

ТЕМПЕРАТУРА ПРИЗЕМНЫХ СЛОЕВ ВОЗДУХА И СТВОЛОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Н. И. КОСТЮКЕВИЧ, М. Е. МАЙОРОВ

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

Температура приземных слоев воздуха и поверхности почвы, порождаемая солнечной радиацией и особенностями деятельной поверхности, оказывает решающее влияние на биологические и биохимические процессы в этой зоне. Большой интерес для теории и практики лесоводства представляет изучение характера изменения температурных режимов воздушной среды и колебаний температуры стволов древесных растений.

Накопленные в литературе сведения позволяют считать, что деятельной поверхностью в условиях леса являются поверхность почвы, стволы деревьев и подроста, листья растений, тела живых и мертвых организмов. Граница между воздушной массой и деятельной поверхностью проходит по линии контакта этих двух сред и «точка, расположенная на высоте 1 мм над поверхностью почвы, находится уже над пограничным слоем» (Р. Гейгер, 1960). Вверх и вниз от этого слоя температура понижается. Характер изменения температуры в связи с другой деятельной поверхностью — стволами древесных растений — оказывается иным: температура внутренних частей дерева выше температуры наружной деятельной поверхности (Н. И. Костюкевич, 1966). При этом температура поверхности стволов и внутренних частей древесных растений зависит от степени их освещенности, экспозиции относительно стран света и соседних растений, времени года и суток, состояния атмосферы, характера деятельности человека на данной лесной площади. Сочетание видов деятельной поверхности с факторами, определяющими характер изменения температуры, может быть настолько разнообразным, что каждый пример такого сочетания требует особого и детального изучения. Например, различная окраска и толщина древесной коры, приводит к тому, что температура 15-летних деревьев ели, сосны, лиственницы и дуба в одно и то же время оказывается различной (Н. И. Костюкевич и К. В. Манукова, 1964). При этом наибольшая температура коры у ели, а наибольшая температура древесины у сосны.

В настоящей работе излагаются результаты изучения изменений температуры приземного слоя воздуха, стволов деревьев и соснового подроста в связи с различной степенью их освещенности. Деятельной поверхностью служили однометровые площадки в поле, редице, сосновом молодняке 20-летнего возраста, на узких сплошных лесосеках, участках постепенных рубок и контрольных участках, отнесенных к различным группам сомкнутости (М. Е. Майоров, 1968), а также кора стволов деревьев и соснового подроста на различной высоте от поверхности почвы. Все наблюдения проводились с помощью термометра ТЭМП-60 с датчиком игольчатого типа. Для изучения изменений температуры воздуха по

вертикали вблизи средней точки микроучастка, общей площадью до 2000 м², выбирались две однометровые площадки, на одной из которых удалялся травяной и моховой покров. На площадках укреплялись мерные рейки с делениями 0,0; 0,2; 1,0; 2,0; 10,0; 130 см от уровня деятельной поверхности. В одном случае деятельной поверхностью служила просохшая почва, в другом — моховой покров. Наблюдения проводились в ясную, безветренную погоду с 15 до 16 часов одновременно в восьми точках. По типам леса наблюдения проводились в различные дни. Измерение температуры на всех уровнях производилось с тройной повторностью.

Данные (табл. 1) показывают, что наибольшая температура во всех случаях наблюдается на поверхности почвы и с высотой уменьшается: вначале до высоты 1 см резко, скачкообразно, а затем более медленно, плавно. Наиболее высокая температура на поверхности почвы отмечается в поле, на узких сплошных лесосеках и на участках двухприемных постепенных рубок. При этом в отдельных случаях температура поверхности почвы на участках двухприемных постепенных рубок может оказаться выше, чем на узких сплошных лесосеках. Скорее всего это связано с тем, что на участках постепенных рубок случается застой теплого воздуха, замедление процессов конвекции и адвекции, тогда как в это же время в безветренную погоду на узких сплошных лесосеках наблюдается слабое перемещение воздуха. Между группами сомкнутости наблюдается существенное различие в температуре поверхности почвы. Самые низкие температуры отмечаются на контрольных участках и в молодняке.

Температура поверхности мохового покрова во многих случаях оказывается выше температуры рядом расположенной минерализованной площадки. Это связано с тем, что подсохшие стебли зеленых мхов нагреваются сильнее и не испытывают, как поверхность почвы, охлаждающего влияния лежащих ниже слоев. Характер изменения температуры воздуха по вертикали над моховым покровом такой же, как и над поверхностью оголенной почвы: вначале резкий спад в пределах одного сантиметра, а затем более плавное уменьшение по мере удаления от деятельной поверхности. С увеличением степени сомкнутости крон деревьев амплитуда колебаний температуры воздуха по вертикали уменьшается и в молодняке выражается в десятых долях градуса.

В табл. 2 и 3 приведены данные, характеризующие изменение температуры поверхности стволов соснового подростка, материнских деревьев, окружающих слоев воздуха и верхнего слоя почвы.

Измерение температуры верхнего слоя почвы производилось путем погружения игольчатого датчика в почву с отметкой глубины 0,1 см по риску. Делалось это для того, чтобы исключить возможность замеров температуры в пограничном слое и установить истинную температуру самого верхнего слоя почвы. Температура поверхности ствола измерялась путем плотного совмещения торца датчика с верхней пластинкой коры; температура воздуха измерялась путем фиксирования датчика на соответствующей высоте в течение 5 — 10 сек. Измерения производились на трех средних моделях; температура стволов всякий раз измерялась с четырех сторон по странам света. На узких сплошных лесосеках измерялась температура опушечных деревьев.

Температура верхнего слоя почвы на глубине 0,1 см во всех случаях оказывается ниже температуры воздуха на высоте 2 см. Температура

Таблица 1

Изменение температуры воздуха по вертикали

| Место наблюдений | Уровень измерений, см | Сосняк вересковый | | | | Сосняк вересково-мишстый | | | | | Сосняк орляково-черничный | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|------|---------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 0,00—0,25 | 0,26—0,45 | 0,46—0,65 | 0,66—1,00 | 0,00—0,25 | 0,26—0,45 | 0,46—0,65 | 0,66—1,00 | поле | редина | молотняк | 0,00—0,25 | 0,26—0,45 | 0,46—0,65 | 0,66—1,00 |
| Над оголенной почвой | 130 | 23,8 | 21,6 | 21,4 | 21,2 | 24,3 | 25,1 | 23,4 | 22,9 | 26,8 | 26,4 | 24,2 | 21,6 | 22,7 | 19,3 | 19,1 |
| | 30 | 26,4 | 24,1 | 23,6 | 22,0 | 25,9 | 27,9 | 26,2 | 24,0 | 28,2 | 27,3 | 24,8 | 24,6 | 25,4 | 20,8 | 20,6 |
| | 10 | 27,1 | 25,1 | 24,5 | 22,8 | 29,8 | 30,8 | 28,8 | 25,2 | 29,8 | 28,2 | 24,8 | 27,9 | 30,3 | 21,3 | 20,8 |
| | 2 | 28,1 | 25,8 | 25,1 | 23,3 | 32,3 | 33,1 | 29,6 | 25,4 | 31,0 | 29,1 | 24,7 | 30,6 | 33,6 | 21,5 | 21,0 |
| | 1 | 29,2 | 27,8 | 25,7 | 23,4 | 34,9 | 35,2 | 30,7 | 25,6 | 33,0 | 30,0 | 24,4 | 32,6 | 34,9 | 21,6 | 21,3 |
| | 0,2 | 33,1 | 28,8 | 26,8 | 23,6 | 35,8 | 36,8 | 31,4 | 25,8 | 34,0 | 32,0 | 24,1 | 36,6 | 37,0 | 21,9 | 21,4 |
| 0,0 | 36,1 | 29,8 | 28,1 | 24,0 | 50,8 | 42,8 | 32,6 | 26,0 | 40,3 | 34,2 | 23,0 | 37,1 | 41,5 | 22,1 | 21,9 | |
| Над моховым покровом | 130 | 23,8 | 21,3 | 21,2 | 21,2 | 25,2 | 25,2 | 23,1 | 23,1 | 25,8 | 25,7 | 26,4 | 23,8 | 23,4 | 20,1 | 20,0 |
| | 30 | 25,6 | 24,3 | 22,1 | 21,5 | 28,1 | 29,8 | 25,2 | 24,7 | 27,2 | 26,9 | 26,8 | 27,5 | 25,8 | 21,0 | 20,1 |
| | 10 | 26,4 | 24,7 | 22,6 | 21,6 | 30,4 | 32,1 | 26,2 | 25,4 | 28,8 | 27,6 | 27,1 | 29,2 | 29,4 | 21,7 | 20,8 |
| | 2 | 28,8 | 25,6 | 24,3 | 21,8 | 33,8 | 34,6 | 28,0 | 25,9 | 30,6 | 28,1 | 27,4 | 30,6 | 32,4 | 22,0 | 21,2 |
| | 1 | 30,1 | 27,8 | 25,4 | 22,0 | 34,8 | 37,3 | 29,5 | 27,0 | 32,2 | 29,0 | 27,6 | 30,9 | 33,1 | 22,2 | 21,4 |
| | 0,2 | 32,3 | 28,2 | 25,8 | 22,2 | 36,0 | 40,2 | 30,8 | 27,8 | 33,5 | 29,9 | 27,8 | 32,6 | 34,1 | 23,0 | 21,8 |
| 0,0 | 32,4 | 28,7 | 26,0 | 22,3 | 47,1 | 49,6 | 31,7 | 28,1 | 33,9 | 31,4 | 27,9 | 33,8 | 37,1 | 23,2 | 22,2 | |

Таблица 2

Температура поверхности стволов соснового подроста по группам сомкнутости

| Тип леса | 0,00—0,25 | | | | | 0,26—0,45 | | | | | 0,46—0,65 | | | | | 0,66—1,00 | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | температура | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | почвы на глу- бине 0,1 см | воздуха на высоте 2 см | ствола у кор- невой шейки | воздуха на высоте 30 см | ствола на вы- соте 30 см | почвы на глу- бине 0,1 см | воздуха на вы- соте 2 см | ствола у кор- невой шейки | воздуха на высоте 30 см | ствола на вы- соте 30 см | почвы на глу- бине 0,1 см | воздуха на высоте 2 см | ствола у кор- невой шейки | воздуха на высоте 30 см | ствола на вы- соте 30 см | почвы на глу- бине 0,1 см | воздуха на высоте 3 см | ствола у кор- невой шейки | воздуха на высоте 30 см | ствола на вы- соте 30 см |
| Сосняк Вереско- вый | 31,1 | 32,0 | 30,1 | 22,8 | 26,4 | 21,5 | 25,4 | 26,3 | 21,5 | 22,5 | 17,7 | 21,0 | 20,8 | 20,0 | 20,8 | 17,4 | 19,3 | 19,9 | 20,6 | 20,8 |
| Сосняк вереско- во-мшис- тый | 26,4 | 37,5 | 34,5 | 28,8 | 29,6 | 20,5 | 26,5 | 26,4 | 23,9 | 25,3 | 17,7 | 25,7 | 24,7 | 23,7 | 24,4 | 17,2 | 23,2 | 23,5 | 21,7 | 22,5 |
| Сосняк орляково- чернич- ный | 24,3 | 39,0 | 31,2 | 28,3 | 30,2 | 21,1 | 37,8 | 34,4 | 28,2 | 30,7 | 18,3 | 25,1 | 23,7 | 23,0 | 25,3 | 18,1 | 23,7 | 22,3 | 23,0 | 25,3 |

Таблица 3

Температура поверхности стволов сосны по группам сомкнутости

| Тип леса | 0,00—0,25 | | | | | 0,26—0,45 | | | | | 0,46—0,65 | | | | | 0,66—1,00 | | | | |
|---------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | т е м п е р а т у р а | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | почвы на глупине 0,1 см | воздуха на высоте 2 см | ствола у корневой шейки | воздуха на высоте 130 см | ствола на высоте 130 см | почвы на глупине 0,1 см | воздуха на высоте 2 см | ствола у корневой шейки | воздуха на высоте 130 см | ствола на высоте 130 см | почвы на глупине 0,1 см | воздуха на высоте 2 см | ствола у корневой шейки | воздуха на высоте 130 см | ствола на высоте 130 см | почвы на глупине 0,1 см | воздуха на высоте 2 см | ствола у корневой шейки | воздуха на высоте 130 см | ствола на высоте 130 см |
| Сосняк вересковый | 25,1 | 25,9 | 27,9 | 21,1 | 24,6 | 19,2 | 22,9 | 23,1 | 20,4 | 22,7 | 17,4 | 20,2 | 21,7 | 20,7 | 20,7 | 17,1 | 20,2 | 19,2 | 20,3 | 20,2 |
| Сосняк вересково-мшистый | 25,4 | 35,3 | 31,6 | 27,1 | 28,8 | 19,0 | 30,6 | 30,2 | 24,3 | 27,1 | 18,9 | 24,7 | 22,1 | 23,2 | 23,5 | 15,7 | 24,1 | 23,0 | 22,6 | 22,9 |
| Сосняк орляково-черничный | 26,4 | 38,9 | 31,6 | 27,7 | 28,7 | 20,8 | 34,6 | 28,7 | 26,7 | 29,3 | 16,7 | 23,3 | 24,9 | 24,1 | 24,1 | 17,3 | 22,8 | 22,1 | 22,1 | 22,3 |

верхнего слоя почвы скорее всего не оказывает прямого влияния на температуру поверхности ствола, так как она преимущественно ниже температуры стволиков подроста у корневой шейки.

Температура стволиков подроста у корневой шейки на узких сплошных лесосеках ниже температуры окружающего слоя воздуха на высоте 2 см. Под пологом леса на участках постепенных рубок и контрольных участках не наблюдается единого соответствия между температурой воздуха на высоте 2 см и температурой поверхности корневой шейки подроста. Температура воздуха на высоте 30 и 130 см соответственно ниже температуры воздуха на высоте 2 см. Температура стволиков подроста на высоте 30 см на узких сплошных лесосеках ниже температуры у корневой шейки, но выше температуры воздуха на высоте 30 см. Под пологом леса температура стволиков подроста на высоте 30 см везде выше температуры воздуха на данной высоте. Между температурой стволиков подроста на высоте 30 см и у корневой шейки на участках под пологом леса строгого соответствия не наблюдается.

Отсутствие определенной, ясно выраженной зависимости между температурой воздуха на высоте 2 см и температурой корневой шейки подроста, между температурой поверхности корневой шейки и температурой стволика на высоте 30 см можно объяснить неравномерностью сомкнутости травяного покрова и, следовательно, различной степенью освещенности и прогревания стволиков у корневой шейки. На высоте 30 см влияние сомкнутости травяного покрова на температуру стволиков подроста сказывается в меньшей степени, поэтому здесь устанавливается вполне определенное соотношение между температурой поверхности стволиков и воздуха: температура стволиков везде выше температуры воздуха.

Температура поверхности стволов деревьев у корневой шейки значительно выше температуры почвы на глубине 0,1 см во всех трех типах леса. На узких сплошных лесосеках в сосняке вересковом корневые шейки не затенены травянистой растительностью и температура коры оказывается значительно выше температуры окружающего слоя воздуха; в сосняке вересково-мшистом и орляково-черничном все складывается как раз наоборот. На участках постепенных рубок определенного соответствия между температурой воздуха на высоте 2 см и температурой поверхности стволов деревьев у корневой шейки не наблюдается. На контрольных участках температура поверхности стволов деревьев у корневой шейки ниже температуры воздуха на высоте 2 см.

Температура поверхности стволов деревьев на узких сплошных лесосеках на высоте 130 см постоянно оказывается выше температуры воздуха на данной высоте. Подобная закономерность наблюдается и на участках двухприемных постепенных рубок. На участках трехприемных постепенных рубок и контрольных участках температура поверхности стволов деревьев на высоте 130 см или одинакова с температурой окружающего слоя воздуха, или выше ее, но незначительно. Причем в этом случае хорошо проявляются типологические особенности участков и особенности их местоположения относительно соседних участков. В сосняке орляково-черничном на контроле, например, где кроны деревьев подняты высоко и весь участок испытывает боковое дополнительное освещение со стороны соседнего участка двухприемной постепенной рубки, температура поверхности стволов на 1,2° выше температуры окружающего слоя воздуха. В сосняке вересковом, где кроны деревьев опущены ниже и участок находится в окружении сомкнутого древостоя, температура

стволов на высоте 130 см на $0,1^{\circ}$ ниже температуры окружающего слоя воздуха. В сосняке вересково-мшистом температура поверхности стволов на высоте 130 см лишь на $0,3^{\circ}$ выше температуры окружающего слоя воздуха.

Проведенные исследования убеждают прежде всего в том, что:

1. Температура прилежащего слоя воздуха зависит от температуры деятельной поверхности.

2. Температура деятельной поверхности связана с ее природой, морфологическими особенностями, характером искусственного изменения, экспозицией, степенью освещенности и многими другими факторами.

3. С увеличением степени освещенности температура верхнего слоя почвы, поверхности стволов соснового подростка и материнских деревьев увеличивается и все больше отличается от температуры прилежащих слоев воздуха.

4. Травяной покров и сомкнутый полог леса, уменьшая освещенность, снижают температуру поверхности стволов древесных растений.

5. Наиболее высокие температуры наблюдаются на границе воздушной среды и деятельной поверхности.

Л и т е р а т у р а

Гейгер Р. 1960. Климат приземного слоя воздуха. М. Костюкевич Н. И., Манукова К. В. 1964. Исследование температуры растущих деревьев в насаждении. Изв. АН БССР, сер. биол., № 4. Костюкевич Н. И. 1966. Температурный режим растущих деревьев и их производительность. В кн.: Пути повышения производительности лесов. Минск, Майоров М. Е. 1968. Интенсивность фотосинтеза и транспирации соснового подростка после первого приема постепенных рубок. «Лесоведение», № 1.