0.2	1.7	3.3	-0.8
		4	3.3	1.9	0.6	0.3	0.5	1.6	2.8	1.6
		5	11.6	9.3	6.6	4.9	3.8	3.0	3.1	6.0
		6	18.1	15.2	11.8	9.6	7.8	5.6	4.6	10.4
		7	21.1	18.7	15.3	12.9	10.9	8.0	6.3	13.3
		8	19.0	17.6	15.6	13.9	12.4	9.8	7.8	13.7

		Продолжение таблицы 1								
		9	13.7	13.6	13.3	12.6	11.9	10.3	8.7	12.0
		10	5.7	7.0	8.7	9.3	9.8	9.5	8.8	8.4
		11	-0.3	1.5	4.1	5.7	6.8	7.8	8.0	4.8
		12	-4.2	-2.3	0.8	2.4	4.0	5.8	6.7	1.9
среднегодовая температура, °С			5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
глуб. проникнов. см			168							
длит. tepl. периода, мес.			7	8	9	10	11	12	12	9
длит. холод. периода, мес.			5	4	3	2	1	0	0	3
Рубцовск Чернозем южный среднесу- глинистый	1991- 2000	1	-6.8	-4.6	-1.2	0.8	2.6	4.8	6.1	0.2
		2	-6.1	-4.5	-1.7	-0.2	1.4	3.4	5.0	-0.4
		3	-3.7	-2.8	-1.4	-0.5	0.8	2.6	4.1	-0.1
		4	4.5	2.8	1.4	1.1	1.6	2.5	3.6	2.5
		5	12.9	10.9	7.7	6.0	5.1	4.0	4.0	7.2
		6	18.7	16.3	12.5	10.3	8.9	6.5	5.4	11.2
		7	21.9	19.6	15.7	13.4	11.8	8.8	7.0	14.0
		8	20.1	18.7	16.2	14.6	13.3	10.6	8.6	14.6
		9	13.8	13.6	13.4	13.0	12.8	11.1	9.5	12.5
		10	6.9	7.8	9.5	10.0	10.7	10.3	9.5	9.2
		11	-0.8	1.2	4.8	6.3	7.8	8.7	8.8	5.3
		12	-4.6	-2.5	1.0	2.9	4.6	6.7	7.5	2.2
среднегодовая температура, 0°С			6.4	6.4	6.5	6.5	6.8	6.7	6.6	6.5
глуб. проникнов. см			136							
длит. tepl. периода, мес.			7	8	9	10	12	12	12	10
длит. холод. периода, мес.			5	4	3	2	0	0	0	2
Рубцовск Чернозем южный среднесу- глинистый	2001- 2007	1	-6.4	-4.2	-0.6	1.4	3.1	5.5	6.7	0.8
		2	-6.7	-5.1	-2.1	0.0	1.6	4.0	5.4	-0.4
		3	-2.8	-2.3	-1.1	-0.1	1.1	3.0	4.5	0.3
		4	5.1	3.3	2.3	1.9	2.2	3.0	4.0	3.1
		5	13.4	11.3	8.4	6.6	5.7	4.6	4.5	7.8
		6	19.4	16.8	13.0	10.7	9.2	7.0	5.9	11.7
		7	20.6	18.8	15.6	13.5	11.9	9.3	7.6	13.9
		8	19.3	18.0	15.8	14.3	13.1	10.8	9.0	14.3
		9	14.3	14.3	13.9	13.4	12.9	11.4	9.9	12.9
		10	6.7	7.9	9.6	10.4	10.9	10.7	10.0	9.5
		11	1.0	2.8	5.5	7.0	8.2	9.2	9.3	6.1
		12	-4.0	-1.5	1.9	3.9	5.5	7.5	8.1	3.1
среднегодовая температура, 0°С			6.7	6.7	6.9	6.9	7.1	7.2	7.1	6.9
глуб. проникнов. 0°С, см			124							
длит. tepl. периода, мес.			8	8	9	11	12	12	12	11
длит. холод. периода, мес.			4	4	3	1	0	0	0	1

Таблица 3. Температурные параметры климата сезонных климатических стадий почвы (метеостанция Рубцовск)

Глубина, см	Осень			Зима			Весна			Лето		
	1961-1990	1991-2000	2001-2007	1961-1990	1991-2000	2001-2007	1961-1990	1991-2000	2001-2007	1961-1990	1991-2000	2001-2007
20	6.4	6.6	7.3	-5.9	-5.8	-5.7	3.7	4.6	5.2	19.4	20.2	19.8
40	7.3	7.6	8.3	-4.1	-3.9	-3.6	2.6	3.6	4.1	17.2	18.2	17.8
80	8.7	9.2	9.7	-1.3	-0.6	-0.3	1.6	2.6	3.2	14.2	14.8	14.8
120	9.2	9.7	10.3	0.4	1.1	1.8	1.3	2.2	2.8	12.1	12.8	12.8
160	9.5	10.4	10.7	2.0	2.9	3.4	1.4	2.5	3.0	10.4	11.3	11.4
240	9.2	10.0	10.4	4.1	5.0	5.7	2.1	3.1	3.5	7.8	8.6	9.0
320	8.5	9.3	9.7	5.5	6.2	6.7	3.1	3.9	4.3	6.2	7.0	7.5
Средняя в слое 320 см	8.4	9.0	9.5	0.1	0.7	1.1	2.3	3.2	3.7	12.5	13.3	13.3

Зимняя сезонная климатическая стадия характеризуется пребыванием южного чернозема в мерзло-талом состоянии. Климатическая норма температура мерзлой части почвы на глубине 20 см составляет  $-5,9^{\circ}\text{C}$ , что характеризует климат южного чернозема на этой глубине как мерзлотный. Климатическая норма температуры южного чернозема в зимнюю сезонную климатическую стадию в слое почвы от 40 до 124 см изменяется от  $-4,1$  до  $0^{\circ}\text{C}$ , что характеризует климат почвы как очень холодный. Климатическая норма температуры южного среднесуглинистого чернозема в слое 120-240 см изменяется от  $0,4$  до  $4,1^{\circ}\text{C}$ , что характеризует климат в этом

слое как очень холодный. Климатическая норма температуры южного чернозема на глубине 310 см и ниже – выше  $5^{\circ}\text{C}$ , что характеризует климат почвы на этих глубинах в зимнюю сезонную климатическую стадию как холодный. Современное потепление в зимнюю сезонную климатическую стадию сопровождается меньшим выхолаживанием почвы. Температура мерзлой почвы на глубине 20 см за период 2001-2007 гг., превышала КН на  $0,2^{\circ}\text{C}$ , на глубине 40 см – на  $0,5^{\circ}\text{C}$ , а на глубине 80 см средняя температура относительно КН повысилась на  $1^{\circ}\text{C}$ . В талой части профиля почвы температура повысилась относительно КН от  $1,2$  до  $1,6^{\circ}\text{C}$ .

*Весенняя сезонная климатическая стадия* характеризуется пребыванием южного чернозема в талом состоянии. Климатическая норма температуры понижается по профилю южного чернозема от 3,7<sup>0</sup>С на глубине 20 см до 1,3<sup>0</sup>С на глубине 120 см. С глубины 120 см температура почвы повышается, достигая 3,9<sup>0</sup>С на глубине 320 см. Распределение КН температур ниже 5<sup>0</sup>С по профилю почвы в весеннюю сезонную климатическую стадию свидетельствует о низкой термообеспеченности южного чернозема и характеризует климат как очень холодный. Температура южного чернозема за этот период 1981-2007 гг. превышала КН до глубины 320 см на 1,6-1,2<sup>0</sup>С. В профиле южного чернозема отмечается температура выше первого биологического минимума (5<sup>0</sup>С), что характеризует климат почвы на этой глубине как холодный.

*Летняя сезонная климатическая стадия.* Климатическая норма температуры южного чернозема в слое 0-40 см изменяется от 19,4<sup>0</sup> до 18,2<sup>0</sup>С, что характеризует климат этого слоя как умеренно теплый. Климатическая норма температуры в слое почвы 80-60 см изменяется от 14,2

до 10,4<sup>0</sup>С, что характеризует климат этого слоя почвы как умеренно холодный. В слое почвы 240-320 см КН изменяется от 7,8 до 6,2<sup>0</sup>С, что характеризует климат этого слоя как холодный. Современное потепление климата сопровождается повышением средних температур за период 2001-2007 гг. по всему профилю почвы от 0,6 до 1,3<sup>0</sup>С, климат почвы на всех глубинах соответствовал КН и лишь на глубине 20 см климатические условия улучшились и стали соответствовать условиям теплого климата.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Всемирная конференция по изменению климата // Тез. докл. – М., 2003. 700 с.
2. Фолланд, К. Мониторинг глобального климата и оценивание изменений климата / К. Фолланд, Д. Паркер // Всемирная конференция по изменению климата. – М., 2004. С. 76-90.
3. Отчетный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Федеральная служба по мониторингу окружающей среды (РОСГИДРОМЕТ). Общее резюме. – М., 2008. 29 с.

## CLIMATE DYNAMICS OF SOUTHERN CHERNOZEMS IN WESTERN SIBERIA DUE TO CLIMATIC WARMING

© 2012 O.I. Khudyakov, O.V. Reshotkin

Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino

The current warming is accompanied an increase in thermo-provision of southern chernozems in the warm season, a decrease in the depth of seasonal freesing and duration of soil in the frozen state.

Key words: *climate, soil, climatic norm*

*Oleg Khudyakov, Doctor of Biology, Leading Research Fellow.*

*E-mail: oix@rambler.ru.*

*Oleg Reshotkin, Candidate of Biology, Research Fellow.*

*E-mail: reshotkin@rambler.ru*