

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА ТУНДРОВЫХ ПОЧВ ПРЕДУРАЛЬЯ В СВЯЗИ С ПОТЕПЛЕНИЕМ КЛИМАТА

© 2010 О.В. Решоткин, О.И. Худяков, Т.Н. Бедрина

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

Поступила в редакцию 14.05.2010

Современное потепление климата вызвало повышение среднедесятилетних температур тундровых песчаных и суглинистых почв, увеличило время характерного проявления летней сезонной климатической стадии, уменьшило глубину сезонного промерзания.

Ключевые слова: *климат, климат почв, климатическая норма*

Современное потепление климата отмечается на всех континентах, морях и океанах земного шара. **Цель работы:** выявить тенденцию изменения температуры тундровых почв, взяв за основу климатическую норму температуры почвы (средняя величина параметра температуры почвы за период 1961-1990 гг.).

Объекты и методы исследования. Для характеристики изменчивости температуры тундровой почвы в связи с потеплением климата взята тундровая песчаная почва, характеризующаяся данными метеостанции Петрунь (высота над уровнем моря 50 м) и тундровая суглинистая почва, характеризующаяся данными метеостанции Елецкая (высота над уровнем моря 113 м). В основе анализа положена климатическая норма, которая получена путем расчета средних многолетних температур почвы на глубинах 20, 40, 80, 120, 240 и 320 см за период 1961-1990 гг. Для сравнения изменчивости климата почв по отношению к климатической норме рассчитана среднедесятилетняя температура каждого месяца за период 1991-2000 гг. В основе характеристики климатической изменчивости почв положены сезонные климатические стадии (осень, зима, весна, лето).

Результаты и обсуждение. Современное изменение среднемесячных температур тундровых почв характеризуется относительно среднемесячных многолетних температур (климатическая норма), принятых за период 1961-1990 гг. Климатическая норма на каждой из анализируемых глубин изменяется в песчаных тундровых почвах по метеостанции Петрунь от 0,8°C на глубине 20 см до 2,0°C на глубине 320 см. Климатическая норма в слое 320 см составляет 1,5°C (табл. 1). Климатическая норма за каждый месяц холодного периода года (декабрь-апрель) изменяется от -1,0°C в декабре до -3,6°C в феврале. Для песчаных тундровых почв климатическая норма пребывания почвы в мерзлом состоянии, когда среднемесячная климатическая норма в слое 320 см имеет отрицательную температуру, длится 6 месяцев (табл. 1). В

В теплый период года (май-ноябрь) среднемесячная температура почвы положительная до глубины 320 см, климатическая норма изменяется в диапазоне от 0,2°C (май) до 8,5°C в августе (табл. 1).

Современное потепление климата привело к повышению среднедесятилетней температуры почвы на глубине 20 см за период 1991-2000 гг. до 2,1°C, что превышает климатическую норму на 1,3°C (табл. 1). Превышение температуры почвы за период 1991-2000 гг. отмечается по всем глубинам по отношению к климатической норме, что выражается в повышении средней десятилетней температуры в слое 320 см до 2,5°C по отношению к климатической норме (1,5°C), это привело к уменьшению длительности пребывания почвы в мерзлом состоянии на глубине 40 см до 5 месяцев, а на глубине 80 и 120 см до 4 месяцев по отношению к климатической норме (6 месяцев). В тундровых суглинистых почвах ниже глубины 160 см сезонная мерзлота не формируется. В среднесуглинистых тундровых почвах среднемесячная климатическая норма температуры за период 1961-1990 гг. в слое 320 см изменяется от 0,0°C до 6,2°C. Максимальные значения (6,2°C) климатической нормы температуры в слое 320 см отмечаются в августе, а минимальные (0,0°C) значения температуры почвы приходятся на март. Климатическая норма температуры для каждой из глубин суглинистой тундровой почвы понижается от 2,1°C на глубине 20 см до 1,8°C на глубине 320 см.

Современное потепление климата вызвало повышение среднедесятилетних температур для каждой из глубин среднесуглинистой тундровой почвы на 0,2°C на глубине 20, 80 и 320 см, на 0,3°C на глубине 120 см и на 0,4°C на глубине 160 и 240 см, повышая таким образом термообеспеченность почвы в слое 320 см на 0,3°C, по отношению к климатической норме с 1,8°C за период 1961-1990 гг. до 2,1°C за период 1991-2000 гг. На глубине 40 см температура почвы не изменилась и составила 2,1°C (табл. 2).

Осенняя сезонная климатическая стадия тундровых почв характеризуется проникновением нулевых и отрицательных температур в тундровую почву. Однако в тундровых почвах в осеннюю климатическую стадию отмечаются положительные температуры. Климатическая норма температуры тундровых песчаных почв изменяется от

Решоткин Олег Владимирович, кандидат биологических наук, главный специалист подразделения. E-mail: reshotkin@rambler.ru.

Худяков Олег Иванович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник

Бедрина Татьяна Николаевна, аспирантка

1,6°C на глубине 20 см до 4,1°C на глубине 320 см. По метеостанции Елецкая климатическая норма температуры тундровой почвы изменяется от 2,2°C на глубине 20 см до 2,9°C на глубине 320 см (табл. 3). Распределение среднегодовых температур в профиле тундровых почв за период 1961-1990 гг. свидетельствует о том, что в осенний период, в период охлаждения, температура почвы находится в положительном спектре температур, однако в количественном отношении она ниже первого био-

логического минимума (5°C) с одной стороны, а с другой – наличие в профиле тундровой песчаной почвы на глубине 320 см в осенний период температуры 4,1°C и 3,1°C в тундровой углинистой почве говорит о том, что в этих почвах нет многолетней мерзлоты, поэтому осеннее понижение температуры отмечается только сверху, что сохраняет запас тепла в нижних горизонтах почвы и подстилающей породе.

Таблица 1. Климатические параметры тундровой почвы

Станция	Период	Месяц	Глубина, см							Климат. норма в слое 320 см
			20	40	80	120	160	240	320	
Петрунь тундровая торфянис-то- глеявая песчаная	1961- 1990	1	-8,0	-6,2	-3,8	-2,3	-0,8	-0,2	1,3	-2,9
		2	-8,4	-6,7	-4,7	-3,5	-2,3	-0,7	0,8	-3,6
		3	-6,1	-5,4	-4,1	-3,4	-2,7	-1,2	0,3	-3,2
		4	-3,2	-2,9	-2,2	-1,8	-1,5	-0,7	0,1	-1,7
		5	1,1	0,6	-0,3	-0,3	-0,4	0,4	0,3	0,2
		6	8,0	6,4	3,6	2,0	0,5	0,4	0,4	3,0
		7	13,9	12,2	9,3	7,2	5,2	3,4	1,6	7,5
		8	11,9	11,3	10,0	8,9	7,7	5,9	4,1	8,5
		9	6,4	6,7	6,8	6,6	6,5	5,8	5,1	6,3
		10	1,1	1,7	2,6	3,1	3,6	4,0	4,3	2,9
		11	-1,7	-0,5	0,5	2,0	1,6	2,2	2,9	1,0
		12	-5,0	-3,5	-1,5	-0,5	0,5	1,3	2,0	-1,0
климатическая норма для летнего сезона			0,8	1,2	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	1,5
для зимнего сезона			7,1	6,5	5,5	5,0	3,7	2,9	2,0	
глубина проникнов. 0°C, см			-5,4	-4,2	-2,8	-2,0	-1,5	-0,7		
длит. теплого сезона, мес.			270							
длит. зимнего сезона, мес.			6	6	6	6	7	8	12	
			6	6	6	6	5	4	0	
Петрунь тундровая торфянис-то- глеявая пес- чаная	1991- 2000	1	-5,3	-4,0	-1,6	-0,5	0,7	1,5	2,2	-1,0
		2	-5,2	-4,1	-2,1	-0,9	0,3	1,0	1,7	-1,3
		3	-3,6	-3,0	-1,7	-0,8	0,1	0,7	1,4	-1,0
		4	-1,5	-1,3	-0,8	-0,4	0,1	0,6	1,1	-0,3
		5	2,5	1,4	0,3	0,3	0,2	0,6	1,0	0,9
		6	9,5	7,3	3,9	2,7	1,5	1,3	1,2	3,9
		7	13,9	12,0	8,8	7,0	5,2	3,9	2,6	7,6
		8	11,6	11,0	9,4	8,4	7,4	5,9	4,5	8,3
		9	6,6	6,8	7,0	6,4	6,7	6,0	5,4	6,4
		10	2,0	2,8	3,6	4,1	4,6	4,8	5,0	3,8
		11	-1,1	0,1	1,4	2,0	2,7	3,3	4,0	1,8
		12	-3,6	-2,1	0,0	0,7	1,5	2,2	3,8	0,2
Средняя для летнего сезона			2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,5
для зимнего сезона			7,7	5,9	4,3	4,0	2,6	2,7	2,8	
глуб. проникнов. 0°C, см			-3,4	-2,9	-1,6	-0,7				
длит. теплого сезона, мес.			150							
длит. зимнего сезона, мес.			6	7	8	8				
			6	5	4	4	12	12	12	

Современное потепление климата за период 1991-2000 гг. вызвало повышение температуры по всему профилю тундровой почвы по сравнению с климатической нормой. Повышение среднесезонной температуры тундровой песчаной почвы за период 1991-2000 гг. изменяется от 0,9°C на глубине 20 см до 0,7°C на глубине 320 см. В тундровой суглинистой почве средне десятилетняя температура почвы повысилась от 0,4°C на глубине 20 см до 0,2°C на глубине 320 см (табл. 3).

Зимняя климатическая стадия характеризуется пребыванием почвы в спектре отрицательных температур. Климатическая норма температуры тундровой песчаной почвы на глубине 20 см составила -7,1°C и -0,8°C, а в тундровых суглинистых почвах (табл. 3). В песчаной тундровой почве температура повышается в спектре отрицательных температур от -7,1°C на глубине 20 см до 2,0°C на глубине 240 см и далее вниз по профилю почвы температура повышается в спектре положительных

температур, достигая 1,4°C на глубине 320 см. Для тундровых суглинистых почв климатическая норма глубины проникновения 0°C в зимнюю сезонную климатическую стадию составляет 70 см. Весьма характерно что в зимнюю сезонную климатическую стадию температура почвы на глубине

20 см не превышает 0,8°C. Такое распределение температур в профиле почвы можно объяснить высокой обводненностью почвы в период весеннего промерзания и льдонасыщенностью почвы в зимний период.

Таблица 2. Среднемесячная многолетняя температура тундровой почвы

Станция	Период	Месяцы	Глубина, см							Климат. норма в слое 320 см
			20	40	80	120	160	240	320	
Елецкая Тундровый глезем торфяни- стый суглини- стый	1961- 1990	1	-0,9	-0,5	0,1	0,4	0,7	1,2	1,6	0,4
		2	-1,1	-0,8	0	0,3	0,5	1,0	1,4	0,2
		3	-1,1	-0,8	-0,2	0,1	0,3	0,7	1,2	0,0
		4	-0,8	-0,5	-0,2	0	0,2	0,6	1,0	0,1
		5	-0,2	-0,1	-0,1	0,1	0,2	0,5	0,8	0,2
		6	2,7	1,6	0,6	0,5	0,4	0,6	0,8	1,0
		7	10,6	8,8	5,5	4,0	2,4	1,7	1,1	4,9
		8	9,9	9,1	7,5	6,1	4,8	3,6	2,4	6,2
		9	5,5	5,7	5,5	5,1	4,7	4,0	3,2	4,8
		10	1,1	1,6	2,4	2,7	3,0	3,1	3,2	2,4
		11	0	0,4	0,9	1,2	1,6	2,1	2,6	1,3
		12	-0,5	0,1	0,4	0,7	1,0	1,6	2,1	0,8
климат. норма для глубины			2,1	2,1	1,9	1,8	1,7	1,7	1,8	1,8
Елецкая тундровый глезем торфяни- стый суг- линистый	1991- 2000	1	-1,1	-0,4	0,3	0,6	1,0	1,5	1,9	0,5
		2	-1,2	-0,7	0,1	0,5	0,8	1,1	1,5	0,3
		3	-1,2	-0,8	-0,1	0,2	0,6	1,0	1,4	0,2
		4	-0,8	-0,6	-0,1	0,2	0,5	0,8	1,2	0,2
		5	0,2	-0,1	0	0,2	0,4	0,7	1,0	0,3
		6	4,3	2,1	0,9	0,8	0,7	0,8	0,9	0,9
		7	9,9	8,0	5,2	4,0	2,9	2,1	1,4	4,8
		8	10,0	9,2	7,7	6,5	5,4	4,0	2,5	6,5
		9	5,9	5,9	5,9	5,6	5,3	4,4	3,5	5,2
		10	1,8	2,3	3,0	3,3	3,7	3,6	3,6	3,0
		11	0,2	0,5	1,2	1,7	2,2	2,6	2,9	1,6
		12	-0,3	0,1	0,7	1,0	1,4	1,8	2,3	1,0
средняя			2,3	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,1

Современное потепление климата вызвало повышение среднедесятилетней температуры тундровых почв за период 1991-2000 гг. В зимнюю сезонную климатическую стадию температура песчаной тундровой почвы на глубине 20 см за этот период повысилась с -7,1°C до -4,7°C, что составило 2,4°C. С другой стороны средняя десятилетняя температура суглинистой тундровой почвы за период 1991-2000 гг. не изменилась и составила -0,8°C, как и климатическая норма (табл. 3). С увеличением глубины средняя десятилетняя температура за период 1991-2000 гг. повышается, увеличивая, таким образом, термообеспеченность тундровых почв. Таким образом, современное потепление климата в зимнюю сезонную климатическую стадию способствовало сохранению летнего тепла и меньшему выхолаживанию тундровой почвы, что определило неглубокое промерзание и невысокие отрицательные температуры мерзлого слоя почвы.

Весенняя сезонная климатическая стадия характеризуется пребыванием тундровых почв в мерзлом состоянии. Самая низкая климатическая

норма температуры отмечается на глубине 20 см и составляет -2,8°C. С увеличением глубины температура почвы постепенно повышается до 0,2°C на глубине 320 см. В тундровых суглинистых почвах самая низкая температура весенней климатической нормы отмечается на глубине 20 см и составляет -0,7°C. Современное потепление климата вызвало повышение среднедесятилетней температуры тундровой почвы. Так, в тундровых песчаных почвах самая низкая температура отмечается на глубине 20 см и составляет -1,0°C, что в 2,8 раза выше, чем климатическая норма. С увеличением глубины температура тундровой песчаной почвы повышается до 0,1°C на глубине 160 см. Вниз по профилю почвы температура повышается до 1,1°C на глубине 320 см.

В среднесуглинистых тундровых почвах климатическая норма температуры на глубине 20 см за весенний период составляет -0,7°C, что в четыре раза выше, чем в тундровых песчаных почвах. С увеличением глубины температура почвы повышается и достигает нулевых значений на глубине 100 см. Потепление климата вызвало повышение среднедесятилетних температур по всему

промерзшему слою и уменьшило глубины промерзания. В мерзлом слое почвы на глубинах 20 и 80 см среднедесятилетняя температура повысилась на 0,1°C, а на глубине 40 см изменения температуры за этот период не отмечено. В талой части профиля, залегающей ниже глубины проникновения

нулевых температур, средняя десятилетняя температура среднесуглинистой тундровой почвы повысилась за период 1991-2000 гг. от 0,1°C на глубине 120 см до 0,3°C на глубине 160 см и на 0,2°C в слое 240-320 см.

Таблица 3. Сезонные стадии климата тундровых почв

Изменение многолетней среднесезонной температуры тундровой почвы												
Метеостанция Петрунь (тундровый глеезем торфянистый песчаный)												
глубина, см	осень			зима			весна			лето		
	1961-1990	1991-2000	повышение	1961-1990	1991-2000	повышение	1961-1990	1991-2000	повышение	1961-1990	1991-2000	повышение
20	1,6	2,5	0,9	-7,1	-4,7	2,4	-2,8	-1,0	1,8	11,3	11,7	0,4
40	2,6	3,3	0,7	-5,5	-3,4	2,1	-2,6	-0,9	1,7	10,0	10,1	0,1
80	3,3	4,0	0,7	-3,3	-1,2	2,1	-2,2	-0,7	1,5	7,5	7,4	0,1
120	3,6	4,4	0,8	-2,3	-0,2	2,1	-1,8	-0,3	1,5	6,0	6,0	0,0
160	3,9	4,7	0,8	-1,2	0,8	2,0	-1,5	0,1	1,6	4,5	4,7	0,2
240	4,0	4,8	0,8	0,2	1,8	1,6	-0,7	0,6	1,3	3,3	3,8	0,5
320	4,1	4,8	0,7	1,4	2,7	1,3	0,2	1,1	0,9	2,0	2,8	0,8
средняя в слое 320 см	3,3	4,0	0,7	-2,5	-0,6	1,9	-1,6	-0,2	1,4	6,4	6,6	0,2
Метеостанция Елецкая (тундровый глеезем торфянистый суглинистый)												
20	2,2	2,6	0,4	-0,8	-0,8	0,0	-0,7	-0,6	-0,1	7,7	8,1	0,4
40	2,6	2,9	0,3	-0,4	-0,3	-0,1	-0,5	-0,5	0,0	6,5	6,4	-0,1
80	2,9	3,4	0,5	0,2	0,4	0,2	-0,2	-0,1	-0,1	4,5	4,6	0,1
120	3,0	3,5	0,5	0,4	0,7	0,3	0,1	0,2	0,1	3,7	3,8	0,1
160	3,0	3,7	0,7	0,7	1,1	0,4	0,2	0,5	0,3	2,5	3,0	0,5
240	3,0	3,5	0,5	1,2	1,5	0,3	0,6	0,8	0,2	2,0	2,3	0,3
320	3,1	3,3	0,2	1,3	1,9	0,2	1,0	1,2	0,2	1,4	1,5	0,1
средняя в слое 320 см	2,8	3,2	0,4	0,4	0,6	0,2	0,1	0,2	0,1	4,0	4,2	0,2

Таким образом, потепление климата весенней климатической стадии за период 1991-2000 гг. вызвало повышение среднедесятилетних температур в слое 320 см песчаной тундровой почве до -0,2°C, что выше климатической нормы на 1,4°C. В среднесуглинистой тундровой почве средняя температура в слое 320 см повысилась до 0,2°C за период 1991-2000 гг., что выше климатической нормы на 0,1°C (табл. 3). Повышение среднедесятилетних температур в тундровой почве отмечается в весеннюю климатическую стадию. Однако в марте и апреле тундровые почвы находятся в мерзлом состоянии, при этом самая низкая температура почвы в весеннюю сезонную климатическую стадию отмечается в марте и составляет -6,1°C. Для весеннего периода май – это время активного протаивания мерзлоты и проникновения в почву положительных температур. Однако, климатическая норма температуры песчаной почвы на глубине 80, 120 и 160 см составляет -0,3°C и -0,4°C и -0,4°C на глубине 160 см в суглинистых тундровых почвах. Это означает, что время характерного пребывания зимней климатической стадии, характеризующееся пребыванием почвы в мерзлом состоянии

с климатической нормой отрицательных температур от -2,8°C на глубине 20 см до -0,6°C на глубине 240 см, увеличивается и переходит на весеннюю климатическую стадию. Температура талого верхнего слоя почвы на глубине 20 см составляет 1,1°C. Климатическая норма температуры почвы в весеннюю климатическую стадию в слое 320 см составляет 0,2°C (табл. 3). Современное потепление климата вызвало повышение среднедесятилетних температур тундровых почв в слое 320 см за период 1991-2000 гг. до 0,9°C, что выше климатической нормы (0,2°C) на 0,7°C (табл. 3).

Летняя сезонная климатическая стадия тундровых почв характеризуется пребыванием тундровой почвы в спектре максимальных положительных температур. Климатическая норма температуры песчаной тундровой почвы на глубине 20 см составляет 11,3°C. Вниз по профилю почвы норма температуры постепенно уменьшается и на глубине 320 см она снижается до 2,0°C. Экологически (биологически) благоприятная температура 10°C отмечается на глубине 40 см (табл. 3), а температура первого биологического минимума 5°C отмечается на глубине 150 см. В тундровых

почвах в летнюю сезонную стадию не отмечается сезонной мерзлоты. Формирование тундровой почвы в летнюю сезонную климатическую стадию в условиях положительных температур говорит о том, что тундровые почвы сезонного промерзания и в них отсутствует многолетняя мерзлота.

Современное потепление климата вызвало повышение температуры тундровой почвы в летнюю сезонную климатическую стадию до глубины 320 см. Средняя десятилетняя температура за период 1991-2000 гг. в профиле тундровой почвы повысилась за этот период до 11,7°C на глубине 20 см, а на глубине 320 см средняя десятилетняя температура повысилась с 2,0°C до 2,8°C. Повышение среднедесятилетних температур в профиле тундровой почвы составило 0,4°C на глубине 20 см до 0,8°C на глубине 320 см. Однако, на глубине 80 см за период 1991-2000 гг. отмечается снижение среднедесятилетней температуры на 0,1°C по сравнению с климатической нормой температуры. Это означает, что в десятилетнем цикле температурная волна, связанная с повышением температуры в связи с потеплением климата еще не доходит до этих глубин, так как почва имеет определенную инертность в теплопроводности, так как максимальная летняя температура летнего периода наступает в июле месяце. Эффект от высоких летних температур, особенно июльских, сказывается лишь в начальный период осени. Для примера приведем динамику летних температур тундровой почвы за июль месяц. Самым теплым летним месяцем является июль. Климатическая норма температуры июля тундровой почвы изменяется на глубине 20 см от 13,9°C до 1,6°C на глубине 320 см, однако в июле месяце температура песчаной тундровой почвы на глубине 20 см за период 1991-2000 гг. не изменилась по сравнению с климатической нормой температуры на этой же глубине и составила 13,9°C. Кроме того, температура почвы на глубинах 40, 80 и 120 см понизилась на 0,2; 0,5 и 0,2°C соответственно. Это свидетельствует о том, что температурная волна июля еще не оказала отепляющего влияния на эти горизонты почвы. Повышение средних десятилетних температур на этих глубинах отмечается в сентябре. Тем не менее современное потепление климата вызвало повышение термообес-

печенности тундровых почв в летний, самый теплый месяц (июль), когда среднедесятилетняя июльская температура повысилась на 0,1°C в слое почвы до глубины 320 см (табл. 3).

Современное потепление климата вызвало повышение температуры тундровой почвы в слое 320 см в летнюю сезонную климатическую стадию. Современное потепление климата вызвало неоднозначную реакцию температуры в тундровых почвах. Так в песчаных тундровых почвах за период 1991-2000 гг. термоизоплета 5°C опустилась ниже 320 см. Необходимо особо отметить, что термоизоплета 10°C за период 1991-2000 гг. отмечается на глубине 70 см, в то время как климатическая норма глубины её проникновения в песчаную тундровую почву составляет 60 см. Это означает, что за период 1991-2000 гг. глубина проникновения термоизоплеты 10°C уменьшилась на 10 см. Уменьшение глубины проникновения термоизоплеты 10°C за период 1991-2000 гг. связывается с временным похолоданием в летние месяцы, которая еще не восстановилась, судя по температуре на глубинах 40, 80 и 120 см (табл. 3). Климатическая норма глубины проникновения температуры 5°C в суглинистую тундровую почву составляет 120 см, в то время как за период 1991-2000 гг. глубина проникновения термоизоплеты 5°C уменьшилась на 30 см и составила 90 см. Аналогичная закономерность отмечается при проникновении термоизоплеты 10°C, когда за период 1991-2000 гг. глубина её проникновения в почву уменьшилась на 10 см. Таким образом, уменьшение глубин проникновения термоизоплеты 10°C в почву тундровых почв можно объяснить тенденцией похолодания в самый теплый летний месяц, однако за период 1991-2000 гг. температура тундровой песчаной почвы на глубине 20 см не изменяется и остается на уровне 13,9°C, а в тундровых суглинистых почвах температура на глубине 20 см за период 1999-2000 гг. понизилась по отношению к климатической норме на 0,7°C. О тенденции к похолоданию климата говорит и снижение средней температуры почвы на 0,4°C в слое 320 см за период 1991-2000 гг. по отношению к климатической норме.

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

CLIMATIC CHANGES OF TUNDRA SOILS IN PREURALYE DUE TO CLIMATIC WARMING

© 2010 O.V. Reshotkin, O.I. Khudyakov, T.N. Bedrina

Institute of Physical-Chemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino

Current climatic warming caused an increase of the average ten-year temperatures of tundra sand and loamy soils, increased the time of typical manifestation of summer season climatic stage, decreased the depth of seasonal freezing.

Key words: *climate, soils climate, climatic norm*

*Oleg Reshotkin, Candidate of Biology, Main Specialist of the Branch. E-mail: reshotkin@rambler.ru.
Oleg Khudyakov, Doctor of Biology, Leading Research Fellow
Tatiana Bedrina, Post-graduate Student*