

26
778
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Труды, выпуск 14

ОБЛАКА, ОСАДКИ И ВОПРОСЫ АТМОСФЕРНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

175263

БИБЛИОТЕКА
ЛЕНИНГРАДСКОГО
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА

ЛЕНИНГРАД
1963

А. Г. БРОЙДО, И. А. ИЗИС

ОСОБЕННОСТИ ПОТОКА ТЕПЛА В ПОЧВЕ НА ПЛОЩАДКЕ
ЛГМИ В БАТОВО

В работе [1] на обширном опытно-материале показывается целесообразность использования предложения Н.П.Русина [4] о замене расчета средних значений вертикального потока тепла в верхнем двадцатисантиметровом слое почвы по формуле Г.Х.Цейтина [3,5]

$$B = \frac{c}{\tau} \left[S_1 - \frac{\alpha}{10} S_2 \right] \quad (1)$$

расчетом по упрощенной формуле

$$B = \frac{c}{\tau} S_1 \quad (2)$$

В этих формулах c - средняя объемная теплоемкость верхнего двадцатисантиметрового слоя почвы; τ - интервал времени между двумя соседними сроками наблюдений, т.е. интервал, к которому относится вычисляемое по этим формулам среднее значение B ;

α - средний коэффициент температуропроводности рассматриваемого слоя почвы; S_1 и S_2 - функции, связанные с изменением теплоемкости этого же слоя за данный интервал времени и с теплообменом между этим слоем и нижележащими слоями. Методика нахождения величин α , S_1 и S_2 изложена в работах [3,5].

В настоящей работе ставились следующие цели:

а) выяснить наличие каких-либо особенностей потока тепла в почве на площадке ЛГМИ в п.Батово (Гатчинский район Ленинградской области);

б) провести в дополнение к работе [1] оценку результатов расчета по формуле (2) по сравнению с результатами, получающимися по формуле (1).

Поскольку в настоящей работе, по-видимому, впервые публикуются результаты, полученные по материалам наблюдений на площадке ЛГМИ в Батово, то представляется целесообразным дать краткое физико-географическое описание данного района и указать некоторые особенности площадки.

Площадка ЛГМИ в п.Батово находится в 75 км южнее Ленинграда.

Таким образом, район расположения площадки находится в северо-западной части Восточно-Европейской равнины. Местность представляет собой пологую равнину с понижением в сторону Финского залива, т.е. к северу и северо-западу. Район расположен в зоне смешанных лесов. Почвы преимущественно подзолистые. Леса прерываются обширными луговыми полянами с разнотравным растительным покровом. Нередко встречаются довольно обширные заболоченные участки, так как район находится в зоне избыточного увлажнения. Климат - умеренно континентальный.

Площадка расположена на сравнительно ровном плато с небольшими пологими холмами моренного происхождения. Со всех сторон площадка окружена 1-2 рядами деревьев высотой 15-20 м, находящихся на расстоянии 3-5 м друг от друга. С восточной стороны к площадке примыкает парк. В 100 м севернее площадки протекает р.Оредеж, имеющая здесь ширину до 30-40 м и глубину до 3-4 м. Примыкающий к площадке правый берег реки - возвышенный, обрывистый. С запада на расстоянии 70 м от площадки находятся одноэтажные деревянные жилые дома п.Батово, окруженные небольшими садами и огородами.

Поверхность площадки в основном ровная, с небольшими редкими буграми. Площадка имеет травяной покров, выкашиваемый в середине лета. Измерение температуры поверхности почвы производится ртутными термометрами на оголенных участках, размеры которых по условиям работы на данной площадке несколько уменьшены против стандартных и составляют около 3x4 м. Почва на площадке песчаная.

В настоящей работе использованы материалы ежечасных наблюдений над температурой поверхности почвы и температурой на глубинах 5, 10, 15 и 20 см. Наблюдения выполнялись в дневные часы (с 09 до 18 час.) отдельных дней июня 1960 г. Температура поверхности почвы определялась ртутным ("срочным") термометром, температура на глубинах - коленчатыми термометрами С.И.Савинова. По этим наблюдениям удалось рассчитать по формуле (1) за двухчасовые интервалы времени 52 средних значения B , которые изменяются в пределах от -0,109 до 0,190 кал/см²мин. Экстремальные значения (-0,109, 0,190 кал/см²мин.) потока тепла в почве встретились лишь в 6% случаев. В большинстве же (в 75% случаев) этот поток составляет от -0,09 до 0,10 кал/см²мин., что вполне согласуется с аналогичными величинами в других районах северо-запада ЕГС [2].

Значение B в один и тот же час разных дней также меняется в довольно широких пределах в зависимости от погодных условий, особенно облачности. Тем не менее во все 7 рассмотренных суток можно обнаружить в основном упорядоченный дневной ход потока тепла в почве, а именно постепенное уменьшение этого потока от первого утреннего срока (10 час) до последнего вечернего (17 час.). В отдельные дни поток уже в 15-16 час. переходил через нуль и становился отрицательным. Максимальное положительное значение

потока достигалось, по-видимому, в более ранние утренние часы (до 10 час.), оставшиеся неосвещенными в настоящей работе. Наглядное представление о характере дневного хода потока тепла в почве дает рис. 1, на котором этот ход представлен в осредненном виде за все 7 рассмотренных суток. Важно отметить, что

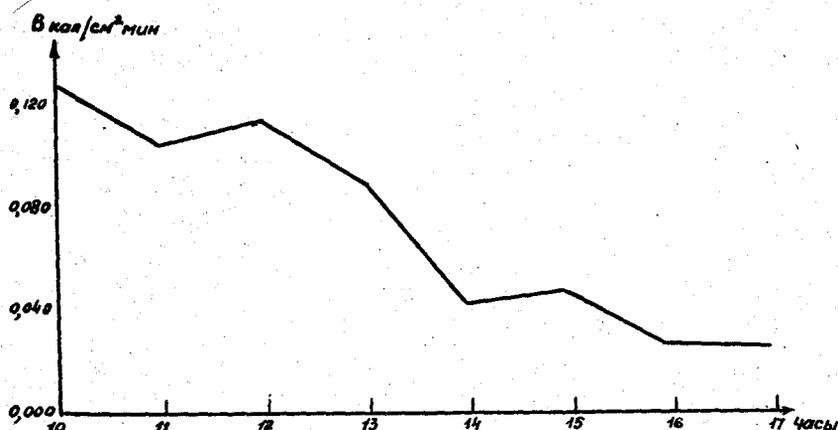


Рис. 1. ОСРЕДНЕННЫЙ ДНЕВНОЙ ХОД ПОТОКА ТЕПЛА В ПОЧВЕ В БАТОВО ЗА 7 СУТОК ИЮНЯ 1960 г.

график среднего дневного хода V получен не путем осреднения значений V за один и тот же час разных суток, а путем осреднения исходных данных, т.е. температуры почвы для каждого рассмотренного дневного часа всех 7 суток. Осреднение же самих значений V не привело к столь же определенной картине. Поскольку междусуточная изменчивость этих значений для одного и того же часа довольно велика, то для получения сглаженной картины необходимо осреднение за более продолжительный интервал, чем 7 суток. Из рис. 1 видно, что в среднем поток тепла в почве в дневные часы июня на площадке более или менее плавно уменьшается примерно от 0,13 до 0,03 кал/см² мин.

Поскольку поток тепла в почве в рассмотренный период времени на площадке в Батово не обладал какими-либо резкими отличиями от соответствующих потоков на других площадках северо-запада ЕТС, то данная площадка может быть признана достаточно репрезентативной по потоку тепла.

К несколько более неожиданным выводам привело сравнение значений V , вычисленных по формуле (2), со значениями, найденными по формуле (1). Для краткости назовем первые из них V_2 , а вторые V_1 . Прежде всего обращает на себя внимание тот факт, что все 52 значения V_2 оказались несколько ниже соответствующих значений V_1 . В работе [1], выполненной по материалам наблюдений в Дубовской, Каменной Степи и Колтухах, также было получено, что число заниженных значений V_2 преобладает над числом

завышенных его значений. Однако иногда там встречались и завышенные, а не одни только заниженные значения, как в Батово. Рассмотрение формулы (1) показывает, что, поскольку величина α всегда существенно положительна, то полученный результат может быть объяснен лишь тем, что во все рассмотренные сроки наблюдений в Батово S_2 было отрицательным. Это характерно для дневных часов при сухой погоде, когда поток тепла от поверхности почвы проникает не только до глубины 20 см, но проходит и в нижележащие слои. Рассмотренные здесь 7 суток характеризовались в Батово сухой жаркой погодой. По другим же упомянутым выше районам более обширный опытный материал включал в себя и дни с неустойчивой погодой, в том числе дни с осадками, приводящими, как правило, к смене отрицательного знака S_2 на положительный и потому вызывающими завышение B_2 по сравнению с B_1 .

Среднее из всех 52 отклонений B_2 от B_1 составило $0,038 \frac{\text{кал}}{\text{см}^2 \cdot \text{мин}}$, что значительно превышает соответствующую величину, найденную в работе [1]. Это может объясняться как меньшим числом рассмотренных здесь случаев, так и особенностями состава, структуры, влажности и других свойств почвы в Батово, приводящими к более высоким, чем в районах, рассмотренных в работе [1], значениям коэффициента температуропроводности верхнего слоя, что может давать сравнительно повышенные значения 2-го члена в скобках формулы (1). Более детальное выяснение этого вопроса выходит за рамки настоящей работы и явится предметом отдельной статьи.

Для оценки возможности практического использования формулы (2) вместо формулы (1) имеет значение анализ не столько абсолютных, сколько относительных отклонений B_2 от B_1 , т.е. величин

$$f = \left| \frac{B_2 - B_1}{B_1} \right| \% \quad (3)$$

В 7 из 52 случаев значения f составили более 100%. Однако специальное рассмотрение этих случаев показывает, что большинство из них имеет место не при больших значениях $B_2 - B_1$, а при малых значениях B_1 , когда погрешность расчета по формуле (3) резко увеличивается. Рассматривать такие случаи, очевидно, нецелесообразно. В остальных же 45 случаях относительные погрешности распределяются по отдельным градациям так, как показано в табл.1.

Таблица 1
Распределение по градациям относительных отклонений B_2 от B_1

| $f\%$ | 0-9 | 10-19 | 20-29 | 30-39 | 40-49 | ≥ 50 |
|---------------|-----|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Число случаев | 6 | 11 | 11 | 5 | 3 | 9 |
| % | 13 | 25 | 25 | 11 | 6 | 20 |

Сравнение этой таблицы с результатами, полученными в работе [1], свидетельствует о том, что расчеты по формуле (2) на материале наблюдений в п. Батово приводят к величинам B_2 , обладающим более значительными погрешностями, чем величины B_2 , вычислявшиеся для других районов. Этот факт, возможно, так же, как и большее среднее абсолютное отклонение B_2 от B_1 , объясняется более высокими значениями коэффициента температуропроводности верхнего слоя почвы в Батово.

Представляет интерес вопрос о распределении относительных погрешностей значений B_2 во времени. Как указывалось выше, в настоящей работе эти значения вычислялись только для дневных часов летнего времени года. Если исключить большие относительные погрешности, полученные при малых B_1 , то осреднение остальных 45 значений ξ по часам суток приводит к результатам, представленным в табл.2.

Таблица 2

Средние относительные погрешности (в%) значений B_2 для разных часов дневного времени

| Часы | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Средняя относительная погрешность, % | 18 | 13 | 32 | 22 | 62 | 33 | 43 | 39 |

Из табл.2 видно, что увеличение погрешности расчета B_2 имеет место во второй половине дня, когда сам поток тепла в почве уже начинает заметно уменьшаться. Этот результат согласуется с выводами работ [1,4]. Однако и в дневные часы значения ξ для Батово сравнительно велики - они заметно превышают значения, полученные за эти же часы в районах, рассмотренных в работе [1]. Этот вывод совпадает с результатом, полученным из табл.1.

Проделанная работа позволяет сделать следующие выводы.

1. Абсолютные значения потока тепла в почве и пределы его колебания в дневные часы и общий характер дневного хода этого потока в летнее время года на площадке ЛГМИ в п. Батово типичны для северо-запада Европейской части Союза. Это говорит о репрезентативности данной площадки по потоку тепла в почве.

2. Сравнение результатов расчета потока тепла в почве по сокращенной формуле (2) и по более полной формуле (1) показывает, что при расчетах по формуле (2) для Батово получаются более значительные погрешности, чем для других районов. Отсюда в свою очередь следует, что

а) в данном районе и в рассмотренный период времени, возможно, имели место несколько повышенные значения коэффициента температуропроводности;

б) использование формулы (2) вместо формулы (1) может в отдель-

ных районах (в частности, в Батово) в некоторые периоды приводить к результатам, содержащим погрешности, в 2-3 раза превышающие погрешности, получающиеся в других районах.

Л и т е р а т у р а

1. Б р о й д о А.Г., С у б о ч ь Н.А. О точности приближенного метода расчета потока тепла в почве. Труды ГГО, вып.77, 1958.
2. О г н е в а Т.А. Некоторые особенности теплового баланса деятельной поверхности. Гидрометеонадат, 1955.
3. Р у с и н Н.Л. Методические указания гидрометеорологическим станциям, № 5. Гидрометеонадат, 1954.
4. Р у с и н Н.П. Об определении теплообмена в почве на гидрометеорологических станциях. Труды ГГО, вып.52 (114), 1955.
5. Ц е й т и н Г.Х. К вопросу об определении некоторых тепловых свойств почвы. Труды ГГО, вып.39 (101), 1953.