

ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПРЕДУРАЛЬЯ В СВЯЗИ С ПОТЕПЛЕНИЕМ КЛИМАТА

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

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

Поступила в редакцию 14.05.2010

Современное потепление климата вызвало повышение термообеспеченности дерново-подзолистых почв по отношению к климатической норме температуры в профиле почвы до глубины 320 см, привело к увеличению времени характерного проявления летней климатической стадии и уменьшению глубины сезонного промерзания.

Ключевые слова: *потепление климата, дерново-подзолистые почвы, сезонное промерзание*

В настоящее время климат почв приобретает актуальное значение в связи с современным потеплением климата. Современное потепление климата отмечается на всех континентах, морях и океанах земного шара. В настоящей работе анализируется изменение климата дерново-подзолистой почвы Предуралья в связи с потеплением, используя для этого климатическую норму температуры почвы, как точку отсчета. Климатическая норма это среднемноголетний показатель температуры почвы за период 1961-1990 гг.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования послужили дерново-подзолистые почвы Предуралья, характеризующиеся данными метеостанций Гари и Нижний Тагил. Метеостанция Гари расположена в северо-восточной части Северного Урала. Высота над уровнем моря 127 м. Уровень грунтовых вод - 20 м. Почва дерново-подзолистая тяжелосуглинистая. Метеостанция Нижний Тагил расположена в отрогах Восточно-Уральских Увалов, высота над уровнем моря 259 м, уровень грунтовых вод на глубине более 3 м. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая.

Результаты и обсуждение. Исследуемые почвы разного грансостава, в них различная глубина залегания грунтовых вод и высота над уровнем моря, но объединяет их то, что они одной почвенно-биоклиматической зоны и формируются под хвойными лесами. Климатическая норма дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв составляет 4,0°C в слое 320 см (табл. 1). Современное потепление климата вызвало увеличение температур почвы за период 1991-2000 гг. в слое 320 см на 0,9°C, с 4,0°C до 4,9°C. Климатическая норма температуры для летнего сезона изменяется от 8,8°C на глубине 20 см до

4,0°C на глубине 320 см. Современное потепление за период 1990-2000 гг. увеличило температуру дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы на 0,7°C на глубине 20 см до 0,8°C на глубине 320 см. Длительность времени характерного проявления летней сезонной климатической стадии дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв составляет на глубине 20 и 40 см 7 месяцев. Современное потепление климата вызвало увеличение времени характерного проявления сезонной климатической стадии на этих глубинах до 8 и 9 месяцев соответственно. Климатическая норма температуры зимнего сезона дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв изменяется от -2,8°C на глубине 20 см до -0,1°C на глубине 120 см, при этом глубина проникновения 0°C достигает 130 см. Современное потепление за период 1990-2000 гг. повысило температуру до 1,3°C на глубине 20 см до -0,1°C на глубине 80 см, а глубина проникновения 0°C снизилась до 90 см. Климатическая норма температуры для дерново-подзолистой среднесуглинистой на двучленной породе (средний суглинок на гравии) составляет 4,5°C по профилю почва. Климатическая норма температуры летнего сезона изменяется от 8,0°C на глубине 20 см до 4,5-4,6°C на глубине 320 см. Климатическая норма пребывания почвы в талом состоянии составляет 8 месяцев для глубин 20-80 см. Современное потепление климата вызвало повышение среднедесятилетних температур дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы на глубине 20 и 40 см на 0,8°C. Повышение среднедесятилетних температур за период 1991-2000 гг. снизило глубину промерзания почвы на 20 см (табл. 1).

Осенняя сезонная климатическая стадия характеризуется понижением среднедесятилетних температур (табл. 1). В осенний период понижение температур в дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах происходит в спектре положительных температур, которые еще

Худяков Олег Иванович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: oix@rambler.ru. Решоткин Олег Владимирович, кандидат биологических наук, главный специалист подразделения Бедрина Татьяна Николаевна, аспирантка

превышают первый биологический минимум (5°C) и, лишь только на глубине 20 см климатическая норма температуры составляет 4,1°C. В дерново-подзолистых почвах, характеризующихся данными метеостанции Нижний Тагил в осенний период отмечается общая закономерность в равномерном повышении среднесезонной температуры от 4,6°C на глубине 20 см до 7,4°C на глубине 240 см, и лишь только на глубине 320 см среднесезонная температура почвы

снижается до 6,9°C. Таким образом, можно отметить, что в среднесезонном диапазоне (1961-1990 гг.) температура подзолистых почв, характеризующаяся данными метеостанций Гари и Нижний Тагил имеет общие закономерности как в распределении их по профилю, так и в количественной оценке среднесезонной, которая для слоя 320 см дерново-подзолистых почв составляет 6,1°C по метеостанции Гари и 6,4°C по метеостанции Нижний Тагил.

Таблица 1. Климатические параметры дерново-подзолистой почвы

Станция	Период	Месяцы	Глубины						
			20	40	80	120	160	240	320
Гари Свердловская обл. Почва – дерново- подзолистая тяжелосуг- линистая	1961- 1990	1	-3.8	-2.5	-0.2	1.0	2.0	3.5	4.3
		2	-3.9	-2.9	-0.9	0.3	1.3	2.7	3.6
		3	-2.6	-2.2	-1.0	-0.1	0.8	2.2	3.1
		4	0.1	-0.4	-0.4	0.0	0.6	1.7	2.7
		5	5.8	3.6	0.9	0.4	0.7	1.5	2.3
		6	11.9	9.6	5.9	3.7	2.4	1.9	2.2
		7	16.3	14.4	11.3	8.8	6.5	3.9	2.9
		8	14.5	13.8	12.3	10.8	9.0	6.2	4.3
		9	9.7	10.2	10.4	10.1	9.2	7.3	5.4
		10	3.2	4.5	6.3	7.2	7.5	7.1	5.9
		11	-0.7	0.7	2.7	4.1	5.0	5.8	5.7
		12	-2.8	-1.2	0.9	2.1	3.2	4.6	5.0
климатическая норма		год	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
для летнего сезона			8,8	8,0	6,3	5,2	4,0	4,0	4,0
для зимнего сезона			-2,8	-2,3	-0,6	-0,1			
глубина проникновения 0°C см			130						
длительность теплого сезона, мес.			7	7	8	10	12	12	12
длительность зимнего сезона, мес.			5	5	4	2	0	0	0
Гари Свердловская обл. Почва – дерново- подзолистая тяжелосуг- линистая	1991- 2000	1	-1.5	-0.6	0.7	1.8	2.7	4.3	5.0
		2	-1.8	-1.1	0.2	1.2	2.1	3.5	4.6
		3	-1.4	-1.0	-0.1	0.7	1.5	3.0	4.0
		4	0.7	0.1	0.3	0.7	1.2	2.5	3.6
		5	5.6	3.7	2.1	1.5	1.5	2.3	3.3
		6	13.0	10.7	8.0	5.7	3.9	2.9	3.3
		7	16.2	14.5	12.2	10.0	7.6	5.0	4.1
		8	15.0	14.3	13.2	11.9	9.9	6.9	5.1
		9	10.4	10.5	10.9	10.8	10.0	7.9	6.2
		10	5.0	5.8	7.0	8.0	8.3	7.8	6.7
		11	0.7	1.7	3.3	5.0	6.1	6.8	6.4
		12	-0.5	0.2	1.5	3.0	3.9	5.4	5.9
средняя		год	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9
летнего сезона			9,5	8,5	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
зимнего сезона			-1,3	-0,9	-0,1				
глубина проникновения 0° С, см			90						
длительность летнего сезона, мес.			8	9	11	12	12	12	12
длительность зимнего сезона, мес.			4	3	1	0	0	0	0

Осенняя сезонная климатическая стадия характеризуется понижением среднесезонных температур (табл. 1). В осенний период понижение температур в дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах происходит в спектре положительных температур, которые еще пре-

вышают первый биологический минимум (5°C) и, лишь только на глубине 20 см климатическая норма температуры составляет 4,1°C. В дерново-подзолистых почвах, характеризующихся данными метеостанции Нижний Тагил в осенний период отмечается общая закономерность в равномерном

повышении среднемноголетней температуры от 4,6°C на глубине 20 см до 7,4°C на глубине 240 см, и лишь только на глубине 320 см среднемноголетняя температура почвы снижается до 6,9°C. Таким образом, можно отметить, что в среднемноголетнем диапазоне (1961-1990 гг.) температура подзолистых почв, характеризуемая данными метеостанций Гари и Нижний Тагил имеет общие закономерности как в распределении их по профилю, так и в количественной оценке среднемноголетней, которая для слоя 320 см дерново-подзолистых почв составляет 6,1°C по метеостанции Гари и 6,4°C по метеостанции Нижний Тагил.

Современное потепление климата за период 1990-2000 гг. вызвало увеличение среднедесятилетних температур дерново-подзолистых почв до глубины 320 см. Средняя десятилетняя температура почвы в слое 320 см повысилась на 0,9°C по метеостанции Гари и на 0,5°C по метеостанции Нижний Тагил. Повышение среднедесятилетней температуры за период 1991-2000 гг. в осеннюю сезонную климатическую стадию происходило даже в самый холодный месяц

осени. Самым холодным месяцем осени, когда начинается промерзание почвы является ноябрь. В ноябре в дерново-подзолистых почвах на глубине 20 см отмечается самая низкая среднемноголетняя температура (-0,7°C метеостанция Гари и 0,5°C по метеостанции Нижний Тагил) за период 1961-1990 гг. Вниз по профилю температура почвы в осенний период повышается постепенно достигнув своего максимума на глубине 320 см (табл. 2). Сравнение климатической нормы температуры дерново-подзолистых почв со средними десятилетними температурами ноября за период 1991-2000 гг. показывает общее увеличение температуры почвы до глубины 3,2 м. Потепление климата за этот период привело к увеличению среднедесятилетней температуры дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы до глубины 320 см на 1°C и 0,3°C для дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы. Таким образом, современное потепление климата вызвало повышение температуры дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы в слое 320 см на 0,9°C.

Таблица 2. Сезонные стадии климата почв

Изменение многолетней среднесезонной температуры почв												
Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая (метеостанция Гари)												
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	4,1	5,7	1,6	-2,8	-1,3	1,5	1,1	1,6	0,5	14,3	14,7	0,4
40	5,1	6,0	0,9	-2,2	-0,5	1,7	0,3	0,9	0,6	12,8	13,2	0,4
80	6,5	7,1	0,6	-0,1	0,8	0,9	-0,1	0,8	0,9	9,8	11,1	1,3
120	7,1	7,9	0,8	1,1	2,0	0,9	0,1	1,0	0,9	7,8	8,9	1,1
160	7,3	8,1	0,8	2,2	2,9	0,7	0,7	1,4	0,7	6,0	7,1	1,1
240	6,7	7,5	0,8	3,6	4,4	0,8	1,8	2,6	0,8	4,0	4,9	0,9
320	5,7	6,4	0,7	4,3	5,2	0,9	2,7	3,7	1,0	3,1	4,2	1,1
средняя в слое 320 см	6,0	7,0	1,0	0,9	1,9	1,0	0,9	1,7	0,8	8,3	9,2	0,9
Дерново-подзолистая среднесуглинистая (метеостанция Нижний Тагил)												
20	4,6	5,2	0,6	-2,4	-1,1	1,3	1,8	2,6	0,8	14,2	14,5	0,3
40	5,4	6,2	0,8	-1,4	-0,5	0,9	1,1	2,1	1,0	12,6	13,4	0,8
80	6,3	6,6	0,3	0,1	0,3	0,2	0,5	1,7	1,2	10,6	11,8	1,2
120	6,8	7,1	0,3	1,3	1,4	0,1	0,9	1,8	0,9	8,7	10,3	1,6
160	7,3	7,8	0,5	2,4	2,5	0,1	1,2	1,9	0,7	7,5	8,8	1,3
240	7,4	7,6	0,2	3,4	3,5	0,1	1,9	2,4	0,5	6,2	7,2	1,0
320	6,9	7,6	0,7	4,3	4,5	0,2	2,6	2,9	0,3	4,8	5,7	0,9
средняя в слое 320 см	6,4	6,9	0,5	1,1	1,5	0,4	1,4	2,2	0,8	9,2	10,2	1,0

Зимняя сезонная климатическая стадия для дерново-подзолистых почв характеризуется пребыванием верхних горизонтов почв в мерзлом состоянии. Самая низкая зимняя температура в

дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах отмечается на глубине 20 см, в то время как в дерново-подзолистых суглинистых почвах в зимнее время на глубине 20 см климатическая

норма составляет $-2,4^{\circ}\text{C}$ (табл. 2). В зимнюю сезонную климатическую стадию в дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах глубина промерзания составила 85 см, а в дерново-подзолистых суглинистых почвах глубина промерзания составила 70 см. Сравнение характера распространения отрицательных температур по профилю почвы и глубин промерзания дерново-подзолистых почв за период 1961-1990 гг. показывает однотипный характер мерзлотного состояния исследуемых почв, однако следует отметить некоторое отепляющее влияние неглубокого залегания грунтовых вод на глубину промерзания дерново-подзолистых среднесуглинистых почв.

Современное потепление климата вызвало повышение среднее десятилетних температур дерново-подзолистых почв за период 1991-2000 гг. Для дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв повышение среднее десятилетних температур изменялось по профилю от $1,5^{\circ}\text{C}$ на глубине 20 см до $1,7^{\circ}\text{C}$ на глубине 40 см, в то же самое время за период 1961-1990 гг. температура дерново-подзолистой почвы, характеризуемой данными метеостанции Нижний Тагил повысилась на $1,3^{\circ}\text{C}$ на глубине 20 см до $0,9^{\circ}\text{C}$ на глубине 40 см. На глубинах 80, 120, 160, 240 и 320 см повышение среднее десятилетней температуры составило $0,9-0,7^{\circ}\text{C}$ по данным метеостанции Гари и на $0,2-0,1^{\circ}\text{C}$ по метеостанции Нижний Тагил.

Таким образом, современное потепление климата за период 1991-2000 гг. вызвало повышение среднее десятилетней температуры в профиле дерново-подзолистой почвы до глубины 320 см, характеризуемые данными метеостанции Гари составило от $0,7^{\circ}\text{C}$ до $1,7^{\circ}\text{C}$, а по метеостанции Нижний Тагил в слое 320 см среднее десятилетнее повышение температуры (1991-2000 гг.) в зимнюю климатическую стадию составило от $0,1^{\circ}\text{C}$ до $1,3^{\circ}\text{C}$. Повышение средней десятилетней температуры в зимнюю сезонную климатическую стадию за период 1991-2000 гг. отмечается даже в самый холодный месяц. Самым холодным месяцем зимней сезонной климатической стадии для дерново-подзолистых почв является февраль, в котором средняя многолетняя температура за период 1991-1990 гг. на глубине 20 см составила $-3,9^{\circ}\text{C}$ (табл. 4). Для этого же периода среднее многолетняя температура дерново-подзолистой почвы, характеризуемая данными метеостанции Нижний Тагил составила $-3,0^{\circ}\text{C}$. С глубиной зимняя февральская температура почвы повышается, достигая своих минимальных значений на глубине 90 см. Потепление климата за период 1991-2000 гг. вызвало повышение среднефевральской температуры дерново-подзолистой почвы в слое 320 см от $2,1^{\circ}\text{C}$ на глубине 20 см до 1°C на глубине 320 см по метеостанции Гари и на $1,9^{\circ}\text{C}$ на глубине 20 см до $0,2^{\circ}\text{C}$ на глубине 320 см по метеостанции Нижний Тагил.

Летняя сезонная климатическая стадия характеризуется пребыванием дерново-подзолистой почвы в спектре максимальных летних температур. Максимальная среднее многолетняя температура дерново-подзолистой почвы на глубине 20 см за период 1961-1990 гг. составляет $14,3^{\circ}\text{C}$ по метеостанции Гари и $14,2^{\circ}\text{C}$ по метеостанции Нижний Тагил. Вниз по профилю почвы температура понижается и уже на глубине 80 см для почв метеостанции Гари температура почвы снижается ниже второго биологического минимума и составляет $9,8^{\circ}\text{C}$, в то время как по метеостанции Нижний Тагил температура почвы на глубине 80 см несколько превышает температуру второго биологического минимума (10°C) и составляет $10,6^{\circ}\text{C}$. Вниз по профилю дерново-подзолистой почвы температура почвы постепенно понижается и на глубине 320 см составляет всего $3,1^{\circ}\text{C}$, что значительно ниже первого биологического минимума (5°C), а в дерново-подзолистых почвах характеризуемых данными метеостанции Нижний Тагил на глубине 320 см температура в среднемноголетнем цикле (1961-1990 гг.) составляет $4,8^{\circ}\text{C}$, что следует оценить термический потенциал как ниже первого биологического минимума.

Потепление климата в летнюю сезонную климатическую стадию за период 1991-2000 гг. вызвало увеличение среднее десятилетних температур по всему профилю почвы. Глубина проникновения температуры биологического минимума (5°C) достигла 130 см, биологически активная температура 10°C и выше отмечается на глубине 110 см по метеостанции Гари и 130 см по метеостанции Нижний Тагил. Средняя десятилетняя температура слоя 320 см дерново-подзолистых почв повысилась на $0,9^{\circ}\text{C}$ от $8,3^{\circ}\text{C}$ за период 1961-2000 гг. до $9,2^{\circ}\text{C}$ за период 1991-2000 гг. по метеостанции Гари и от $9,2^{\circ}\text{C}$ до $10,2^{\circ}\text{C}$ по метеостанции Нижний Тагил. Повышение средней десятилетней температуры в летний период 1991-2000 гг. определяется тепловым потоком в почву в теплое время года. Самым теплым месяцем летней сезонной климатической стадии является июль месяц. Среднее многолетняя температура дерново-подзолистых почв за период 1961-2000 гг. на глубине 20 см по метеостанции Гари достигает $16,3^{\circ}\text{C}$, а по метеостанции Нижний Тагил снижается до $15,9^{\circ}\text{C}$. Вниз по профилю дерново-подзолистой почвы среднее многолетняя температура постепенно уменьшается, достигнув своего минимума на глубине 320 см по данным метеостанции Нижний Тагил, однако на этой глубине самая низкая температура ($1,7^{\circ}\text{C}$) отмечена в положительном спектре температур. Современное потепление климата вызвало увеличение среднее десятилетних температур почвы весенней климатической стадии за период 1991-2000 гг. Температура почвы на глубине 20 см увеличилась до $1,6^{\circ}\text{C}$, в

профиле почвы в весеннюю сезонную климатическую стадию не отмечается отрицательных температур, а температура почвы на глубине 320 см повысилась на 1°C.

Современное потепление климата за период 1991-2000 гг. вызвало повышение среднедесятилетней температуры профиля почвы с 0,1°C на глубине 40 см до 1,2°C на глубине 320 см по данным метеостанции Гари и за этот же период в дерново-подзолистой почве, характеризующейся данными метеостанции Нижний Тагил температура повысилась с 0,2°C на глубине 40 см до 1,2°C на глубине 320 см. Необходимо особо подчеркнуть, что за период 1991-2000 гг. температура дерново-подзолистых почв на глубине 20

см понизилась на 0,1°C по метеостанции Гари и на 0,3°C по метеостанции Нижний Тагил. Понижение средней десятилетней температуры на глубине 20 см дерново-подзолистых почв говорит о локальном похолодании в июле месяце, однако подсчет среднедесятилетних температур летней сезонной климатической стадии как по данным метеостанции Гари так и по метеостанции Нижний Тагил показывает увеличение среднедесятилетних температур летней сезонной климатической стадии почв глубине 20 см на 0,4°C по метеостанции Гари и на 0,3°C по метеостанции Нижний Тагил.

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

TEMPERATURE DYNAMICS OF SOD-PODZOLIC SOILS IN PREDURALYE DUE TO CLIMATIC WARMING

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

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

Current climatic warming caused an increase of thermal probability of sod- podzolic soils relative to climatic norm of the temperature in the soil profile up to the depth of 320 cm, resulted in increasing the time of typical manifestation of summer climatic stage and in decreasing the depth of seasonal freezing.

Key words: *climate warming, sod-podzolic soils, seasonal freezing*

*Oleg Khudyakov, Doctor of biology, Leading Research Fellow.
E-mail: oix@rambler.ru.*

*Oleg Reshotkin, Candidate of Biology, Main Specialist of the Branch
Tatiana Bedrina, Post-graduate Student*