

# ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ И ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ ВОЗДУХА ПОД ВЛИЯНИЕМ МЕЛИОРАТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

М.А. Егоренков

(Белорусский технологический институт им. С.М. Кирова)

Формирование теплового режима почвы и температуры приземного слоя воздуха во многом зависит от характера и состояния растительного покрова. В свою очередь микроклиматические условия, сформированные самим же растительным покровом, в дальнейшем оказывают существенное влияние на процессы роста, формирование состава, продуктивность, ход вегетации и другие стороны жизнедеятельности насаждения.

Различные слагаемые микроклиматических условий в известной мере поддаются регулированию путем проведения рубок ухода, биологических мелиораций и других хозяйственных мероприятий.

Нашей целью было на фактическом материале определить степень изменения микроклиматических условий в процессе формирования древостоя в разные отрезки вегетационного периода и возможность регулирования ими с помощью биологических мелиораций.

Наблюдения проводились в 1973—1974 гг. в Негорельском учебно-опытном лесхозе БССР в спелом сосновом насаждении (состава 9С1Е, II бонитета, полнотой 0,7 с хорошо выраженным моховым покровом), в смешанных дубово-ясеневых культурах 10-летнего возраста (на контрольной секции и на секции с введенным в междурядья многолетним люпином) и на невозобновившейся поляне диаметром около 30 м.

Все участки расположены в непосредственной близости друг от друга и характеризуются одинаковыми почвенно-грунтовыми условиями и характером рельефа. Наблюдения включали измерения температуры почвы на глубине 10 см путем установки в 3—4 точках датчиков термометра дистанционного измерения типа АМ, измерения температуры воздуха на высоте 20 см от поверхности почвы и измерения влажности почвы обычным термостатно-весовым методом. Все наблюдения проводились по сезонам (весна, лето, осень) путем снятия показаний приборов через каждые два часа в течение суток.

На тепловой режим почвы существенное влияние оказывают способ размещения древесных пород на лесокультурной площади, условия их роста, степень развития кроны и листовой по-

верхности. Сомкнутый древесный полог способствует уменьшению притока тепла к поверхности почвы, препятствует ее охлаждению в ночные часы, вызывает увеличение расхода воды на транспирацию и в то же время уменьшает испарение воды с поверхности почвы. Определенный теплоизолирующий эффект возникает под влиянием более или менее развитого слоя лесной подстилки. Поэтому нас интересовала биометрическая характеристика 10-летних дубово-ясеневых культур.

Смешанные дубово-ясеневые культуры были созданы весной 1964 г. посадкой однолетних сеянцев по сплошь раскорчеванной лесосеке, вышедшей из-под соснового насаждения типа сосняк-черничник. Почва участка дерново-подзолистая, среднеподзоленная, развивающаяся на супеси песчаной, подстилаемой супесью песчаной. Смешение пород порядно с размещением посадочных мест 1,5x0,75 м. Через год после посадки культур на части площади посевом в междурядья был введен многолетний люпин многолистный (*Lupinus polyphyllus* Linde) из расчета 20 кг/га.

Из табл. 1 следует, что под влиянием многолетнего люпина существенно увеличиваются средняя высота и диаметр, степень развития крон древесных пород и их сомкнутость. Так, например, если суммарная сомкнутость крон на контрольной секции составляет 0,74 га/га, то на секции с люпином — 1,87 га/га, или более, чем в два раза.

Таблица 1. Таксационная характеристика роста древесных пород на секциях

Секции	Порода	Средняя высота, см	Средний диаметр у шейки корня, мм	Площадь кроны среднего дерева, м <sup>2</sup>	Число деревьев на секциях, шт/га	Сомкнутость крон, га/га
Контроль	Дуб	215,2	41,5	1,3	3986	0,52
	Ясень	164,0	23,4	0,59	3723	0,22
С люпином	Дуб	368,0	54,9	2,15	3940	0,85
	Ясень	343,2	56,2	2,62	3898	1,02

Степень сомкнутости крон и развитие листовой поверхности несомненно оказывают влияние на температуру почвы и приземного слоя воздуха, влажность почвы и другие компоненты микроклимата. В частности с увеличением влажности наблюдается рост теплофизических параметров почвы. Теплопровод-

ность воды гораздо больше теплопроводности почвенного воздуха, а поэтому все мероприятия, ведущие к увеличению влажности почвы, приводят к увеличению коэффициента теплопроводности, а следовательно, способствуют увеличению потока тепла в почву в дневное время и более сильному подтоку тепла из более глубоких слоев в ночное время и в холодный период вегетации (осенью).

При низкой влажности почвы (от 0 до 10%) малым ее изменениям будет соответствовать более значительное изменение теплофизических параметров и, наоборот, при высокой влажности (25% и более) ее изменения уже не влияют на теплофизические параметры и имеют меньшее значение в тепловом режиме почвы [1].

Во время опыта при одинаковых почвенно-грунтовых условиях влагозапасы почвы определяются только особенностями растительности. Из табл. 2 следует, что влажность почвы по категориям площадей не остается постоянной, а существенно меняется по сезонам. Весной наибольшая влажность имеет место на контрольной секции 10-летних дубово-ясеневых культур, наименьшая — в спелом сосновом насаждении. Летом положение меняется: максимальную влажность имеют дубово-ясеновые культуры с введенным в междурядья люпином, меньшую — контрольная секция и минимальную — спелое сосновое насаждение. В осеннее время повторяется весенняя ситуация.

Таблица 2. Влажность почвы по сезонам, % на абсолютно сухой вес

Варианты (секции)	Глубина взятия образца, см	Дата взятия образца		
		1/У 1973	15/УІІ 1973	7/Х 1973
Контроль	5—10	21,67	15,23	13,59
	20—30	16,22	12,30	7,57
	60—70	8,47	7,74	5,25
С люпином	5—10	19,07	18,61	12,12
	20—30	12,40	12,08	6,22
	60—70	9,58	11,10	4,61
Спелый лес	5—10	14,40	11,12	6,59
	20—30	11,09	9,42	5,82
	60—70	9,67	8,77	3,33

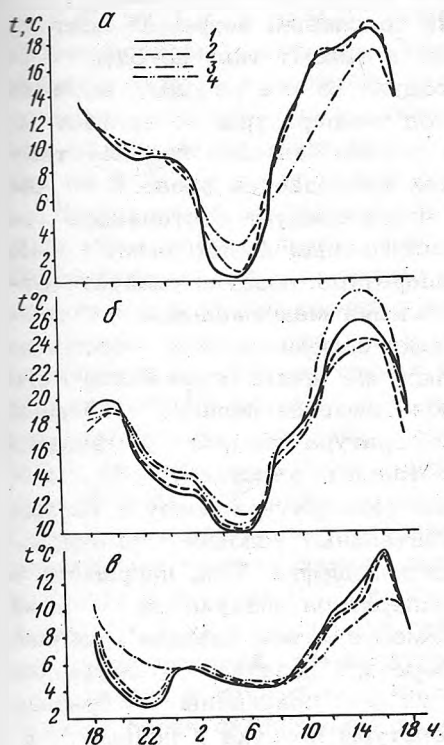


Рис. 1. Суточный ход температуры воздуха: на контроле (1); на секции с люпином (2); в спелом лесу (3); на поляне (4). Весной (а), летом (б), осенью (в) 1973 г.

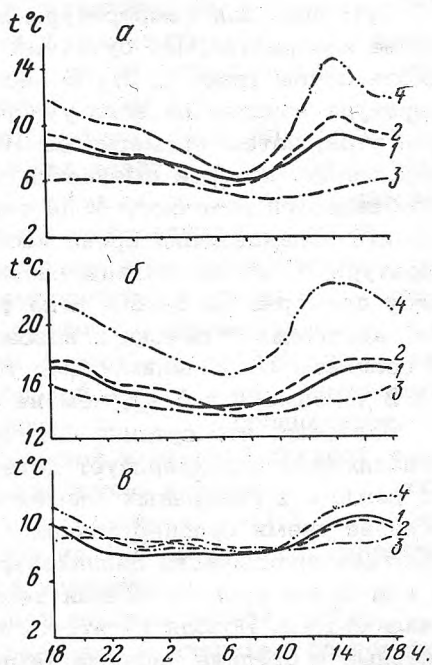


Рис. 2. Суточный ход температуры почвы: на контроле (1); на секции с люпином (2); в спелом лесу (3); на поляне (4). Весной (а), летом (б), осенью (в) 1973 г.

Такая динамика влажности почвы обусловлена тем, что весной солнечная радиация достаточно интенсивна, и испарение с поверхности почвы максимальное. Степень покрытия почвы травостоем весной на контрольной секции при незначительной сомкнутости древостоя практически отсутствует, поэтому от весны к лету влагозапасы в почве уменьшаются. В сосновом же насаждении в результате задержки осадков кронами сосны влагозапасы в почве во все отрезки вегетационного периода оказываются меньшими по сравнению с участками дубово-ясеневых культур.

Микроклиматические различия в наибольшей степени проявляются в ясные солнечные дни со слабым ветром, поэтому наблюдения приурочивались именно к такому типу погоды.

Суточный ход температуры воздуха во все сезоны выражен более контрастно, чем суточный ход температуры поверхностных слоев почвы (рис. 1, 2). Во все сезоны наиболее низкая температура воздуха на всех участках наблюдается около 6 часов утра, затем примерно до 16 часов следует постепенное ее повышение, которое сменяется постепенным понижением. Из особенностей суточного хода температуры воздуха следует отметить запаздывание срока наступления максимальной температуры в летние месяцы на секции с люпином и в сосновом лесу примерно на 1--2 ч и на такое же время опережение его на контрольной секции и невозобновившейся поляне. Осенью в сосновом лесу минимальная температура воздуха отмечается на 2 ч позже (в 8 ч), чем на остальных участках.

Известно, что средняя суточная температура воздуха весьма приближенно характеризует действительные условия термического режима в различных элементах ландшафта. Так, например, в осеннее время среднесуточная температура воздуха на всех участках практически одинакова; вместе с тем средняя дневная, а тем более средняя ночная температура воздуха существенно различаются. Исходя из этого, в табл. 3 приведены средние дневные и средние ночные температуры воздуха и почвы, а также амплитуда температурных колебаний в различных условиях произрастания.

Дневная температура воздуха определялась нами как средняя температура от восхода до захода солнца; ночная — как средняя от захода до восхода солнца, т.е.

$$T_{\text{д}} = \frac{\sum T_{\text{д}}}{N_{\text{д}}} \quad \text{и} \quad T_{\text{н}} = \frac{\sum T_{\text{н}}}{N_{\text{н}}},$$

где  $\sum T_{\text{д}}$  — сумма градусо-часов, отнесенная к дневному периоду суток;  $\sum T_{\text{н}}$  — сумма градусо-часов, отнесенная к ночному периоду суток;  $N_{\text{д}}$  — число часов за день;  $N_{\text{н}}$  — число часов за ночь.

Весной, летом и осенью минимальная температура воздуха в сосновом лесу никогда не опускается ниже температуры на невозобновившейся поляне и в молодых дубово-ясеневых культурах. Весной она выше на  $2,4^{\circ}$ , чем на контрольной сек-

нии, и на  $2^{\circ}$  — на секции с люпином; летом соответственно на  $0,8^{\circ}$ , на  $1,2^{\circ}$  и на  $1,9^{\circ}$  выше, чем на контрольной секции дубово-ясеневых культур. Осенью различия в температурах ночного воздуха в сосновом лесу сглаживаются, но все же остаются довольно значительными и оказываются на  $1,3^{\circ}$  выше, чем на поляне по сравнению с секцией, где произрастает люпин на  $0,9^{\circ}$  и с контрольной секцией — на  $1,6^{\circ}$ .

Летом из-за отсутствия турбулентного перемешивания воздуха днем максимальная температура воздуха в сосновом лесу более высокая, чем на секции с люпином, но более низкая, чем на контрольной секции и на невозобновившейся поляне.

Весной температура дня в сосновом лесу практически не отличается от среднесуточной температуры воздуха; на контрольной секции она на  $1,8$  и на секции с люпином на  $0,5^{\circ}$  выше, чем средняя дневная. Летом в лесу она на  $0,8^{\circ}$ , на секции с люпином на  $0,9$ , на контрольной на  $1,1$  и на невозобновившейся на  $1,2^{\circ}$  выше по сравнению со среднесуточной. Осенью различия между среднесуточной и средней дневной температурами воздуха также сглаживаются, и разница составляет: в лесу на  $0,1^{\circ}$ , на секции с люпином на  $1,3$ , на поляне на  $1,4$  и на контрольной секции на  $1,8^{\circ}$  выше по сравнению со среднесуточной температурой воздуха.

Разница в ночных температурах воздуха весной, летом и осенью более существенна по сравнению с дневными разностями, увеличивается от весны к лету и уменьшается от лета к осени, причем наибольшие различия наблюдаются на поляне и контрольной секции дубово-ясеневых культур; наименьшие — в спелом сосновом лесу. Иными словами, температурные изменения дня и ночи в лесу по абсолютной величине соответствуют таким же изменениям в более северных районах, где длительность дня в июле составляет  $20--23$  ч. Относительно открытые пространства вследствие большего притока тепла к поверхностным слоям по температурным изменениям дня и ночи более характерны для южных районов, где длина дня значительно короче по сравнению с северными.

Весной в лесу холоднее с 8 ч утра до 2 ч ночи и только четыре часа (с 4 до 8 ч утра) в лесу наблюдается более высокая температура, чем на секции с люпином дубово-ясеневых культур. В летние месяцы в лесу холоднее с 8 до 20 ч вечера, а примерно с 20 до 8 ч утра — теплее по сравнению со всеми остальными участками. Осенью в лесу теплее с 18 до 2 ч ночи и холоднее с 2 до 18 ч.

Таблица 3. Характеристика суточного хода температуры

Объект исследования	Суточный ход температуры воздуха				
	$T_{\text{сут}}$	$T_{\text{д}}$	$T_{\text{н}}$	$A_{\text{т}}$	$T_{\text{д}} - T_{\text{н}}$
	31 апреля—1 мая				
Контроль	10,4	12,1	7,6	18,6(19,1-0,5)	4,5
С люпином	10,9	11,4	8,5	18,5(19,4-0,9)	2,9
Лес	10,0	10,0	8,7	14,6(17,5-2,9)	1,3
Поляна	не определено		-		-
	14--15 июля				
Контроль	17,3	18,4	14,0	16,2(25,8-9,6)	4,4
С люпином	17,1	18,0	14,3	14,2(24,5-10,3)	3,7
Лес	17,4	18,1	15,3	13,5(25,0-11,5)	2,8
Поляна	18,5	19,7	14,7	18,0(28,7-10,7)	5,0
	6--7 октября				
Контроль	6,9	8,7	5,1	12,2(15,0-2,8)	3,6
С люпином	6,9	8,2	5,6	10,9(14,4-3,5)	2,6
Лес	6,9	7,0	6,8	6,8(11,2-4,4)	0,2
Поляна	7,0	8,4	5,5	11,7(14,8-3,1)	2,9

Примечание.  $T_{\text{сут}}$  -- среднесуточная температура;  $A_{\text{т}}$  -- суточная амплитуда температуры;  $T_{\text{д}} - T_{\text{н}}$  -- разность средней значения максимальных и минимальных температур.

Между разностью температуры воздуха дня и ночи ( $T_{\text{д}} - T_{\text{н}}$ ) с одной стороны и суточной амплитудой температуры воздуха ( $A_{\text{т}}$ ) с другой существует тесная зависимость. При увеличении "континентальности" микроклимата, обусловленной характером растительности, возрастает разность между температурой дня и ночи, а вместе с ней увеличивается абсолютная величина суточной амплитуды температуры воздуха.

Весной и летом наибольшее значение среднесуточной амплитуды температуры воздуха наблюдается на поляне и в контрольной секции дубово-ясеневых культур, наименьшее в сосновом лесу и на секции с люпином дубово-ясеневых культур (табл .

воздуха и почвы (градусы) по сезонам за 1973 г.

Суточный ход температуры почвы				
$T_{сут}$	$T_{д}$	$T_{н}$	$A_{T}$	$T_{д} - T_{н}$
7,5	7,4	7,6	2,9(8,8-5,9)	-0,2
7,8	7,6	7,7	3,8(9,6-5,8)	-0,1
5,6	5,5	5,9	1,1(6,1-5,0)	-0,4
15,6	15,6	15,3	2,9(17,1-14,2)	0,3
16,0	16,0	15,8	3,4(17,5-14,1)	0,2
14,4	14,4	14,4	2,0(15,6-13,6)	0,0
19,7	19,9	19,0	5,2(21,7-16,5)	0,9
8,8	9,0	8,7	3,1(11,0-7,9)	0,3
9,1	8,9	9,3	3,1(11,2-8,1)	-0,4
8,8	8,5	9,2	1,7(9,9-8,2)	-0,7
9,6	9,6	9,6	5,3(13,3-8,0)	0,0

$T_{д}$  — средняя температура дня;  $T_{н}$  — средняя температура ночи; температуры дня и ночи; цифры в скобках — абсолютные

3). Осенью также наименьшее значение среднесуточной амплитуды отмечено в сосновом лесу и на секции с люпином, на поляне — выше и наибольшее — на контрольной секции дубово-ясеневых культур.

Биологическая мелиорация, равно как и спелый сомкнутый древостой, отодвигают вероятную границу заморозков, которая с увеличением среднесуточных амплитуд передвигается на более высокие среднесуточные температуры воздуха в результате радиационного выхолаживания ранней весной и поздней осенью [2].

Термические характеристики почвы обладают гораздо большей чувствительностью к микроклимату, чем термические ха-



рактические приземного слоя воздуха. Суточный ход температуры поверхностных слоев почвы выражен мягче, что находит свое выражение прежде всего в небольших амплитудах колебания суточной температуры почвы по сравнению с амплитудами температуры воздуха.

По сезонам абсолютная величина температурных изменений почвы на участках различается несущественно и составляет на невозобновившейся поляне 5,2--6,1°, на секции с люпином 3,1--3,8, на контроле 2,9--3,1 и наименьшая -- в сосновом лесу -- 1,1--2,0°.

В весенние и летние месяцы среднесуточная температура почвы ниже, а в осеннее время выше среднесуточной температуры воздуха, за исключением невозобновившейся поляны, где она в летние месяцы выше среднесуточной температуры воздуха.

По абсолютному значению максимальная температура поверхностных слоев почвы во все сезоны ниже минимальной температуры воздуха, а ее минимальная температура никогда не опускается ниже минимальной температуры воздуха и превышает последнюю на 2,1--5,4°.

Во все сезоны вегетационного периода наиболее высокая среднесуточная температура, так же как и максимальная температура почвы, наблюдалась на поляне и на секции с люпином, наименьшая -- в сосновом лесу и на контрольной секции дубово-ясеневых культур; густосомкнутый травяной покров, развивающийся на контрольной секции, оказывает почти такое же влияние на температуру поверхностных слоев почвы, как и сомкнутый древостой в молодом возрасте. Очевидно, термический режим почвы существенно меняется только в насаждениях, имеющих больший возраст, а следовательно, и большую деятельную поверхность, по размерам равную высоте древостоя.

Средняя температура почвы в дневные и ночные часы имеет целый ряд специфических особенностей. В начале вегетационного периода средняя температура почвы на всех участках в ночные часы всегда выше температуры почвы в дневное время суток. В летние месяцы ночью она ниже по сравнению со средней температурой дня на секциях дубово-ясеневых культур, на невозобновившейся поляне и практически одинакова в спелом сосновом лесу. В конце вегетационного периода температура почвы ночью выше в сосновом лесу и на секции с люпином дубово-ясеневых культур, ниже -- на контрольной секции и практически одинакова на невозобновившейся поляне.

Практически одинаковая температура почвы дня и ночи в летние месяцы наблюдается в тех условиях, где суточный ход изменения выражен слабо (сосновый лес), а осенью — где он выражен наиболее сильно (невозобновившаяся поляна). Конечно, такие закономерности проявляются только при определенном сочетании погодных условий, на определенных стадиях формирования насаждений.

Термический режим можно охарактеризовать абсолютными величинами разностей между температурой поверхностных слоев почвы спелого соснового леса, где микроклиматические элементы являются уже выработавшимися, стабильными и остальные участками, термический режим почвы которых находится еще в стадии формирования.

Суточный ход разностей температуры почвы между спелым сосновым лесом и остальными участками относительно большой весной и летом и сравнительно небольшой в осенние месяцы. Весной разность температуры почвы на поляне по сравнению с сосновым лесом составляет  $1,5-6,7^{\circ}$ , на контрольной секции —  $0,9-3,0^{\circ}$ , на секции с люпином —  $0,6-3,7^{\circ}$ ; в летние месяцы на поляне —  $2,8-8,3^{\circ}$ , на контрольной секции с люпином соответственно  $0,5-2,1$  и  $0,4-2,7^{\circ}$ .

Осенью разности в температурах почвы на всех участках уменьшаются и составляют: на поляне  $0,1-3,4^{\circ}$ , на контрольной  $0,1-2,1^{\circ}$  и на секции с люпином  $0,1-1,7^{\circ}$ . Минимальные разности наблюдаются в ночные, предутренние и утренние часы, максимальные — в дневные, предвечерние и вечерние.

Влияние многолетнего люпина на микроклиматические условия в наибольшей степени проявляются в осенние месяцы, когда разность между температурой почвы в сосновом лесу и на секции с люпином минимальная. Максимальные и минимальные температуры поверхностных слоев почвы на участках по сезонам наступают в разные часы. Весной максимум на всех участках наблюдается в 16 ч, летом на поляне в 14, в сосновом лесу и на контрольной секции в 18, на секции с люпином между 16 и 18, осенью на всех участках в 16, за исключением соснового леса, где максимум запаздывает на два часа и отмечается в 18 ч.

Более существенные различия наблюдаются в наступлении минимальных температур, которые весной на поляне наступают в 8 ч, на контрольной секции в 6, на секции с люпином между 6 и 8 и в сосновом лесу между 8 и 12 ч; летом на поляне, на контрольной и секции с люпином в 6 и в сосновом лесу в 8 ч. Осенью минимум наступает на секции с люпином в 6 ч, на по-

ляне и контрольной секции — между 6 и 8 ч и в сосновом лесу — в 10 ч. Следовательно, осенью в лесу днем холоднее, а ночью, наоборот, теплее, чем на остальных участках.

### Л и т е р а т у р а

1. Адаменко В.Н. Влияние мелиоративных воздействий на теплофизические свойства и тепловой режим почвы. — "Труды ГГО. Микроклиматология", вып. 288. Л., 1972. 2. Гольцберг И.А. Агроклиматическая характеристика заморозков в СССР и методы борьбы с ними. Л., 1961. 3. Горышина Н.Г., Макаревич В.Н. Влияние термического режима почв на ход вегетации и продуктивность некоторых луговых сообществ. — "Труды ГГО. Микроклимат", вып. 264. Л., 1970. 4. Горышина Н.Г. Микроклиматическая изменчивость температуры почвы Оренбургской области. — "Труды ГГО. Микроклиматология", вып. 288. Л., 1972. 5. Мищенко З.А., Николаева З.И. Микроклиматическая изменчивость метеорологического режима в посевах озимой пшеницы и картофеля. — "Труды ГГО. Микроклимат", вып. 288. Л., 1972. 6. Мищенко З.А. Суточный ход температуры воздуха и его агроклиматическое значение. Л., 1962. 7. Микроклимат СССР. Л., 1967.

## ФИТОНЦИДНОСТЬ НЕКОТОРЫХ МЕСТНЫХ И ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ

И.В. Гуняженко

(Белорусский технологический институт им. С.М. Кирова)

Исследование фитонцидности растений и усвояемость фитонцидов одних растений другими, а также окружающей микрофлорой и фауной представляет интерес для многих отраслей народного хозяйства, связанных с выращиванием или использованием растений. Однако химическая природа фитонцидов и количественная сторона выделительной функции растений изучена еще недостаточно.

Нами приводятся результаты изучения фитонцидности у 21-го вида древесных и кустарниковых растений, произрастающих в одних климатических и почвенно-грунтовых условиях на территории Ботанического сада Белорусского технологического института им. С.М. Кирова. Исследование было проведено у