

51
1942
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМЕНИ А. И. ВСЕЙКОВА

РУКОВОДСТВО

ПО ГРАДИЕНТНЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ И ОПРЕДЕЛЕНИЮ СОСТАВЛЯЮЩИХ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА

184203

БИБЛИОТЕКА
Ленинградского
Гидрометеорологического
Института



ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

ЛЕНИНГРАД • 1964

Утверждено
Главным управлением
гидрометеорологической службы
при Совете Министров СССР
3 июня 1963 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. Общие положения (§ 1—13)	5
Глава II. Организация наблюдений	14
1. Общие положения (§ 14—18)	14
2. Выбор района и места наблюдений (§ 19—21)	15
3. Уход за площадкой (§ 22)	16
4. Приборы и их установка (§ 23—28)	17
5. Уход за приборами и оборудованием (§ 29)	22
6. Контроль и сравнение приборов на станциях (§ 30—35)	23
Глава III. Производство и запись наблюдений	25
1. Сроки наблюдений (§ 36—38)	25
2. Наблюдения за градиентами температуры и влажности воздуха (§ 39—44)	26
3. Наблюдения за градиентами скорости ветра (§ 45—47)	30
4. Наблюдения над температурой почвы (§ 48)	30
5. Наблюдения над состоянием погоды и деятельной поверх- ности (§ 49—56)	31
6. Наблюдения над влажностью почвы (§ 57—58)	32
7. Запись наблюдений (§ 59—64)	33
8. Дополнительные наблюдения (§ 65—69)	36
Глава IV. Обработка наблюдений	39
1. Обработка наблюдений в книжках КМ-16 (§ 70—84)	39
2. Составление таблиц (§ 85—90)	44
3. Составление таблицы ТМ-16 (летней) (§ 91—111)	46
4. Составление таблицы ТМ-16а (зимней) (§ 112—114)	52
5. Составление описания площадки (§ 115)	54
6. Технический контроль наблюдений на станции (§ 116—118)	54
Глава V. Определение коэффициента турбулентности (§ 119— 125)	56
Глава VI. Расчет составляющих теплового баланса	59
1. Общие положения (§ 126)	59
2. Расчет потока тепла в почве (§ 127—136)	59
3. Расчет турбулентного потока тепла (§ 137—141)	65
4. Расчет затрат тепла на испарение (§ 142—144)	67
5. Пример расчета турбулентного потока тепла и затраты тепла на испарение (§ 145—146)	68

Глава VII. Контроль материалов в ГМО	70
1. Технический контроль результатов наблюдений в ГМО (§ 147—148)	70
2. Критический контроль материалов градиентных наблюдений	71
Основные правила подхода к критическому контролю (§ 149—150)	71
Критический контроль наблюдений над температурой почвы (§ 151—155)	73
Критический контроль градиентов температуры и влажности воздуха (§ 156—161)	87
Критический контроль градиентов скорости ветра (§ 162—167)	97
3. Оценка качества материалов наблюдений (§ 168)	105
4. Подготовка книжки КМ-16 или таблицы ТМ-16 к перфорации (§ 169)	106
Приложения	
1. Форма и примеры записи и обработка наблюдений в книжке КМ-16	вкл.
2. Форма и пример записи и обработки дополнительных наблюдений в КМ-16д	вкл.
3. Форма таблицы ТМ-16 и примеры заполнения и обработки	вкл.
4. Форма таблицы ТМ-16а и примеры заполнения и обработки	вкл.
5. Форма вспомогательного бланка ТМ-16р для вычисления потока тепла (Р) в почве и пример записи и обработки в нем	вкл.
6. Таблица коэффициентов для перехода от градиентов температуры и влажности воздуха, измеренных на нестандартных высотах, к их значениям для стандартных высот	108
7. Таблица значений D и параметра шероховатости (z_0) подстилающей поверхности	109
8. Таблица значений $\alpha = \frac{0,74}{\Delta t + 1,56 \Delta e}$	110
9. Таблица значений k_1 при разных Δt и Δu	111
10. Таблица значений $20 r \Delta t$ (r — численные коэффициенты при S_0 , S_2 и т. д.)	115
11. Таблица значений $10^8 \frac{c}{c}$	117
12. Таблица значений $A = \frac{\Delta t}{\Delta t + 1,56 \Delta e}$	118
13. Таблица значений $A_1 = \frac{\Delta e}{\Delta e + 0,64 \Delta t}$	119
14. Таблица значений $L = 1,35 k_1 \Delta t$	121
15. Таблица значений $V = 2,1 k_1 \Delta e$	122
16. Рекомендации по использованию установки М-54 для градиентных измерений температуры почвы и расчету потока тепла	123

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее Руководство предназначено для гидрометеорологических станций, выполняющих актинометрические наблюдения, и имеет целью обеспечить единой методикой выполнение и обработку градиентных наблюдений и определение составляющих теплового баланса. Руководство может быть использовано также при проведении специальных исследований вертикальных профилей метеорологических элементов в приземном слое атмосферы, при определении составляющих теплового баланса деятельной поверхности, в том числе испарения с поверхности суши, и при расчетах коэффициента турбулентности.

Руководство составлено в Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова на основе переработки и дополнения «Временных методических указаний № 5», 1961 г. сотрудниками методического отдела Т. А. Огневой и А. А. Фан при участии Л. И. Прокофьевой и Т. В. Дьячковой. Техническое оформление выполнялось Е. А. Бахменд, Р. С. Ляпиной и Н. В. Костроминой.

Разработка ряда вспомогательных таблиц проведена сотрудниками Московской и Минской ГМО.

Редактирование выполнено А. Г. Бройдо.

С изданием настоящего Руководства «Временные методические указания № 5», 1961 г. отменяются.



Глава I

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

§ 1. Развитие и усовершенствование методов прогноза погоды, проблема преобразования климата и решение ряда других прикладных задач метеорологии обуславливают необходимость дополнить существующий комплекс метеорологических наблюдений на станциях определениями вертикальных градиентов основных метеорологических элементов в приземном слое атмосферы и составляющих теплового баланса деятельной поверхности¹.

Приземным слоем атмосферы называется тот нижний ее слой, в котором изменение основных метеорологических элементов определяется непосредственным механическим, тепловым и другими воздействиями деятельной поверхности. В приземном слое атмосферы распределение с высотой скорости ветра определяется силой трения и термической стратификацией, а распределение температуры и влажности воздуха — свойствами подстилающей поверхности и интенсивностью турбулентного перемешивания. Высота приземного слоя зависит от характера поверхности, размеров ее однородного участка и от интенсивности турбулентного перемешивания. Она может составлять несколько десятков метров.

Деятельной поверхностью называется тот более или менее тонкий верхний слой почвы, воды, растительного или снежного покрова и т. д., в котором происходят поглощение приходящей солнечной и атмосферной радиации, преобразование ее в тепло и формирование собственного излучения.

§ 2. В тепловом балансе рассматриваются соотношения прихода-расхода тепла на деятельной поверхности. Эти соотношения могут быть представлены в виде уравнения теплового

¹ Распространенный термин «деятельная поверхность» используется вместо более точного термина «деятельный слой».

баланса, которое является частным случаем закона сохранения энергии¹, и для поверхности суши имеет вид

$$B = P + L + V, \quad (1)$$

где B — радиационный баланс деятельной поверхности; P — поток тепла в почву; L — турбулентный поток тепла в приземном слое атмосферы; V — затрата тепла на испарение.

Члены уравнения (1) называют составляющими теплового баланса деятельной поверхности.

Уравнение (1) включает в себя только основные элементы теплового баланса. Наряду с ними имеют место второстепенные виды прихода и расхода энергии на деятельной поверхности, связанные, например, с диссипацией энергии ветра и морских волн, с приливо-отливными движениями и течениями, с переносом энергии, с выпадающими осадками, с превращениями энергии при фотосинтезе и при окислении биомассы и т. д. Сумма всех этих видов прихода-расхода энергии значительно меньше каждого из четырех основных элементов, входящих в уравнение (1), и ими обычно можно полностью пренебречь. Лишь в отдельных районах и в отдельные сезоны может возникнуть необходимость дополнить уравнение (1) членами, выражающими, например, расход тепла на снеготаяние или его выделение при формировании ледового покрова и т. п. Несколько иной вид уравнение (1) приобретает также в применении к крупным водоемам.

§ 3. Радиационный баланс деятельной поверхности (B) представляет собой разность между приходом и расходом лучистой энергии. Приход состоит из прямой и рассеянной солнечной радиации и излучения атмосферы; расход — из отраженной радиации и излучения поверхности. Если приходная часть больше расходной, то радиационный баланс положительный и поверхность поглощает больше лучистой энергии, чем излучает. Избыток полученной энергии полностью расходуется на прогрев почвы и воздуха и на испарение с деятельной поверхности. Если же приходная часть меньше расходной, то радиационный баланс отрицательный, т. е. поверхность излучает больше лучистой энергии, чем поглощает.

В умеренных широтах положительные значения радиационного баланса характерны для дневных условий, особенно в теплое время года, а отрицательные — для ночных.

§ 4. Поток тепла в почве (P) определяется теплообменом между поверхностью почвы и ниже лежащими ее слоями. Теплообмен в почве имеет характер молекулярной теплопроводности, аналогичной теплопроводности в твердом теле.

Если температура поверхности почвы больше температуры ниже лежащих ее слоев, то поток тепла направлен от поверх-

¹ Закон сохранения энергии на поверхности выполняется в любой момент и за любой интервал времени: энергия не «возникает» и не «исчезает», а вся полученная на поверхности из внешнего пространства энергия уходит в это внешнее пространство.

ности вглубь и почва прогревается. Такой поток тепла в почве условно считается положительным. Если же поверхность почвы холоднее ниже лежащих ее слоев, то поток тепла направлен из глубины к поверхности; почва при этом охлаждается. Такой поток тепла в почве условно считается отрицательным.

Величина потока тепла в почве зависит от разности температур поверхности и ниже лежащих слоев, а также от теплофизических характеристик почвы: её теплоемкости и коэффициента теплопроводности. Эти характеристики объединяются одной общей величиной — коэффициентом температуропроводности. Теплофизические характеристики почвы в свою очередь зависят от ее состава, структуры и особенно влажности.

§ 5. Турбулентный поток тепла (L) связан с теплообменом между деятельной поверхностью и приземным слоем атмосферы. Этот теплообмен осуществляется благодаря наличию турбулентного перемешивания и прекращается при его отсутствии. Над достаточно большой ровной и однородной поверхностью турбулентный поток в пределах приземного слоя мало изменяется с высотой и равен потоку, проходящему в атмосферу или из атмосферы через площадку, расположенную на деятельной поверхности.

Если температура деятельной поверхности выше температуры воздуха, то турбулентный поток тепла направлен от поверхности в воздух. Этот поток условно принято считать положительным. Получая тепло от поверхности, воздух нагревается. Если же температура деятельной поверхности ниже температуры воздуха, то турбулентный поток тепла направлен из воздуха к поверхности. Такой поток условно принято считать отрицательным. Отдавая тепло, воздух охлаждается.

Величина турбулентного потока тепла в атмосфере зависит также от разности температур поверхности и прилегающих к ней слоев атмосферы.

Особенностью турбулентного теплообмена в атмосфере по сравнению с молекулярным теплообменом в почве является значительно большая его интенсивность.

§ 6. Затраты тепла на испарение (V) тесно связаны с турбулентным перемешиванием в приземном слое атмосферы и переносом водяного пара.

Если поток водяного пара направлен от деятельной поверхности к атмосфере, то он условно считается положительным. Такой поток возможен лишь в том случае, когда с деятельной поверхности происходит испарение; на испарение затрачивается тепло. Следовательно, при положительном потоке водяного пара на деятельной поверхности расходуется тепло на испарение.

Наоборот, если поток водяного пара направлен от атмосферы к деятельной поверхности, то он условно считается отрицательным. Такой поток приводит к процессу, противополо-

ложному испарению, т. е. к конденсации; при конденсации выделяется тепло. Следовательно, при отрицательном потоке водяного пара на деятельной поверхности выделяется тепло конденсации.

§ 7. В настоящее время из четырех составляющих теплового баланса на станциях непосредственно измеряются только значения радиационного баланса. Его определение на метеостанциях производится в соответствии с «Руководством гидрометеорологическим станциям по актинометрическим наблюдениям», 1957 г. Остальные составляющие теплового баланса определяются расчетным путем по данным градиентных наблюдений над температурой, влажностью воздуха и скоростью ветра, а также температурой и влажностью почвы на различных глубинах.

Значения составляющих теплового баланса принято выражать в $\text{кал/см}^2\text{мин}$ с точностью до сотых.

Кроме составляющих теплового баланса, данные градиентных наблюдений позволяют рассчитывать важную характеристику вертикального перемешивания — коэффициент турбулентности.

§ 8. Расчет потока тепла в почве основан на использовании данных об изменении температуры почвы с глубиной и во времени при известных теплофизических характеристиках почвы. Если известно, насколько изменилась температура почвы за некоторый период времени, и определена ее объемная теплоемкость, то можно рассчитать количество тепла, которое прошло через поверхность почвы и вызвало это изменение ее температуры. Для полного учета нужно рассмотреть весь слой, в котором за данный интервал времени отмечается изменение температуры. Однако на станциях измерения температуры проводятся лишь до глубины 20 см. На этой глубине колебания температуры, как правило, еще не прекращаются. Поэтому рекомендуемый для сети практический метод определения потока тепла в почве основан на учете определенных физических закономерностей изменения ее температуры.

На метеостанциях средний поток тепла в почве за интервал времени между двумя соседними сроками наблюдений рекомендуется рассчитывать по результатам наблюдений над температурой и влажностью почвы по формуле

$$P_1 = \frac{c}{\tau} S_1 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}, \quad (2)$$

где c — объемная теплоемкость почвы; τ — продолжительность интервала (в минутах), для которого находится средний поток P_1 ; S_1 — величина, характеризующая изменение температуры в верхнем 20-сантиметровом слое почвы за интервал τ .

Определение c описано в § 77—80, а определение S_1 и расчет P — в § 127—133.

Для более точного расчета потока тепла в почве по данным станционных наблюдений должна быть использована формула

$$P_1 = \frac{c}{\tau} \left(S_1 - \frac{a}{H_1 - H_2} S_2 \right), \quad (3)$$

где a — средний коэффициент температуропроводности верхнего 20-сантиметрового слоя почвы; H_1 и H_2 — фиксированные глубины в этом слое; S_2 — величина, характеризующая изменение во времени разности температур почвы.

Расчет a и S_2 описан в § 134—136.

Формула (3), в отличие от формулы (2), кроме члена с S_1 характеризующего среднее теплосодержание слоя почвы глубиной H_1 , содержит член с S_2 . Этот член характеризует поток тепла в почве ниже уровня H_2 . Он зависит от средней теплопроводности всего слоя и от разности температуры почвы на глубинах H_1 и H_2 , рассчитанной на единицу длины. При расчете потока тепла в почве по результатам измерения температуры на стандартных глубинах 5, 10, 15 и 20 см H_1 принимается равной 20 см, а H_2 — равной 10 см.

§ 9. Турбулентный поток тепла в приземном слое атмосферы количественно выражается формулой

$$L = -k\rho c_p \frac{\partial t}{\partial z}, \quad (4)$$

где k — коэффициент турбулентности; ρ — плотность воздуха; c_p — удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении; $-\frac{\partial t}{\partial z}$ — вертикальный градиент температуры воздуха.

Практические методы расчета турбулентного потока тепла описаны в § 137—141.

§ 10. Турбулентный поток водяного пара в приземном слое атмосферы количественно выражается формулой

$$E = -k\rho \frac{\partial q}{\partial z},$$

где $-\frac{\partial q}{\partial z}$ — вертикальный градиент удельной влажности.

Поскольку из наблюдений непосредственно получается не удельная влажность q , а упругость водяного пара e (мб), то для перехода от e к q используется известное соотношение

$$q = 0,622 \frac{e}{P_a},$$

где P_a — атмосферное давление (мб).

Тогда

$$E = -k\rho 0,622 \frac{1}{P_a} \frac{\partial e}{\partial z}.$$

Здесь $-\frac{\partial e}{\partial z}$ — вертикальный градиент упругости водяного пара.

Если скрытую теплоту парообразования, т. е. количество тепла, необходимое для испарения 1 г воды, обозначить Q' , то при потоке пара, равном E , затрата тепла на испарение на деятельной поверхности (или приход его при конденсации) составит

$$V = Q'E = -0,622k\rho \frac{Q'}{P_a} \frac{\partial e}{\partial z}$$

или, обозначая

$$0,622 \frac{Q'}{P_a} = b, \quad (5)$$

получим

$$V = -k\rho b \frac{\partial e}{\partial z}. \quad (6)$$

Практические методы расчета затраты тепла на испарение описаны в § 142—144.

§ 11. Как горизонтальное, так и вертикальное движение воздуха в естественных условиях никогда не является ламинарным, т. е. плавным, спокойным. Отдельные объемы воздуха не могут перемещаться строго параллельно друг другу. Наоборот, под влиянием неровностей деятельной поверхности, неравномерного нагревания различных ее участков, а также изменения с высотой скорости ветра и температуры воздуха в атмосфере непрерывно возникают и беспорядочно перемещаются во всех направлениях вихри разных размеров. Это беспорядочное перемещение отдельных объемов воздуха и называется турбулентным перемешиванием. В процессе перемешивания турбулентные вихри переносят с собою тепло, водяной пар, пылинки, количество движения и различные другие свойства. В частности, они осуществляют интенсивный теплообмен и влагообмен между деятельной поверхностью и атмосферой.

Интенсивность турбулентного перемешивания количественно характеризуется коэффициентом турбулентности k .

Коэффициент турбулентности должен быть тем больше, чем больше неровности деятельной поверхности и чем больше скорость ветра. Кроме того, интенсивность турбулентного перемешивания существенно зависит от температурной стратификации. Неровности поверхности характеризуются так называемым па-

раметром шероховатости z_0 , а термическая стратификация — градиентом температуры — $\frac{\partial t}{\partial z}$. Если состояние атмосферы в температурном отношении устойчивое (инверсия), то вихреобразование ослаблено, так как температура у поверхности ниже, чем в выше лежащих слоях. При неустойчивом же состоянии атмосферы температурная стратификация способствует вихреобразованию, так как теплый воздух устремляется вверх и усиливает перемешивание.

Коэффициент турбулентности в приземном слое атмосферы быстро возрастает с высотой. С целью получения сравнимых результатов его принято при всех измерениях определять для одинаковой высоты 1 м; соответствующее этой высоте значение обозначается через k_1 и выражается в $\text{м}^2/\text{сек}$ с точностью до сотых долей.

§ 12. Метеорологические элементы в приземном слое атмосферы изменяются с высотой приблизительно пропорционально логарифму высоты. В этом заключается так называемый логарифмический закон изменения метеозадаментов с высотой. Он позволяет заменить значения вертикальных градиентов температуры воздуха и упругости пара, входящие в формулы (4) и (6), но не измеряемые непосредственно, более простыми и легко измеряемыми разностями этих величин

$$\frac{\partial t}{\partial z} = \frac{1}{z} \frac{\Delta t}{\ln \frac{z_1}{z_2}}; \quad \frac{\partial e}{\partial z} = \frac{1}{z} \frac{\Delta e}{\ln \frac{ze}{z_2}} \quad (7)$$

Здесь Δt и Δe — соответственно разности температуры воздуха и упругости водяного пара на высотах z_1 и z_2 .

По аналогии с величинами $-\frac{\partial t}{\partial z}$ и $-\frac{\partial e}{\partial z}$ разности Δt и Δe , а также и разность скоростей ветра на двух высотах Δu условно называют градиентами этих метеорологических элементов. Наблюдения за исходными значениями, позволяющими вычислить эти разности или измерения самих разностей, называют градиентными наблюдениями. В более широком смысле слова градиентными наблюдениями называют измерения любых метеорологических элементов на нескольких высотах в приземном слое атмосферы.

§ 13. Характерные величины составляющих теплового баланса поверхности суши на широте 60° приведены в табл. 1.

Соотношение между составляющими теплового баланса может быть разным в зависимости от характера и состояния деятельной поверхности (табл. 2). Чем более увлажнена поверхность, тем больше затраты на испарение. На сухих же поверхностях преобладает турбулентный поток тепла.

Если увлажненная поверхность покрыта растительностью (например, орошаемое хлопковое поле), то она при прочих равных условиях испаряет даже больше, чем открытая водная поверхность.

Таблица 1

Месячные ($\text{ккал}/\text{см}^2 \text{ месяц}$) и годовые ($\text{ккал}/\text{см}^2 \text{ год}$) суммы составляющих теплового баланса для суши на широте 60° в разное время года

Величина	Месяц				Год
	I	IV	VIII	X	
B	-1,1	4,0	7,2	-0,6	27,5
V	0,0	2,2	4,5	0,2	20,0
L	-0,8	1,1	2,3	-0,4	7,5
P	-0,3	0,3	0,4	-0,4	0,0
α	—	0,4	—	—	—

¹ α — тепло, затрачиваемое на таяние снега.

На поток тепла в почве на суше затрачивается примерно одинаковая доля радиационного баланса, почти не зависящая от характера почвы. Из табл. 2 видно, что эта доля составляет 8—13%. На водоемах в связи с большей теплопроводностью движущейся воды по сравнению с почвой на поток тепла в ниже лежащие слои затрачивается в период прогревания водоема до 40—60% радиационного баланса.

Таблица 2

Отношение (%) составляющих теплового баланса к радиационному балансу в летний день

	$\frac{P}{B}$	$\frac{L}{B}$	$\frac{V}{B}$
Орошаемое поле с хлопком	11	-9	98
Водная поверхность	30	-2	72
Луговая трава	8	30	62
Полупустыня	13	87	0

Влияние на радиационный баланс и на составляющие теплового баланса высоты солнца и состояния неба видно из табл. 3, в которой приведены значения, характерные в июне на широте 60° для поверхности, покрытой травой. Из табл. 3 следует, что изменения в суточном ходе аналогичны изменениям в годовом ходе, т. е. связаны с высотой солнца, и что облачность оказывает большое влияние как на сам радиационный баланс, так и на его перераспределение по составляющим теплового баланса.

В соответствии с характером перераспределения радиационного баланса и с закономерностями составляющих теплового баланса в каждом районе происходит формирование определенного метеорологического режима приземного слоя атмосферы в то или иное время года. Оно в значительной мере зависит от того, является ли сумма радиационного баланса в это время года положительной или отрицательной.

Когда действительная поверхность, обладающая средним увлажнением, получает больше лучистой энергии, чем отдает, то нормальным состоянием

Таблица 3

Составляющие теплового баланса поверхности с травостоем в разное время суток (кал/см²·мин) в июне на широте 60°

Величина	Час.											
	0	6	12	18	0	6	12	18	0	6	12	18
	Средние условия				Ясно				Пасмурно			
<i>B</i>	-0,06	0,07	0,50	0,08	-0,08	0,16	0,67	0,12	-0,03	0,05	0,31	0,08
<i>P</i>	-0,04	0,04	0,06	-0,05	-0,07	0,07	0,11	-0,08	-0,02	0,03	0,02	-0,02
<i>V</i>	-0,01	0,02	0,28	0,08	-0,01	0,06	0,33	0,14	0,00	0,01	0,20	0,03
<i>L</i>	-0,01	0,01	0,16	0,05	0,00	0,03	0,23	0,06	-0,01	0,01	0,09	0,02

метеорологического режима над ней является убывание температуры и влажности воздуха с высотой и температуры почвы с глубиной. Над поверхностями, увлажнение которых отличается от среднего, наблюдается отклонение от такого распределения метеорологических элементов. Например, над очень сухими поверхностями, с которых испарение не происходит, не будет заметного изменения влажности воздуха с высотой, а на переувлажненных поверхностях затраты тепла на испарение так велики, что радиационного баланса иногда может оказаться недостаточно для обеспечения столь большого испарения. Тогда некоторое количество тепла может поступать от нижнего слоя атмосферы, в связи с чем устанавливается инверсия, т. е. рост температуры воздуха с высотой.

Когда на деятельную поверхность поступает мало лучистой энергии и преобладает излучение, то происходит охлаждение земли, и тогда нормальным распределением метеорологических элементов является увеличение температуры и влажности воздуха с высотой, т. е. инверсия температуры и влажности, и возрастание температуры почвы с глубиной. Такое распределение связано с уменьшением температуры поверхности и иногда может приводить к конденсации водяного пара на ней и в нижних слоях атмосферы. Глубина инверсии, при прочих равных условиях зависит от излучения поверхности: чем оно больше, тем сильнее инверсия температуры и влажности, так как происходит большее выхолаживание деятельной поверхности и прилегающих к ней слоев воздуха и конденсируется большее количество водяного пара. Излучение же при прочих равных условиях зависит от количества и формы облаков. Поэтому возникновения инверсии можно в первую очередь ожидать в ясные и тихие ночи. При наличии же облачности излучение поверхности в большей степени компенсируется противозлучением атмосферы и инверсия ослабевает.

Существенное влияние на изменение метеоземлементов по высоте как в дневное, так и в ночное время оказывает ветер. С усилением ветра усиливается и турбулентное перемешивание воздуха, что приводит к выравниванию температуры и влажности на разных высотах.

Характерные разности температур воздуха и упругостей водяного пара в приземном слое атмосферы представлены в табл. 4.

Сопоставление табл. 4 с табл. 1 и 3 показывает, что имеется тесная связь между изменениями температуры и влажности воздуха с высотой, с одной стороны, и составляющими теплового баланса деятельной поверхности — с другой. Следовательно, рассмотрение метеорологического режима приземного слоя атмосферы следует увязывать с рассмотрением теплового ба-

Таблица 4

Разности температур воздуха (Δt) и упругостей водяного пара (Δe) на высотах 0,2 и 1,5 м над поверхностью травостоя в разные месяцы и часы суток на широте 60°

Час	Δt				Δe			
	I	IV	VII	X	I	IV	VII	X
Средние условия								
0	-0,1	-0,2	-0,6	-0,4	0,0	-0,1	-0,2	-0,1
8	-0,1	0,3	0,6	0,0	0,0	0,2	0,9	0,1
12	-0,1	0,4	1,0	0,3	0,0	0,2	1,1	0,2
20	-0,1	-0,2	-0,4	-0,4	0,0	0,0	0,2	0,0
Ясно								
0	-0,2	-0,3	-0,8	-0,6	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2
8	-0,2	0,6	0,9	0,0	-0,1	0,3	1,2	0,0
12	-0,1	1,1	1,3	0,3	-0,1	0,4	1,7	0,3
20	-0,4	-0,3	-0,9	-0,6	-0,1	0,0	0,2	-0,2
Пасмурно								
0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	0,0	0,0	0,0	-0,1
8	-0,1	0,1	0,4	0,0	0,0	0,1	0,6	0,1
12	0,0	0,2	0,6	0,2	0,0	0,2	0,8	0,2
20	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	0,0	0,0	0,2	0,0

ланса деятельной поверхности. Поэтому определение составляющих теплового баланса основано на использовании результатов наблюдений над градиентами температуры и влажности воздуха, а также скорости ветра.

Глава II

ОРГАНИЗАЦИЯ НАБЛЮДЕНИЙ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

§ 14. Градиентные и теплобалансовые наблюдения выполняются на метеорологических станциях, проводящих актинометрические наблюдения.

§ 15. В объем работы станций, привлекаемых к градиентным и теплобалансовым наблюдениям, входит:

- 1) проведение систематических и дополнительных наблюдений;
- 2) поверка приборов;
- 3) первичная обработка результатов наблюдений;
- 4) составление сводных таблиц и выборок;
- 5) технический контроль материалов;
- 6) расчет составляющих теплового баланса.

§ 16. Систематические наблюдения могут проводиться по полной или по сокращенной программе. В полную программу входит:

1) измерения или регистрация радиационного баланса и его составляющих;

2) измерения температуры и влажности воздуха (упругости водяного пара) на уровнях 0,5 и 2,0 м;

3) измерения скорости ветра на тех же уровнях; если не имеется необходимого количества приборов, то допускается измерение скорости ветра на одной высоте 1,0 м;

4) измерения температуры поверхности почвы и температуры на глубинах 5, 10, 15 и 20 см;

5) определения влажности верхнего 20-сантиметрового слоя почвы;

6) наблюдения за направлением ветра, облачностью, интенсивностью солнечного сияния, состоянием деятельной поверхности, высотой растительности, характером погоды.

При сокращенной программе уменьшается число сроков наблюдений и могут быть исключены измерения влажности и температуры почвы на глубинах.

§ 17. В дополнительную программу входят измерения температуры и влажности воздуха на уровнях 0,5 и 1,5 м, а также температуры поверхности почвы на расстояниях 10, 50 и 100 м от точки, в которой производятся систематические наблюдения.

§ 18. Организация градиентных и теплобалансовых наблюдений требует:

1) выбора района и места, отвечающих характерным условиям;

2) разбивки площадки и установки необходимого оборудования;

3) обеспечения необходимыми приборами и бланками для записи наблюдений;

4) соблюдения методических правил выполнения обработки наблюдений.

2. ВЫБОР РАЙОНА И МЕСТА НАБЛЮДЕНИЙ

§ 19. Выбор района и места градиентных наблюдений осуществляется в ГМО в соответствии с народнохозяйственными задачами данного УГМС и с соблюдением следующих требований:

1) район выполнения градиентных и теплобалансовых наблюдений должен отражать характерные условия данной местности (пустыня, оазис, степь, лесостепь, лесная поляна, тундра, горные районы, прибрежные районы и т. д.). При выборе района следует учитывать также широтно-долготные факторы, так как закономерности формирования градиентов и теплового баланса

различны в степях Европейской территории Союза и Западной Сибири, в южных и северных районах тундры и т. д.;

2) место градиентных и теплобалансовых наблюдений должно быть таким, чтобы измерения проводились над поверхностью, соответствующей выбранному району. Этому требованию должна удовлетворять не только площадка для наблюдений, но и местность вокруг нее радиусом 150—200 м.

§ 20. Площадка для градиентных и теплобалансовых наблюдений должна быть открытой, ровной и находиться от таких препятствий, как здания, заборы, отдельные деревья и т. п., на расстоянии, превышающем 20-кратную их высоту. Если этому требованию отвечает имеющаяся метеорологическая площадка, то с юга к ней прирезается участок 10×26 м, на котором размещаются необходимые установки. В случае необходимости можно допустить, чтобы указанная удаленность имела место только со стороны преобладающего направления ветра, а с других сторон удаленность до препятствий была меньше. Если метеоплощадка не соответствует этим требованиям, то установки для градиентных наблюдений можно вынести за ее пределы. При значительном отличии поверхности площадки от окружающей местности за ее пределы нужно выносить также и актинометрические наблюдения.

Открытые, ровные и однородные площадки могут быть лишь на станциях, организуемых в степях, пустынях, тундре и др., где сама естественная поверхность открытая и сравнительно ровная. В условиях лесостепей, лесных полян и др. допускаются отклонения от правила о 20-кратном удалении от препятствий. Но при этом важно, чтобы защищенность или неоднородность поверхности отвечала естественным условиям (например, кромка леса или урез воды), а не являлась искусственным сооружением (забор, стена дома или какие-либо другие препятствия).

§ 21. Одновременно с выбором площадки для градиентных наблюдений выбирается постоянный участок для наблюдений над влажностью почвы, площадь которого около $100—150$ м². Этот участок и площадка для градиентных наблюдений должны иметь сходные рельеф, естественный покров, почву, глубину залегания грунтовых вод, условия снегонакопления, ориентировку и расстояние до лесных массивов, полос, зарослей кустарника и т. п.

3. УХОД ЗА ПЛОЩАДКОЙ

§ 22. Уход за площадкой для градиентных и теплобалансовых наблюдений должен быть таким же, как за основной метеорологической площадкой. При скашивании травяного покрова на площадке его необходимо скашивать также в радиусе 100—

200 м вокруг площадки и на участке для наблюдений над влажностью почвы.

Если градиентные наблюдения выполняются на выносной площадке и целью их является определение градиентов над вегетирующей растительностью (где исключается скашивание), то необходимо следить за сохранением естественного покрова.

Хождение на площадке допускается только по специальным дорожкам. При значительном вытаптывании травяного покрова, особенно вблизи психрометра, находящегося на нижнем уровне, рекомендуется выкладывать вытоптанные места свежим дерном или перенести установку на новое место. В зимнее время следует не нарушать естественный снежный покров.

4. ПРИБОРЫ И ИХ УСТАНОВКА

§ 23. Для измерения температуры и влажности воздуха используются аспирационные психрометры большой модели (наиболее удобны электрические психрометры), для измерения скорости ветра — ручные или контактные анемометры типа М-25.

Наблюдения над температурой почвы выполняются с помощью ртутных термометров — напочвенных и коленчатых (Савинова) — или по дистанционным электротермометрам типа М-54.

Для определения влажности почвы необходимы: почвенный бур, сушильные стаканчики, сушильный шкаф и технические весы с разновесом.

Направление ветра определяется по флюгеру.

§ 24. Установка приборов для систематических измерений производится на площадке для актинометрических и градиентных наблюдений. Примерное расположение установок указано на рис. 1. Допускаются по согласованию с ГГО или УГМС некоторые отклонения от предлагаемого плана, в особенности при невозможности увеличить метеоплощадку или если она защищена с какой-либо стороны. Однако расположение установок при этом должно быть таким, чтобы приборы не затенялись и не находились в ветровой тени со стороны преобладающего направления ветра.

§ 25. Психрометры устанавливаются на отдельных деревянных или металлических стойках диаметром 5 см. Длина стойки для установки психрометра на уровне 0,5 м должна быть около 1 м (имея в виду погружение ее в почву на 30—40 см для устойчивого закрепления в вертикальном положении), а для установки психрометра на уровне около 3 м (с учетом погружения в грунт на 60—80 см), в местах, где выпадает устойчивый снежный покров, размеры стоек должны быть больше, как это предусмотрено на рис. 2.

Стойки изготавливаются в УГМС. Если они делаются из металлических труб, то следует предусмотреть возможность их раздвижения в высоту, что необходимо при наблюдениях над

покровом переменной высоты (нескашиваемая трава или снежный покров). Чертежи стоек даны на рис. 2 а и 3.¹

Психометры на стойках устанавливаются в горизонтальном положении на специальных кронштейнах (рис. 3) так,

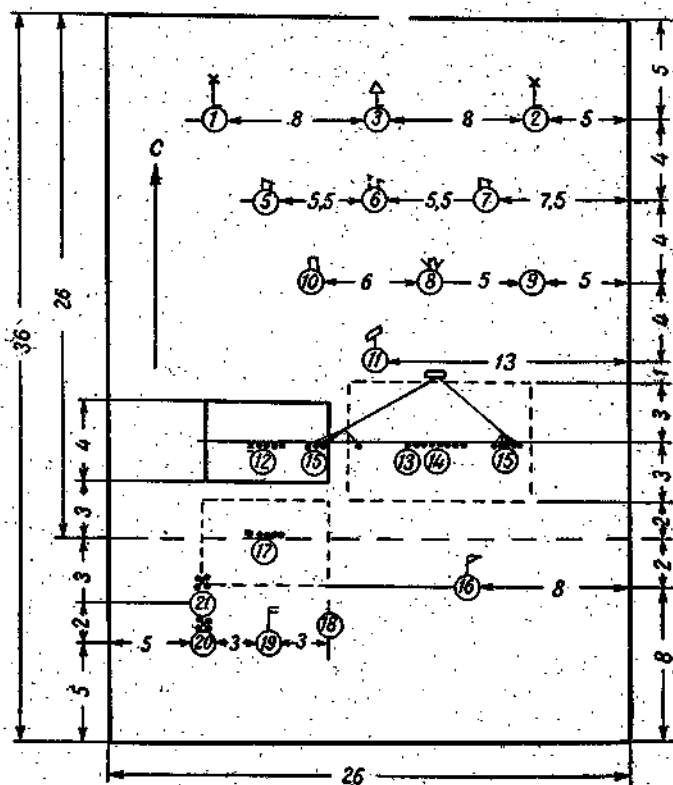


Рис. 1. План расположения приборов и оборудования на стандартной метеорологической площадке.

1-15 — метеорологические приборы (см. Наставление, вып. 3, ч. I); 16 — актинометрическая стойка; 17 — напочвенные и колеблющиеся термометры на участке с естественной растительностью; 18 — аспирационный психрометр на высоте 2 м; 19 — аспирационный психрометр на высоте 0,5 м; 20 — анемометр на высоте 2 м; 21 — анемометр на высоте 0,5 м.

чтобы резервуары термометров находились на уровнях 0,5 и 2,0 м над поверхностью, а раструбы психрометров были обращены навстречу ветру.

При дополнительных или временных наблюдениях для укрепления психрометров можно использовать простейшие приспособления. Например, можно обвязать психрометр бечевкой и подвесить его на штырь или гвоздь, или же уложить его на деревянной полочке так, чтобы раструб находился за её пределами.

¹ Рисунки 2 и 3 заимствованы из Атласа оборудования метеоплощадок.

Для установки раструбов психрометра навстречу ветру необходимо предусмотреть вращение кронштейнов, а при бечевой подвеске штыри должны быть с разных сторон стойки.

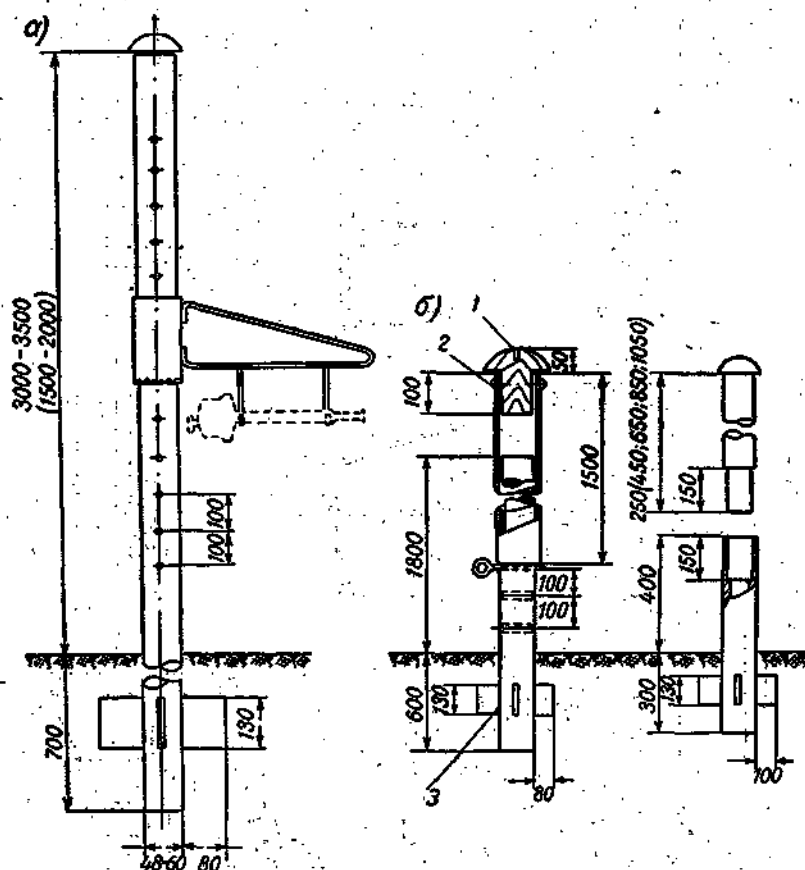


Рис. 2. Стойка для психрометров (а) и анемометров (б).
1 — отверстие Ф-В под штырь прибора; 2 — шуруп; 3 — сварка.

Основными требованиями к установке психрометров являются строгая вертикальность стоек и горизонтальность кронштейнов.

Для отсчетов по психрометру, установленному на высоте 2,0 м, необходимо иметь постоянную лесенку высотой 70 см. Чтобы не вытаптывать естественный покров возле стойки с психрометром на высоте 0,5 м, следует иметь реечный подходный мостик от дорожки до стойки, не убираемый в перерывах между наблюдениями.

Technical drawing of a mechanical assembly, showing multiple views and dimensions:

- Top View (Left):** Shows a rectangular component with a height of 170. A diagonal line is drawn across the top right corner. A dimension of 10 is indicated near the bottom right corner.
- Top View (Right):** Shows a rectangular component with a height of 170. A dimension of 10 is indicated near the bottom right corner. A dimension of 55 is indicated near the bottom right corner.
- Front View (Left):** Shows a circular component with a diameter of 100. A dimension of $100 + \frac{P}{2}$ is indicated for the horizontal distance from the center to the right edge. A dimension of 250 is indicated for the total horizontal distance.
- Front View (Right):** Shows a rectangular component with a width of 110. A dimension of 40 is indicated for the horizontal distance from the left edge to the center of a semi-circular feature. A radius of $R 12,5$ is indicated for this feature.
- Side View (Left):** Shows a rectangular component with a height of 170. A dimension of $100 + \frac{P}{2}$ is indicated for the horizontal distance from the center to the right edge. A dimension of 250 is indicated for the total horizontal distance.
- Side View (Right):** Shows a rectangular component with a height of 170. A dimension of 55 is indicated for the horizontal distance from the center to the right edge.
- Bottom View (Left):** Shows a rectangular component with a width of 70 and a height of 50. A dimension of 62 is indicated for the horizontal distance from the left edge to the center of a semi-circular feature. A radius of $R 12,5$ is indicated for this feature.
- Bottom View (Right):** Shows a rectangular component with a width of 62 and a height of 20. A dimension of 20 is indicated for the horizontal distance from the right edge to the center of a semi-circular feature. A radius of $R 12,5$ is indicated for this feature.

J — сварка.

Для ввинчивания анемометра на стойках из металлических труб в верхнюю часть трубы плотно вставляется деревянная пробка с отверстием. Чтобы оно не разбалтывалось, рекомендуется на деревянную пробку набить металлическую пластинку с отверстием диаметром, соответствующим диаметру установоч-

ного винта анемометра. Основным требованием к установке анемометра является его вертикальность.

Для наблюдений в зимнее время, когда по мере роста снежного покрова необходимо перемещать анемометры, рекомендуется снабжать стойки специальными насадками (или дополнительными стойками), как указано на рис. 26. Насадкой может служить отрезок трубы такого диаметра, чтобы он свободно надевался на основную стойку. На насадке делается несколько отверстий на расстоянии 10 см друг от друга, через которые насадка с помощью шпильки или толстого гвоздя укрепляется на стойке на нужной высоте.

Установка контактных анемометров М-25 производится в соответствии с указаниями Наставления, вып. 3, ч. III.

§ 27. Установка напочвенных (срочных) и коленчатых термометров производится на специально отведенной площадке размером $4 \times 6 \text{ м}^2$ (рис. 1) в соответствии с Наставлением, вып. 3, ч. I. Существенным отличием от Наставления является, во-первых, то, что термометры устанавливаются на площадке с естественным покровом, и, во-вторых, что для наблюдений за температурой поверхности почвы устанавливаются два напочвенных (срочных) термометра. Расстояние между напочвенными термометрами 10 см. Резервуары напочвенных термометров должны наполовину погружаться в дерновину травостоя или в почву, если растительный покров отсутствует.

При установке напочвенных термометров рыление почвы производить не следует. Термометры осторожно вдавливаются в почву. Только в случае, если почва очень плотная, можно разрыхлить поверхностный слой на глубину не более 1—2 см в месте погружения резервуаров.

Для установки коленчатых термометров делается выемка с одной отвесной стенкой. Длина выемки 40 см, ширина 25—30 см. Почва осторожно вынимается по слоям, а затем укладывается обратно так, чтобы сохранились естественное чередование слоев и структура. Надо следить, чтобы на месте установки термометров происходило нормальное развитие растительного покрова. Если после установки термометров оно нарушается, то термометры следует переустановить.

Для отсчета показаний термометров необходимо иметь речный настил (Наставление, вып. 3, ч. I), который во время отсчетов укладывается на расстоянии не менее 30 см от термометров.

§ 28. Для установки психрометров при дополнительных или временных наблюдениях используется легкая переносная стойка, изображенная на рис. 4 и позволяющая устанавливать психрометры на различные высоты до 1,5 м. Переносная стойка с помощью оттяжек и металлических штырей устанавливается в вертикальном положении в нужном месте. Раструбы

психрометров должны быть направлены навстречу ветру. Отсчеты по психрометрам производятся с земли без дополнительных подставок.

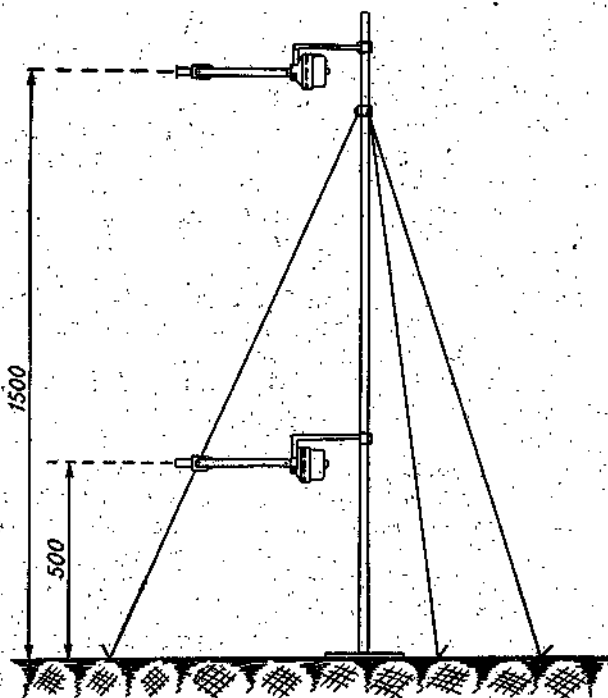


Рис. 4. Стойка для дополнительных градиентных наблюдений.

5. УХОД ЗА ПРИБОРАМИ И ОБОРУДОВАНИЕМ

§ 29. Правила ухода за аспирационными психрометрами изложены в Наставлении, вып. 3, ч. III. Дополнительно следует обратить внимание лишь на строгое соблюдение чистоты и правильности повязки батиста. Правила ухода за ручными и контактными анемометрами изложены там же. Добавлением является следующая рекомендация: во избежание порчи анемометров при частых установках их разрешается не снимать со стойки, а на время перерыва между наблюдениями закрывать цилиндрическими колпачками, опирающимися на крестовину, закрепленную на конце стойки.

Уход за ртутными напочвенными и коленчатыми термометрами производится согласно Наставлению, вып. 3, ч. I.

Стойки для психрометров и анемометров, лесенка и подходные мостики должны содержаться в чистоте и ежегодно окрашиваться.

Уход за приборами и оборудованием для определения влажности почвы описан в Наставлении, вып. 11, ч. I.

6. КОНТРОЛЬ И СРАВНЕНИЕ ПРИБОРОВ НА СТАНЦИЯХ

§ 30. Приборы для градиентных наблюдений на станциях систематически контролируются.

Контроль психрометров состоит в сравнении показаний психрометров с контрольным прибором и в определении скорости вращения барабана.

§ 31. Показания используемых психрометров сравниваются с показаниями контрольного психрометра. За контрольный принимается психрометр (желательно новый) с нулевыми поправками термометров или поправками в пределах $\pm 0,1^\circ$ и со скоростью аспирации, лежащей в пределах допуска. Контрольный психрометр не используется для систематических наблюдений.

Сравнение показаний психрометров проводится при устойчивой малооблачной погоде один раз в месяц в день смены батиста и состоит в следующем:

1) рабочие психрометры вместе с контрольным и запасным проверяются в естественных условиях. Для этого они размещаются горизонтально (раструбами навстречу ветру) на одном уровне, удобном для отсчетов, но не ниже 1 м. Необходимо, чтобы на расстоянии 10—15 м со стороны ветра не было никаких препятствий.

После необходимой выдержки для принятия температуры наружного воздуха психрометры смачиваются и заводятся. Через 5 мин после завода производится поочередно первый отсчет всех термометров. Затем психрометры подзаводятся и в течение последующих 10 мин делается еще по четыре отсчета по всем термометрам через равные интервалы времени при одном подзаводе через 5 мин и дополнительном смачивании, если в этом есть необходимость;

2) все психрометры вносятся в помещение; после чего у рабочих психрометров снимается батист и показания всех термометров сравниваются с показаниями сухого термометра контрольного психрометра. Для этого нужно психрометры с заведенными пружинами положить на стол (раструбами от наблюдателя) и провести по пять отсчетов всех термометров в течение 10 мин;

3) на термометры рабочих психрометров подвязывается чис-

тый батист, после чего производится смачивание, и психометры вновь сравниваются с контрольными в естественных условиях.

Порядок записи сравнений и обработки результатов приведен в приложении 1.

§ 32. Поверка психометров при отрицательных температурах производится в помещении и состоит в сравнении показаний термометров без батиста. Производится пять отсчетов каждого термометра в течение 10 мин по методике, изложенной во втором пункте предыдущего параграфа.

§ 33. Психометры считаются пригодными для градиентных наблюдений, если:

а) различия между показаниями всех термометров без батиста и показанием сухого термометра контрольного психометра не превышают $0,1^{\circ}$.

б) отлиция упругостей водяного пара, найденных по рабочим и запасным психометрам, от величины, найденной по контрольному психометру, не превышают $0,1$ мб.

Если различия в показаниях превышают указанный допуск, то следует повторить сравнение. Если допуск снова не выдерживается, то необходимо заменить термометр или весь психометр.

Если показания термометров рабочих психометров отличаются от показаний контрольного психометра более чем на $0,1^{\circ}$, но различия одинаковы для всех термометров и не превышают $0,2^{\circ}$, то психометры пригодны для дальнейших наблюдений.

§ 34. Проверка скорости вращения барабана аспиратора проводится 1 и 15 числа каждого месяца. Она выполняется в помещении следующим образом:

а) полностью заводят пружину аспиратора;

б) психометр укладывают горизонтально и в окошечко наблюдают появление метки на барабане;

в) когда метка на барабане совпадает с вертикальной риской, пускают в ход секундомер;

г) следят в окошечко до вторичного совпадения метки с риской, после чего останавливают секундомер и записывают с точностью до одной секунды полученное время одного оборота барабана;

д) отсчеты повторяют три раза, каждый раз заводя пружину.

Если время оборота барабана отличается от указанного в сертификате не больше чем на 10 сек, то скорость аспирации можно считать нормальной. Если же разница превышает этот допуск, то психометр следует сдать в ремонт.

§ 35. При проверке анемометров за контрольный принимается анемометр, не используемый для систематической ра-

боты и ежегодно поверяемый в Бюро поверки. Поверка анемометров (рабочих и запасных) проводится один раз в месяц в удобное для наблюдателей время при скорости ветра по флюгеру от 1,5 до 5 м/сек.

Для поверки анемометры устанавливаются на деревянной рейке на расстоянии 50 см один от другого. Рейка располагается горизонтально на высоте 1—1,5 м над поверхностью земли на открытом месте перпендикулярно направлению ветра. После установки и записи начальных показаний анемометры включаются по возможности одновременно на 10 мин. После выключения анемометров их показания записываются, а затем они вторично включаются на 10 мин.

Порядок записи и обработки результатов приведен в приложении 1.

Анемометры считаются пригодными для дальнейшей работы, если средние скорости ветра за 10 мин, полученные по поверяемым и по контрольному анемометру, не отличаются более чем на 0,2 м/сек. Если указанный допуск не выдерживается после первой поверки, то поверку следует повторить. Если допуск вновь не выдерживается, то прибор нужно заменить.

Глава III

ПРОИЗВОДСТВО И ЗАПИСЬ НАБЛЮДЕНИЙ

1. СРОКИ НАБЛЮДЕНИЙ

§ 36. Градиентные и теплораспределительные наблюдения производятся во все сезоны. В районах, где нет снежного покрова и устойчивых отрицательных температур ниже -5° , они весь год проводятся по полной программе. В районах с устойчивыми отрицательными температурами ниже -5° и со снежным покровом наблюдения по полной программе проводятся в теплое время года, по сокращенной — в холодное.

§ 37. Систематические наблюдения по полной программе проводятся ежедневно в 1, 7, 10, 13, 16 и 19 час местного среднего солнечного времени, а по сокращенной программе — только в 1 и 13 час.

Даты перехода с полной программы на сокращенную и с сокращенной на полную приурочиваются к началу месяца и определяются в ГМО с учетом климатологических дат перехода температуры воздуха через нуль. Если эта дата на данной станции наступает в первую половину месяца, то переход на сокращенную программу или наоборот производится с 1-го числа этого месяца. Если же дата перехода температуры воздуха через нуль

приходится на вторую половину месяца, то изменение программы производится с 1-го числа следующего месяца.

§ 38. Дополнительные наблюдения выполняются только в теплое время года 5, 15 и 25-го числа каждого месяца, в интервале между 10 и 16 час.

2. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ГРАДИЕНТАМИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

§ 39. Последовательность выполнения полной программы наблюдений для наблюдателя, производящего градиентные и актинометрические измерения, дана в табл. 5 в применении к сроку в 13 час. Аналогичная последовательность будет и для других сроков. Моменты начала и окончания наблюдений при необходимости могут смещаться в пределах 10—15 мин. Последовательность выполнения сокращенной программы приведена в табл. 6.

§ 40. Наблюдения за градиентами температуры и влажности воздуха выполняются одним наблюдателем, производящим измерения по двум аспирационным психрометрам, установленным на уровнях 0,5 и 2,0 м над поверхностью. Наблюдение по психрометрам в данный срок состоит в проведении 5 отсчетов каждого термометра за интервал времени около 12 мин (согласно табл. 5), что составляет всего 20 отсчетов всех термометров за срок.

§ 41. Общие указания по работе с психрометрами приведены в Наставлении, вып. 3, ч. III. Применение же психрометров для градиентных наблюдений требует выполнения следующих правил:

а) психрометры выносятся из помещения и размещаются на стойках за 25—30 мин до первого отсчета;

б) смачивание термометра, завод аспиратора и отсчеты по термометрам производятся вначале у нижнего, а затем у верхнего психрометра;

в) первые отсчеты по термометрам производятся через 4—5 мин после смачивания и завода аспиратора;

г) при непрерывной работе психрометра около 20 мин необходим подзавод аспираторов психрометров через каждые 5 мин (табл. 5);

д) отсчеты термометров после подзавода аспираторов производятся через 2—3 мин;

е) при температурах более 15° и относительной влажности менее 50% или скорости ветра более 5 м/сек необходимо вторичное смачивание, которое производится после третьих отсчетов. Перед смачиванием нужно остановить аспиратор, пропуская в отверстие головки психрометра бумажную полоску, спичку или гравинку;

Таблица 5

Последовательность выполнения градиентных наблюдений по полной программе (для срока 13 час)

Время, час. мин.	Наблюдаемый элемент	Наименование прибора и установки	Выполняемая работа
12 10		Анемометры, психро- метры, напочвенные термометры	Осмотр и установка приборов
12 25	Радиационный баланс	Производство актинометрических наблюдений	
12 40	Температура и влаж- ность воздуха	Психрометры	Смачивание и завод
12 42	Температура поверх- ности почвы	Напочвенные термо- метры	Первый отсчет по на- почвенным термомет- рам
12 43	Состояние поверх- ности почвы	Визуально	Определение состояния поверхности на пло- щадке и в радиусе 200 м
12 45	Температура и влаж- ность воздуха	Психрометры	Первый отсчет по пси- хрометрам и их под- завод
12 46	Скорость ветра	Анемометры	Включение анемометров
12 48	Температура и влаж- ность воздуха	Психрометры	Второй отсчет по пси- хрометрам
12 49	Облачность	Визуально	Количество общей и нижней облачности
12 50	Температура и влаж- ность воздуха	Психрометры	Третий отсчет по пси- хрометрам, Вторичное смачивание и подза- вод
12 53	Температура почвы	Напочвенные и колен- чатые термометры	Отсчеты по напочвен- ным и коленчатым термометрам
12 55	Температура и влаж- ность воздуха	Психрометры	Четвертый отсчет пси- хрометров и их под- завод
12 56	Скорость ветра	Анемометры	Выключение анемометров
12 58	Температура и влаж- ность воздуха	Психрометры	Пятый отсчет психро- метров
12 59	Направление ветра	Флюгер	Определение направле- ния ветра

Примечания.

1. Перед каждым отсчетом по психрометрам отмечается состояние диска солнца.

2. Наблюдения за атмосферными явлениями проводятся в течение всего периода наблюдений, согласно § 53.

3. Наблюдения за давлением воздуха производятся по возвращении наблюдателя с площадки.

**Последовательность выполнения градиентных наблюдений по
сокращенной программе (для срока 13 час)**

Время, час. мин.	Наблюдаемый элемент	Наименование прибора и установки	Выполняемая работа
12 10	Высота снежного по- крова	Снегомерная рейка	Измерение высоты снеж- ного покрова
12 15		Анемометры, психро- метры, напочвенные термометры	Осмотр и установка при- боров, смачивание и завод психрометров
12 25	Радиационный баланс	Производство актинометрических наблюдений	
12 40	Температура и влаж- ность воздуха	Психрометры	Завод аспираторов
12 41	Скорость ветра	Анемометры	Включение анемомет- ров
12 42	Температура поверх- ности почвы	Напочвенные термо- метры	Первый отсчет по на- почвенным термомет- рам
12 43	Состояние поверхно- сти	Визуально	Определение состояния поверхности на пло- щадке и в радиусе 200 м
12 44	Температура и влаж- ность воздуха	Психрометры	Первый отсчет по пси- хрометрам, подзавод
12 48	Температура и влаж- ность воздуха	Психрометры	Второй отсчет по пси- хрометрам, подзавод
12 49	Облачность	Визуально	Количество общей и нижней облачности
12 50	Температура поверх- ности почвы	Напочвенные термо- метры	Второй отсчет по на- почвенным термомет- рам
12 51	Скорость ветра	Анемометры	Выключение анемомет- ров
12 52	Температура и влаж- ность воздуха	Психрометры	Третий отсчет по пси- хрометрам
12 58	Направление ветра	Флюгер	Определение направле- ния ветра

Примечания:

1. Перед каждым отсчетом по психрометрам отмечается состояние диска солнца.

2. Наблюдения за атмосферными явлениями проводятся в течение всего периода наблюдений.

3. Наблюдения за давлением воздуха производятся по возвращении с площадки.

4. При наличии установки М-54 проводятся измерения температуры почвы после первого отсчета по психрометру.

ж) перед каждым отсчетом показания сухого термометра, находящегося на высоте 0,5 м, отмечается состояние диска солнца.

При наличии электрических аспирационных психрометров измерение градиентов упрощается, так как исключается трудоемкий ручной завод аспираторов, а также появляется возможность быстрого выключения аспиратора перед дополнительным смачиванием путем выключения электропитания.

§ 42. Особенности наблюдений за градиентами температуры и влажности воздуха при температурах ниже 0° состоят в следующем:

а) количество отсчетов по каждому термометру уменьшается до трех, а продолжительность серии наблюдений составляет 10 мин;

б) смачивание термометров производится только один раз за 30 мин до наблюдений (как указано в Наставлении, вып. 3, ч. III);

в) отсчеты по смоченным термометрам производятся только при температуре воздуха выше -10°; наблюдения же за температурой ведутся всегда, когда показания сухого термометра не выходят за нижний предел шкалы. Для определения состояния воды на батисте (лед или незамерзшая вода) наблюдатель должен прикоснуться концом карандаша к батисту только в конце серии наблюдений;

г) при высоте снежного покрова не более 20 см наблюдения проводятся в обычном порядке. Необходимо лишь ежедневно отмечать высоту покрова на площадке. При дальнейшем увеличении высоты снежного покрова на каждые 10 см нижний психрометр следует соответственно поднимать пока высота покрова не достигнет 70 см. После этого изменять высоты необходимо как у нижнего, так и у верхнего психрометров, соблюдая между ними разность высот в 1 м. При таянии снежного покрова и уменьшении его высоты психрометры перемещаются на более низкие уровни на каждые 10 см с соблюдением вышеуказанных правил.

§ 43. При отсутствии двух психрометров градиентные наблюдения можно выполнять с помощью одного психрометра, последовательно перемещая его снизу вверх и сверху вниз. Примерный порядок наблюдения с одним психрометром следующий:

а) смачивание, завод, установка на уровне 0,5 м и через 4 мин — первый отсчет на этом уровне, а еще через 1 мин — второй;

б) подзавод, установка на уровне 2,0 м и через 4 мин — первый отсчет, а еще через 1 мин — второй;

в) подзавод, перестановка на уровень 0,5 м и через 4 мин — первый, а еще через 1 мин — второй отсчет.

Таким образом, при одном психрометре наблюдения состоят из четырех отсчетов на высоте 0,5 м и двух отсчетов на высоте 2,0 м в течение 15 мин.

При необходимости дополнительного смачивания рекомендуется его проводить перед перестановкой на уровень 2,0 м или перед второй установкой на уровень 0,5 м.

§ 44. Градиентные наблюдения за температурой и влажностью воздуха не проводятся в следующих случаях:

- а) при выпадении осадков;
- б) при скорости ветра по флюгеру более 10 м/сек;
- в) при туманах;
- г) при метелях, пыльных бурях.

Во всех этих случаях градиентные наблюдения за температурой и влажностью воздуха заменяются отсчетом показаний сухого и смоченного термометров в будке на высоте 2 м. При этом в 1, 7, 13 и 19 час используются срочные наблюдения в будке, а в 10 и 16 час отсчеты проводятся дополнительно.

3. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ГРАДИЕНТАМИ СКОРОСТИ ВЕТРА

§ 45. Наблюдения за градиентами скорости ветра выполняются с помощью ручных или контактных анемометров, устанавливаемых на высотах 0,5 и 2,0 м. При отсутствии достаточного количества приборов проводится измерение скорости на уровне 1 м.

Наблюдения за градиентом скорости состоят в последовательном включении на 10 мин ручных или контактных анемометров. Сначала включается анемометр, расположенный на высоте 0,5 м, а затем — на высоте 2,0 м. Время включения и выключения анемометров указано в табл. 5 и 6. При измерении скорости ветра на высоте 1 м порядок наблюдений не меняется.

§ 46. Зимой при нарастании или сходе снежного покрова анемометры перемещаются при изменении высоты снежного покрова на каждые 10 см.

§ 47. При наличии осадков, тумана, метелей, пыльной бури и скорости ветра более 10 м/сек (по флюгеру) измерения скорости ветра производятся только на одном уровне 2,0 м.

4. НАБЛЮДЕНИЯ НАД ТЕМПЕРАТУРОЙ ПОЧВЫ

§ 48. Наблюдения над температурой почвы производятся при любой погоде. Для определения температуры поверхности отсчеты производятся по двум срочным термометрам два раза в течение срока наблюдений (в начале и конце серии, согласно табл. 5 и 6). Сначала отсчитываются показания термометра, расположенного ближе к наблюдателю.

Наблюдения за температурой на глубинах 5, 10, 15 и 20 см производятся по коленчатым термометрам или по установке М-54 один раз в течение серии (см. табл. 5). Порядок и правила этих наблюдений изложены в Наставлении, вып. 3, ч. I и III.

5. НАБЛЮДЕНИЯ НАД СОСТОЯНИЕМ ПОГОДЫ И ДЕЯТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

§ 49. Градиентные наблюдения сопровождаются определением состояния погоды и деятельной поверхности. Сюда входят наблюдения за направлением ветра, количеством общей и нижней облачности, атмосферными явлениями в срок наблюдений, высотой снежного покрова, состоянием поверхности, погодой между сроками наблюдений.

§ 50. Направление ветра определяется по флюгеру один раз в конце серии наблюдений в соответствии с Наставлением, вып. 3, ч. I.

§ 51. Наблюдения за количеством облаков выполняются один раз после вторых отсчетов по психрометрам в соответствии с Наставлением, вып. 3, ч. I.

§ 52. Наблюдения за состоянием погоды между сроками (W) ведутся непрерывно. Для определения состояния погоды между сроками используются характеристики кода КН-01.

§ 53. Наблюдения за атмосферными явлениями производятся в сроки наблюдений. За срок наблюдений принимается время с начала наблюдений, т. е. соответственно с 0 час 40 мин, 6 час 40 мин и т. д., и до окончания наблюдений. Атмосферные явления записываются условными знаками в соответствии с Наставлением, вып. 3, ч. I.

§ 54. Высота травостоя на площадке и вокруг площадки измеряется 9, 19 и 29-го числа каждого месяца. Кроме того, высота травостоя на площадке определяется в день скашивания травы перед скашиванием и после скашивания. Измерения производятся с точностью до 1 см обычной линейкой или рейкой с делениями. Высота травы определяется как среднее из 10 измерений в различных местах площадки. Среднюю высоту травостоя вокруг площадки вычисляют из 10 измерений в разных местах вокруг площадки в радиусе 100 м.

§ 55. Высота снежного покрова определяется ежедневно рейкой, установленной на площадке для градиентных наблюдений. При снегопаде в дневное время производится дополнительное измерение высоты снежного покрова в 1 час сле-

жения деятельной поверхности на площадке и в радиусе вокруг нее определяется визуально в соответствии с Руководством гидрометеорологическим станциям «Пояснения к метеорологическим наблюдениям» (раздел «Пояснения к метеорологическим наблюдениям»). Выбранная характеристика наиболее полно отражает свойства поверхности снежного покрова и увлажнение. Например, в случае необходимости указать, что является подложкой (песок, галька, камень, рыхлая или

плотная почва и т. п.). В зимнее время следует указывать: рыхлый или плотный снег, имеются ли на площадке или вокруг нее сугробы, равномерно или неравномерно залегает снежный покров и т. п.

В дополнение к двум характеристикам увлажнения поверхности, принятым в указанном Руководстве (сухая и влажная), следует использовать еще одну — «мокрая». Характеристика «влажная» должна употребляться в том случае, когда поверхность смочена, но луж нет, а характеристика «мокрая» — когда вода застаивается, образуя лужи.

6. НАБЛЮДЕНИЯ НАД ВЛАЖНОСТЬЮ ПОЧВЫ

§ 57. Влажность почвы определяется 9, 19 и 29-го числа каждого месяца. Дополнительные определения проводятся после значительных дождей, например, после обложного дождя с количеством осадков более 5 мм в час или после ливневого дождя с количеством осадков более 15 мм в час. Если в день очередного определения влажности почвы выпадают значительные осадки, то взятие проб можно перенести на ближайший день без существенных осадков. Если дополнительное определение влажности было сделано не более чем за два дня до срочного (т. е. очередного, декадного), то наблюдения в очередной срочный день не производятся. Наблюдения над влажностью почвы в районах с устойчивой зимой производятся с момента установки коленчатых термометров и до их снятия. Первое определение влажности почвы должно быть проведено в первый день наблюдений над температурой почвы на глубинах. Если эти наблюдения начинаются за 3—4 дня до очередной срочной даты определения влажности почвы, то первое ее определение можно произвести в очередной срочный день. В районах, где наблюдения над температурой почвы на глубинах проводятся в течение всего года, определение влажности почвы также производится весь год, исключая периоды с высотой снежного покрова более 5 см.

§ 58. Для взятия почвенных проб используется год, при котором количество влаги в почве определено разности веса пробы до и после высушивания.

Пробы почвы для определения влажности берутся 0—2, 10 и 20 см. Вес проб должен быть не менее

Пробы почвы на каждой глубине берутся в наблюдательного участка. Для этого участок делится на деланки. На каждой из них берется по одной глубины. Каждая последующая проба на деланке взята на расстоянии около 1 м от предшествующей.

Порядок наблюдений над влажностью почвы, положение точек измерения, порядок взвешивания

вания, сушка, взвешивание после высушивания) описан в Наставлении, вып. 11, ч. I.

Все сушильные стаканчики вместе с крышками ежегодно перед началом сезона должны быть тщательно взвешены на технических весах с точностью до 0,05 г. В середине лета необходимо произвести контрольное их взвешивание. Если определения влажности почвы производятся в течение всего года, то вес сушильных стаканчиков следует проверять в середине лета и зимой. Контрольное взвешивание стаканчиков нужно производить накануне одного из очередных дней взятия проб.

Даты, когда производилось взвешивание стаканчиков, и результаты этого взвешивания указываются в строке «Примечания» книжки КМ-16. Пример: «28/VII проведено контрольное взвешивание сушильных стаканчиков». Далее указываются номера стаканчиков и их вес.

7. ЗАПИСЬ НАБЛЮДЕНИЙ

§ 59. Запись результатов градиентных наблюдений производится в «Книжке для записи градиентных наблюдений» КМ-16 (приложение 1). Книжка КМ-16 приспособлена для механизированной обработки.

Порядок расположения записей в книжке соответствует макету перфокарт. В вертикальном столбце, расположенном в середине каждой страницы, указаны номера соответствующих колонок перфокарты. Для перфорации некоторых элементов словесные их характеристики шифруются цифрами.

Если наблюдения над каким-либо элементом не производились или были забракованы, то в строках, где помещаются шифр или исправленная величина, записывается знак брака. Если для записи значений метеорологических элементов или для их шифра отводится одна колонка, знак брака имеет вид х, если отводятся две колонки, то этот знак имеет вид —х, три колонки — —х и т. д. Строки, в которых проставлены прочерки, не заполняются. Знак V, проставленный в графе «величина, шифр», означает, что данные колонки в макете перфокарты остаются свободными.

Знак , выделенный жирной линией, означает, что вписанные в него данные перфорации не подлежат.

§ 60. Книжка КМ-16 состоит из 110 страниц. На первой странице книжки помещаются общие сведения о станции: название и координатный номер станции, год, месяц, административная область и т. д.

Координатный номер станции сообщается из УГМС и записывается шестизначным числом. Год записывается полностью четырехзначным числом, а месяц — словами.

На второй странице приводятся сведения о рабочих приборах, об их состоянии и изменениях в их установке; обязательно указывается тип установленных приборов, название неиспользуемого прибора вычеркивается.

На третьей странице помещаются сведения о высоте травы. В соответствующие строки и графы записывается число, результаты отдельных измерений высоты травы на площадке и вокруг нее, а также средние из отдельных измерений.

На этой же странице помещаются сведения о скашивании травы и примечания.

В примечаниях помещаются следующие сведения:

1) даты смены батиста и даты поверки установки почвенных термометров;

2) результаты поверки сушильных стаканчиков;

3) причины отсутствия наблюдений;

4) особые явления.

В конце этой страницы приведены условные обозначения, используемые для сокращения надписей в книжке.

§ 61. Результаты наблюдений записывают на стр. 4—96 книжки КМ-16. Каждая страница книжки рассчитана на запись наблюдений за два срока.

Форма записи наблюдений на каждой странице построена следующим образом: вся страница разделена на шесть основных граф, в первой (левой) графе даны обозначения строк, 2-я и 6-я графы предназначены для записи отсчетов и промежуточных вычислений, в 3-й и 5-й графах записываются окончательные значения (или шифры). В 4-й графе указаны номера колонок на макете перфокарты.

Особенность заполнения 2-й и 6-й граф состоит в том, что результаты промежуточных вычислений («средние», «поправки», «разность», «дел/сек»), а также «отсчеты на глубинах» и поправки к ним во 2-й графе записываются слева направо, а в 6-й графе — справа налево.

В три верхние строки для каждого срока шифром записываются месяц, число и срок наблюдения. Месяц записывается двухзначным числом, например: январь — 01, декабрь — 12. Число также записывается двухзначным числом, например: 01, 09, 11. Срок записывается трехзначным числом, например, срок 3 час записывается как 030, срок 13 час — 130 и т. д.

В четвертой строке записывается атмосферное давление. В следующих строках третьей графы записывается количество общей и нижней облачности в баллах. При облачности 10 баллов с просветами нужно четко ставить обозначение квадрата . В тех случаях, когда количество облаков определить невозможно из-за метели, пыльной бури, мглы или по другим причинам, в указанных строках должен стоять знак вопроса.

В строке «Диск солнца» слева направо записываются результаты наблюдений за состоянием диска солнца, выполняемых перед отсчетами показаний сухого термометра. Состояние диска солнца оценивается в соответствии с «Руководством по актинометрическим наблюдениям».

Далее в соответствующие строки книжки слева направо записывается каждый отсчет сухого и смоченного термометров на высотах 0,5 и 2,0 м.

Если по условиям погоды градиентные наблюдения заменяются наблюдениями по сухому и смоченному термометрам в психрометрической будке, то отсчеты по этим термометрам записываются в строки «среднее» для записи температуры на высоте 2,0 м и отмечаются значком *. В строках, где должна записываться температура на высоте 0,5 м, при этом делаются прочерки.

Направление ветра по флюгеру записывается в румбах в строку «Направление ветра». При штиле в этой строке записывается: «0».

В строках «Скорость ветра на высотах 0,5 и 2,0 м» записываются показания анемометров, установленных на этих высотах. В правой графе записывается отсчет до включения анемометров, а в левой — после их выключения.

При измерении скорости ветра контактными анемометрами число контактов, снятое по счетчику или по ленте регистратора за 10 мин, записывается в строки «разность».

Если скорость измеряется только на высоте 1,0 м, то результат записывается в строке, относящейся к высоте 2,0 м, со знаком «*» и изменяется название этой строки. В строке, где должна записываться скорость на высоте 0,5 м, при этом делаются прочерки.

В строке «атмосферные явления» записываются условными знаками атмосферные явления, которые имели место в срок наблюдений.

В строке W (погода между сроками) во второй и шестой графах словами кода записывается характеристика погодных условий между сроками согласно § 52.

В первых строках «Температура почвы» записываются отсчеты на поверхности почвы: в первых двух графах — два отсчета по северному напочвенному термометру, а в следующих двух — по южному. Отсчеты показаний коленчатых термометров записываются в соответствующих строках в первой графе.

На тех станциях, где установлены термометры М-54, в строки «Температура почвы» записываются значения, полученные по этим приборам. В строки E_1 и E_2 записываются словесные характеристики состояния деятельной поверхности на площадке и в окрестностях площадки согласно § 56.

§ 62. В книжке КМ-16 на стр. 104—105 помещаются результаты определения влажности почвы. Для каждого определения отводится отдельная таблица, в которой указываются дата определения, время начала и конца бурения, № повторности, глубина взятия образца, № стаканчиков и их вес с пробой влажной и высушенной почвы. На этой же странице записываются результаты обработки, проведенной в соответствии с § 76 настоящего Руководства.

§ 63. В книжке КМ-16 стр. 106—109 заполняются результатами контроля и сравнения психрометров и анемометров на станции. Все данные должны быть обязательно внесены в книжку. Если для их записи недостаточно отведенных страниц, то наблюдатели должны вклеивать дополнительные страницы.

В соответствующих строках книжки указываются дата и время поверки, номера психрометров и термометров. При поверке психрометров в естественных условиях записывается высота их подвески, облачность, направление и скорость ветра по флюгеру. В специальных графах помещаются отсчеты по термометрам. Перед каждой группой отсчетов рядом с их порядковым номером отмечается состояние диска солнца в момент наблюдения.

При записи результатов поверки скорости вращения барабана психрометров указываются дата и номера психрометров. Далее помещается время оборота барабана каждого из поверяемых психрометров, указанное в сертификате. В следующих строках записывается фактическое время оборота барабана каждого поверяемого психрометра, полученное при трех сериях поверки.

Для анемометров указывается дата поверки, высота установки, направление и скорость ветра по флюгеру, номера анемометров (контрольного, рабочих и запасного).

В строке «Начальный отсчет n_0 » помещаются показания анемометров до их включения. В строке «Первый отсчет n_1 » помещаются показания анемометров после 10 мин их работы. В строке «Второй отсчет n_2 » помещаются показания после второй серии поверки.

§ 64. Заполнение книжки КМ-16 в зимний период (при сокращенной программе) имеет некоторые особенности.

При изменениях высоты подвески приборов в связи с нарастанием или таянием снежного покрова на стр. 2 книжки КМ-16 в разделе «Сведения об изменениях в установке приборов» указывается, когда и на какую высоту были подняты или опущены приборы.

При записи наблюдений в строках «Температура воздуха...» записываются только три отсчета термометров, в строку «Температура на глубине 5 см» записывается высота снежного покрова H см, в следующую строку — высота подвески нижнего психрометра h_1 , в строку «Температура на глубине 15 см» — высота подвески верхнего психрометра h_2 , где h_1 и h_2 — фактические высоты подвески приборов над поверхностью снега. Они определяются следующим образом: из высоты подвески прибора над поверхностью земли вычитается высота снежного покрова, определяемая ежедневно с точностью до 1 см.

3. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

§ 65. При дополнительных наблюдениях производятся измерения температуры и влажности воздуха на уровнях 0,5 и 1,5 м

на площадке в точке проведения постоянных наблюдений (за эту точку принимается стойка с психрометром на высоте 0,5 м) и на расстояниях 10, 50 и 100 м от этой стойки в наветренном направлении.

Наблюдения выполняются двумя наблюдателями, один из которых делает отсчеты на постоянно установленных стойках, а другой последовательно переставляет переносную стойку с двумя психрометрами на расстояния 10, 50, 100 м от постоянной установки в наветренном направлении. На расстоянии 1 м к югу от каждой точки установки переносной стойки на поверхность укладываются два срочных термометра.

Не рекомендуется располагать выносные точки на расстоянии менее 10—15 м от таких препятствий, как заборы, здания, лесные полосы, отдельные деревья и др. Если эти препятствия находятся на расстоянии менее 115 м от основной психрометрической установки, то при ветре соответствующего направления количество выносных точек может быть уменьшено или же расстояния до этих точек могут быть изменены. Пусть, например, в 90 м к северо-востоку от психрометрической установки располагаются постройки метеостанции. В этом случае при северо-восточном ветре дополнительные наблюдения следует проводить на расстояниях 10, 50 и 70—80 м от постоянной установки. Или, например, на востоке в 50 м от психрометрической установки расположен сплошной забор. При восточном ветре дополнительные наблюдения следует проводить на расстояниях 10 и 35 м от постоянной установки. Если в какой-либо точке маршрута высота растительности превышает 30 см, то возможно смещение стойки от указанных выше расстояний в пределах 10 м. При наличии растительного покрова выше 30 см по всему маршруту проводятся дополнительные наблюдения, но высота установки нижнего психрометра над поверхностью почвы составляет 50 см плюс $\frac{2}{3}$ высоты растительности. Пусть, например, высота травы 50 см, тогда нижний психрометр устанавливается над поверхностью почвы на высоте $50 + \frac{2}{3} \times 50 = 83$ см.

Если на пути следования встречается крутой склон, овраг или другие резко выраженные формы рельефа, то также возможно смещение точек в пределах 10 м. За такими препятствиями точки не располагаются.

Если во время проведения дополнительных наблюдений изменилось направление ветра, то маршрут следования не меняется.

§ 66. При дополнительных наблюдениях психрометр на постоянной стойке должен быть перемещен с уровня 2,0 м на

уровень 1,5 м. Для этого можно использовать временную стойку, установленную поблизости от основной.

§ 67. Дополнительные наблюдения состоят из одновременных измерений на постоянной и переносной стойках температуры по сухому и смоченному термометрам на уровнях 0,5 и 1,5 м, наблюдений за температурой поверхности почвы на почвенной площадке и у переносной стойки, определения состояния диска солнца перед каждым отсчетом, определения количества облаков, состояния поверхности на площадке, направления и скорости ветра (по флюгеру).

Наблюдения проводятся в последовательности, указанной в табл. 5, и по правилам, изложенным в § 40—43. Наблюдатель, проводящий наблюдения на переносной стойке, измеряет только температуру по сухим и смоченным термометрам на уровнях 0,5 и 1,5 м и температуру поверхности почвы. Наблюдатель на постоянной установке, помимо аналогичных наблюдений, отмечает состояние диска солнца, облачность, направление и скорость ветра по флюгеру, состояние деятельной поверхности на площадке.

Продолжительность серии наблюдений составляет 12—15 мин, а с переносом стойки и термометров и подготовкой приборов к наблюдениям — около 30 мин. На проведение отсчетов во всех трех точках на разных расстояниях требуется около 1,5 часа.

При проведении наблюдений составляется краткое описание состояния подстилающей поверхности по маршруту следования и на расстоянии 50 м за последней точкой в наветренном направлении.

§ 68. Дополнительные наблюдения не проводятся при условиях, указанных в § 44, а также при пасмурной погоде и при радиационном балансе менее $0,2 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$. Допускается перенос наблюдений на один-два дня до и после указанных дат.

§ 69. Дополнительные наблюдения, проводимые на основной площадке, записываются в книжку КМ-16 на стр. 97—103. При этом записывается: дата наблюдений, время их начала и конца, пять отсчетов температуры воздуха по сухому и смоченному термометрам, установленным на высотах 0,5 и 1,5 м, состояние диска солнца перед каждым отсчетом сухого термометра на высоте 0,5 м, количество облаков, направление и скорость ветра по флюгеру, состояние поверхности. Далее записываются температура поверхности почвы по напочвенным термометрам и отсчет по барометру.

Наблюдения на переносной стойке записываются на вкладышах формы КМ-16д, приведенной в приложении 2. Заполненные вкладыши прилагаются к книжке КМ-16 и вместе с нею высылаются в ГМО (или кустовую группу).

Вкладыши заполняются следующим образом: на лицевой стороне вкладыша указывается название станции, дата наблюдений, направление движения и краткое описание маршрута следования до 150 м от основной установки. На обратной стороне записывается время начала наблюдений, расстояние от основной установки, температура воздуха по сухому и смоченному термометрам (5 отсчетов) и температура по напочвенным термометрам. Здесь же наблюдатель ставит свою подпись.

Если по условиям погоды или по каким-либо другим причинам дополнительные наблюдения не проводились, то в книжке КМ-16 на стр. 3 в примечаниях указывается причина отсутствия наблюдений.

Глава IV

ОБРАБОТКА НАБЛЮДЕНИЙ

1. ОБРАБОТКА НАБЛЮДЕНИЙ В КНИЖКАХ КМ-16

§ 70. Обработка наблюдений над температурой и влажностью воздуха производится по записям в книжке КМ-16 и включает в себя следующие операции:

а) определение средних из пяти (при сокращенной программе наблюдений из трех) отсчетов по сухому и смоченному термометрам для каждой высоты.

При наблюдениях по одному психрометру средние показания сухого и смоченного термометров для высоты 0,5 м вычисляются из четырех отсчетов (двух в начале серии и двух в конце), а для высоты 2,0 м — из двух отсчетов;

б) введение поправок к средним из пяти или из трех отсчетов по сухому и смоченному термометрам;

в) вычисление упругости водяного пара на каждой высоте;

г) вычисление разностей температуры (Δt) и упругости водяного пара (Δe) между уровнями 0,5 и 2,0 м. Разность температуры Δt вычисляется путем вычитания из средней исправленной температуры воздуха на высоте 0,5 м средней исправленной температуры воздуха на высоте 2,0 м, т. е. $\Delta t = t_{0,5} - t_{2,0}$. Точно так же $\Delta e = e_{0,5} - e_{2,0}$.

§ 71. Первичная обработка наблюдений по анемометрам состоит в вычислении средней за 10 мин скорости ветра и разности скоростей на уровнях 2,0 и 0,5 м (Δu).

Если наблюдения велись ручным анемометром, то для вычисления средней скорости ветра за 10 мин необходимо разность между конечным и начальным отсчетами разделить на 600 сек и по полученному числу делений в секунду с помощью

сертификата данного анемометра определить скорость ветра. При использовании контактных анемометров скорость ветра определяется с помощью поверочного графика по числу контактов за 10 мин. Разность Δu определяется путем вычитания из скорости ветра на высоте 2,0 м скорости ветра на высоте 0,5 м, т. е.

$$\Delta u = u_{2,0} - u_{0,5}.$$

§ 72. Первичная обработка наблюдений над температурой почвы производится в соответствии с Наставлением, вып. 3, ч. I, с той лишь разницей, что температура поверхности вычисляется как средняя из четырех отсчетов по напочвенным термометрам. Предварительно в каждый из четырех отсчетов вводится поправка.

§ 73. Значения метеорологических элементов, полученные в результате первичной обработки, записываются в КМ-16 в соответствующие строки графы: «Величина, шифр». В эту же графу вносится шифр для тех метеорологических элементов и характеристик, которые при наблюдениях записываются условными знаками или словами.

Все записи в графе «Величина, шифр» должны быть сделаны разборчиво, цифры должны быть написаны четко, знаки х должны стоять на указанных для них местах. Особенно четко следует указывать знак минус.

§ 74. В строке «Диск солнца» шифром записывается состояние диска солнца. Шифровка производится по коду, помещенному в табл. 7.

Таблица 7

Код для шифровки состояния диска солнца

- 0 — П
- 1 — меняющееся состояние без преобладания одного какого-либо знака
- 2 — 
- 3 — 
- 4 — 
- 5 — меняющееся состояние при преобладании знака П
- 6 — меняющееся состояние при преобладании знака 
- 7 — меняющееся состояние при преобладании знака 
- 8 — меняющееся состояние при преобладании знака 
- 9 — диск солнца не виден в часы, близкие к восходу или заходу солнца, из-за закрытости горизонта.

Цифры кода 0, 2, 3, 4 употребляются в том случае, когда при всех пяти или при четырех из пяти отсчетов состояние диска солнца отмечалось одним и тем же знаком (например, П, П, П, П, П, — шифр 0; , , , ,  — шифр 3).

Цифры кода 5, 6, 7 и 8 используются тогда, когда состояние диска солнца отмечено различными знаками, но один и тот же

знак отмечен не менее трех раз (например, П, П, $\odot^0$, $\odot^0$ П — шифр 5; $\odot^2$, $\odot^0$, $\odot^0$, $\odot^0$, П — шифр 6).

При сокращенной программе наблюдений состояние диска солнца отмечается три раза. Цифры кода 0, 2, 3 и 4 употребляются в том случае, когда при всех трех отсчетах записан один и тот же знак. Цифры кода 5, 6, 7 и 8 используются тогда, когда один и тот же знак отмечен два из трех раз.

Если состояние диска солнца отмечено различными знаками, но ни один из знаков не встречается трижды, то используется шифр 1. Например: $\odot^2$, $\odot^2$, $\odot$, $\odot$, П — шифр 1; $\odot^0$, $\odot$, $\odot^2$, $\odot$, П — шифр 1; $\odot^0$, $\odot$, П — шифр 1.

При наблюдении в часы до восхода и после захода солнца строка «Диск солнца» не заполняется.

Если диск солнца не виден в часы, близкие к восходу или заходу, из-за закрытости горизонта, то вместо знаков состояния диска солнца делаются прочерки, а в графе «Величина, шифр» ставится цифра 9.

§ 75. В следующих строках графы «Величина, шифр» записывается температура воздуха и упругость водяного пара, разности Δt и Δe , направление ветра, зашифрованное по коду КН-01, скорость ветра, разность Δu , шифр атмосферных явлений в срок наблюдений, характеристика погоды между сроками, зашифрованная по коду КН-01, средняя температура поверхности почвы и температура на глубинах 5, 10, 15 и 20 см, шифрованная характеристика состояния деятельной поверхности на площадке.

Если наблюдения выполнялись только в психрометрической будке, то они записываются в строках для температуры воздуха и упругости водяного пара на высоте 2,0 м и отмечаются значком «*»; в соответствующих строках для высоты 0,5 м делаются прочерки, а в строках Δt и Δe ставятся нули (0, 0).

При штиле или при скорости ветра на высоте 0,5 м менее 1 м/сек значения Δu не вычисляются и в соответствующей строке ставится знак = =. Если скорость ветра измерялась только на высоте 1,0 м, то она записывается в строке «Скорость ветра на высоте 2,0» и отличается значком «*», а в соответствующей строке для высоты 0,5 м делается прочерк, в строке Δu ставится знак = =.

Атмосферные явления в срок наблюдений и характеристика состояния деятельной поверхности на площадке шифруются по коду и правилам, приведенным в «Руководстве по контролю актинометрических наблюдений». В отличие от указаний этого руководства, при шифровке характеристики состояния деятельной поверхности учитывается высота травостоя. При высоте травостоя более 15 см над второй цифрой шифра проставляется знак х.

§ 76. Первичная обработка наблюдений над влажностью почвы производится в соответствии с Наставлением, вып. 11, ч. I. Влажность почвы для каждой из глубин вычисляется с точностью до 0,1%; средняя влажность для слоя 0—20 см определяется как среднее арифметическое из средних влажностей почвы на глубинах 0—2, 10 и 20 см.

Пример записи и вычисления влажности почвы приводится в приложении 1.

§ 77. По значению влажности почвы и некоторым почвенным постоянным рассчитывается объемная теплоемкость почвы.

Объемной теплоемкостью почвы (c) называется количество тепла, требующееся на нагревание 1 см³ почвы на 1°. Объемная теплоемкость влажной почвы определяется по объемному весу почвы, ее удельной теплоемкости и влажности. Ее можно представить состоящей из двух частей: теплоемкости сухой почвы и теплоемкости воды, содержащейся в единице объема, и записать в виде

$$c = c_n g + c_v g w,$$

где c — объемная теплоемкость влажной почвы; c_n — удельная теплоемкость частиц сухой почвы; c_v — удельная теплоемкость почвенной влаги; g — объемный вес сухой почвы; w — влажность почвы, в долях единицы.

В приведенной формуле $c_n g$ — объемная теплоемкость сухой почвы; $g w$ — количество влаги, содержащейся в 1 см³ почвы (при условии определения влажности почвы как отношения веса почвенной влаги к сухой навеске); $c_v g w$ — объемная теплоемкость почвенной влаги.

Первое слагаемое правой части $c_n g$ для данной станции постоянная величина. Во втором слагаемом меняется только величина w .

§ 78. Объемный вес сухой почвы (вес 1 см³ абсолютно сухой почвы при ненарушенной структуре) вычисляется как частное от деления веса абсолютно сухого образца почвы на объем бура или цилиндра, которым этот образец был взят. Объемный вес почвы на гидрометеорологических станциях определяется при организации наблюдений над тепловым балансом специалистом УГМС или агрометстанции в соответствии с «Руководством по определению агрогидрологических свойств почвы на гидрометеостанциях», 1956 г., отличие состоит лишь в том, что берется средний объемный вес для слоя 0—20 см.

При всех расчетах объемной теплоемкости на данной станции объемный вес сухой почвы принимается постоянным.

§ 79. Удельной теплоемкостью сухой почвы называется количество тепла, требуемое для нагревания 1 г сухой почвы на 1°. На станциях удельная теплоемкость находится из табл. 8.

Удельная теплоемкость различных почв

Наименование почв	Удельная теплоемкость, кал/г град	Наименование почв	Удельная теплоемкость, кал/г град
Песок	0,190	Выщелоченный чернозем	0,203
Буропесчаные слабо-солонцовые почвы . .	0,140	Сильно оподзоленный (деградированный) чернозем	0,208
Супесчаные подзолистые почвы	0,180	Слабо оподзоленный (деградированный) чернозем	0,182
Валуная супесчаная почва	0,174	Супесчаные черноземы	0,260
Суглинки тяжелые	0,209	Суглинистые черноземы	0,300
Суглинки легкие	0,200	Гумус	0,443
Темно-серая лесная суглинистая почва	0,186	Корковый солонец	0,180
Карбонатный валунный суглинок	0,178	Глубокостолбцовый солонец	0,130
Глина	0,224		

§ 80. На станциях объемная теплоемкость вычисляется в дни взятия проб для определения влажности почвы. Дополнительные определения объемной теплоемкости выполняются в дни, когда производится внеочередное определение влажности почвы.

Пример. Почва — тяжелый суглинок. Объемный вес сухой почвы $g = 1,12 \text{ г/см}^3$.

Удельная теплоемкость почвы, согласно табл. 8, $c_n = 0,209 \text{ кал/г град}$, воды $c_w = 1,0 \text{ кал/г град}$. Влажность почвы $w = 10,2\%$ (т. е. 0,102).

$c = c_n g + c_w g w = 0,209 \cdot 1,12 + 1,0 \cdot 1,12 \cdot 0,102 = 0,34 \text{ кал/см}^3 \text{ град}$.

Найденная объемная теплоемкость заносится в книжку КМ-16.

§ 81. Обработка результатов сравнения психрометров до и после смены батиста состоит в следующем:

а) для каждого термометра вычисляется среднее из пяти отсчетов, вводится поправка и записывается исправленная величина, по исправленным значениям вычисляется упругость пара;

б) вычисляется разность между средней температурой по сухому термометру контрольного психрометра и средними температурами по сухим термометрам рабочих и запасного психрометра. Аналогичная разность вычисляется для упругости водяного пара.

При сравнении термометров без батиста вычисляются средние из пяти отсчетов по каждому термометру, вводятся

поправки и записываются исправленные значения, вычисляются разности между показанием сухого термометра контрольного психрометра и показаниями всех термометров других психрометров.

§ 82. Обработка результатов поверки скорости вращения барабана аспиратора производится следующим образом: вычисляется среднее время оборота барабана из трех отсчетов $\tau_{\text{ср}}$ и разности (Δ) между временем оборота барабана по сертификату и фактическим временем за первую серию $\Delta = \tau_{\text{с}} - \tau_1$, за вторую $\Delta = \tau_{\text{с}} - \tau_2$, за третью $\Delta = \tau_{\text{с}} - \tau_3$, а также разность $\Delta = \tau_{\text{с}} - \tau_{\text{ср}}$.

После обработки результатов поверки в строке «Заключение о годности» делается отметка о пригодности или непригодности приборов для дальнейшей работы.

§ 83. При обработке результатов поверки анемометров вычисляются разности между первым отсчетом по счетчику анемометра n_1 и начальным отсчетом n_0 , между вторым отсчетом n_2 и первым отсчетом n_1 . Полученные разности делятся на 600, т. е. определяются числа делений в секунду, по которым с помощью сертификатов находятся средние скорости ветра за первую и вторую серии поверки.

Далее для каждого анемометра вычисляется средняя из скоростей за обе серии. Затем определяются разности между средними скоростями ветра по контрольному анемометру и по каждому из поверяемых анемометров.

§ 84. Обработка дополнительных наблюдений состоит в следующем: вычисляются средние из пяти отсчетов по сухому и смоченному термометрам, вводятся поправки и вычисляются исправленные значения. По ним находится упругость водяного пара, а затем разности Δt и Δe между уровнями 0,5 и 1,5 м. Далее в каждый из отсчетов почвенных термометров вводится поправка и вычисляется средняя из всех четырех исправленных величин.

2. СОСТАВЛЕНИЕ ТАБЛИЦ

§ 85. Таблица градиентных наблюдений содержит результаты ежедневных градиентных наблюдений за месяц, вычисления декадных и месячных средних значений, расчета составляющих теплового баланса.

На станциях составляются таблицы двух видов:

а) таблица ТМ-16 (летняя) составляется для периода наблюдений по полной программе, когда производятся измерения температуры почвы по коленчатым термометрам (приложение 3);

б) таблица ТМ-16а (зимняя) составляется для периода на-

блюдений по сокращенной программе, когда измерения температуры почвы по коленчатым термометрам отсутствуют (приложение 4).

Таблица ТМ-16 состоит из 16 страниц, ТМ-16а — из 6 страниц. В летнюю таблицу помещаются данные за шесть сроков, в зимнюю — за два срока.

На метеорологической станции ежедневно составляется рабочая таблица, в которую дежурным наблюдателем переносятся результаты наблюдений из КМ-16. Все значения, занесенные в таблицу наблюдателем одной смены, контролируются наблюдателем следующей смены.

§ 86. На титульном листе указываются год и месяц, к которым относится таблица. В соответствующих строках записывается название и номер станции, область (республика, край) и УГМС, на территории которых расположена данная станция. Отдельные строки отводятся для фамилий и инициалов личного состава станции. На этой же странице приводятся сведения о переустановке приборов на другие высоты, даты установки новых приборов и т. д.

§ 87. Строки «Состояние деятельной поверхности на площадке и вокруг нее (в радиусе 200 м)» заполняются по данным книжки КМ-16. При этом периоды с одинаковой характеристикой объединяются. Здесь следует помещать характеристики деятельной поверхности, которые могут оказать влияние на формирование метеорологических условий приземного слоя атмосферы, например: появление травы на площадке и изменение ее состояния (замерзание, высыхание), появление листьев на окружающих площадку деревьях, выкашивание травы, копка огородов и появление всходов на них, застывание луж на площадке или вокруг нее при отсутствии луж на площадке, установление снежного покрова и т. д.

Пример 1. Площадка покрыта свежей зеленой травой. Поверхность влажная. С северной, восточной и южной сторон площадки — зеленая трава. С западной стороны — огороды, с 1 по 9 — всходов нет, 10 — появились отдельные всходы, 19 — гряды покрыты всходами. Поверхность вокруг площадки влажная в течение всего месяца.

Пример 2. С 1 по 9 и с 27 по 30 площадка покрыта свежеснеженным влажным снегом, 10—15 тающий снег покрывает более половины площадки, у стойки с психрометром на высоте 0,5 м в радиусе 70—100 см снега нет, 16—26 — оголенная мокрая поверхность.

1—9 свежеснеженный снег покрывает более половины окрестности станции, 10—15 — тающий снег покрывает менее половины окрестности, 16—26 — оголенная мокрая почва и прошлогодняя трава, 27—30 свежеснеженный влажный снег покрывает всю окрестность.

§ 88. В строках «Высота травы» указываются даты измерения высоты растительного покрова на площадке и вокруг нее, а также средняя высота его.

§ 89. В соответствующую строку переносятся примечания из книжки КМ-16. На титульном листе также приводятся замечания критического контроля и фамилии лиц, проводивших технический и критический контроль.

§ 90. Титульный лист заполняется одинаково на зимней и летней таблицах, за исключением строк «Высота травы», которых нет в зимней таблице. Содержание таблиц ТМ-16 и ТМ-16а и составление их различное, поэтому указания по составлению этих таблиц даются отдельно.

3. СОСТАВЛЕНИЕ ТАБЛИЦЫ ТМ-16 (летней)

§ 91. Таблица составляется по срокам. Все данные, относящиеся к одному сроку, располагаются на двух страницах: четной и соседней нечетной. На четных страницах таблицы указываются название и номер станции, год, на нечетных — месяц и срок, согласно указаниям § 61.

§ 92. В графе «Облачность, баллы» записывается количество общей и нижней облачности.

§ 93. Степень покрытия солнечного диска в книжке КМ-16 отмечается перед каждым отсчетом сухого термометра на высоте 0,5 м. В соответствующие графы ТМ-16 должны быть написаны все пять условных знаков (по числу отсчетов) и шифр. Если при всех пяти отсчетах был отмечен один и тот же знак, то в таблицу можно записать его один раз.

§ 94. В графу «Радиационный баланс» вносятся соответствующие данные из таблицы ТМ-12.

§ 95. В следующие графы переносятся из книжки КМ-16 результаты наблюдений над температурой воздуха и упругостью водяного пара на высотах 0,5 и 2,0 м, а также разности Δt и Δe .

Результаты наблюдений над температурой воздуха и упругостью водяного пара во время осадков, пыльной бури, тумана или при скорости ветра по флюгеру больше 10 м/сек, производящихся по термометрам, установленным в психрометрической будке, переносятся в графы, предназначенные для записи температуры воздуха и упругости пара на высоте 2,0 м, со значком *.

§ 96. В графе «Направление ветра, румб, шифр» приводится буквенное обозначение румба и зашифрованные данные.

В соответствующих графах помещаются скорости ветра по анемометрам на высотах 0,5 и 2,0 м и разность между скоростями на высотах 2,0 и 0,5 м. Последняя не вычисляется, если скорость ветра на высоте 0,5 м составляет менее 1,0 м/сек.

При измерении скорости ветра только на высоте 1,0 м она переносится в графу «Скорость ветра на высоте 2,0 м» со значком *, если в течение месяца эти измерения производились всего несколько раз. Если же измерения на высоте 1 м проводились в течение всего месяца, то соответственно изменяется заголовок указанного столбца.

§ 97. В последующие пять граф помещаются результаты наблюдений над температурой поверхности почвы и температурой на глубинах 5, 10, 15 и 20 см.

§ 98. В соответствующую графу переносится из книжки КМ-16 шифрованная характеристика состояния деятельной поверхности.

§ 99. В графу «Атмосферные явления в срок» из книжки КМ-16 переносятся условные знаки и шифр атмосферных явлений, имевших место в срок наблюдений.

§ 100. В графе «Погода между сроками» приводится характеристика погоды между сроками (шифром).

§ 101. В конце каждой декады и месяца подсчитываются суммы и средние значения следующих величин: количества общей и нижней облачности, радиационного баланса, температуры воздуха и упругости водяного пара на высоте 2,0 м, разностей температуры воздуха (Δt) и упругости водяного пара (Δe), скорости ветра на высоте 2,0 м, разности скоростей ветра (Δu), температуры поверхности почвы и температуры на глубинах 5, 10, 15 и 20 см.

Средние декадные и средние месячные значения температуры, упругости водяного пара и скорости ветра на высоте 2,0 м, разностей Δt , Δe и Δu , количества облачности и температуры почвы вычисляются с точностью до сотых долей, а в таблицу вносятся с точностью до десятых.

Средняя декадная разность Δu вычисляется из всех имеющихся значений Δu за соответствующую декаду, полученных из наблюдений при скорости ветра более 1 м/сек на высоте 0,5 м. Среднедекадные значения разностей Δt , Δe и Δu находятся делением суммы за декаду на число случаев в декаде. Средние месячные разности вычисляются делением месячных сумм на число случаев за месяц.

§ 102. Средние декадные и средние месячные значения радиационного баланса вычисляются с точностью до тысячных, а в таблицу заносятся с точностью до сотых долей.

§ 103. На стр. 14 в таблицу «Влажность и объемная теплоемкость почвы» переносятся значения этих величин из книжки КМ-16. В таблицу заносятся даты определения и значения средней влажности почвы в слое 0—20 см с точностью до 0,1%. В соответствующую графу помещаются значения объемной теплоемкости, вычисленные для дней, в которые производилось определение влажности почвы.

В первую строку таблицы вносятся дата, влажность почвы и объемная теплоемкость, полученные по наблюдениям в последнюю декаду предыдущего месяца (самое последнее определение). В следующие строки последовательно записываются значения, полученные для других декад и при дополнительных определениях, если они производились. В последней графе помещаются рассчитанные средние декадные значения объемной теплоемкости. Если не было дополнительных определений влажности почвы, кроме ежедекадных, то она вычисляется как среднее между двумя соседними определениями теплоемкости (например, для первой декады, как среднее между значениями за 29-е число предыдущего месяца и за 9-е число данного месяца, для второй декады — за 9 и 19-е число, и т. д.). Если имелись дополнительные (внеочередные) определения влажности почвы после выпадения сильных осадков, то вычисленные для этих дней значения объемной теплоемкости учитываются при вычислении средних декадных следующим образом:

а) если дополнительное определение произведено не позднее чем на третий день декады, то среднее декадное вычисляется как среднее арифметическое из двух значений, имеющих за эту декаду;

б) если дополнительное определение произведено позднее шестого дня декады, то среднее декадное вычисляется из двух значений объемной теплоемкости: одного за предыдущую, а другого за данную декаду;

в) если дополнительное определение приходится на четвертый, пятый или шестой день декады, то следует вычислять ежедневные значения объемной теплоемкости для каждого из дней данной декады. При этом для дней, предшествующих дождю, объемная теплоемкость принимается равной той, которая определена в очередной день взятия пробы на влажность до дождей. В остальные дни декады объемная теплоемкость вычисляется путем линейной интерполяции между двумя соседними ее определениями. Затем определяется декадная сумма и по ней — среднее за декаду значение объемной теплоемкости.

Пример. Ст. Гигант, 9/VIII — очередное определение, $c = 0,47 \text{ кал/см}^3 \cdot \text{град}$; 16/VIII — определение после дождя, $c = 0,63 \text{ кал/см}^3 \cdot \text{град}$; 19/VIII — очередное определение, $c = 0,60 \text{ кал/см}^3 \cdot \text{град}$.

С 9/VIII по 16/VIII принимаем объемную теплоемкость равной $0,47 \text{ кал/см}^3 \cdot \text{град}$. Данные за 16, 17, 18, 19/VIII вычисляются путем линейной интерполяции по данным за 16 и 19/VIII, т. е. 16/VIII $c = 0,63 \text{ кал/см}^3 \cdot \text{град}$, 17/VIII $c = 0,62 \text{ кал/см}^3 \cdot \text{град}$, 18/VIII $c = 0,61 \text{ кал/см}^3 \cdot \text{град}$, 19/VIII и 20/VIII c можно принять равной $0,60 \text{ кал/см}^3 \cdot \text{град}$. Среднее за вторую декаду $c = 0,54 \text{ кал/см}^3 \cdot \text{град}$.

Среднее месячное значение объемной теплоемкости вычисляется как среднее арифметическое из трех декадных значений.

§ 104. В ТМ-16 на стр. 14 в специальных таблицах приводятся результаты поверки приборов.

В таблицу «Сравнение психрометров» помещаются средние значения температуры по каждому из термометров за серию наблюдений, исправленные поправками, а также результаты определения упругости водяного пара.

В соответствующую строку заносятся результаты сравнения психрометров до смены и после смены батиста. В строки «Отклонение от средней температуры по контрольному» помещаются разности между средними температурами по сухому термометру, полученными из наблюдений по контрольному психрометру, и средними температурами, полученными из наблюдений по рабочим и запасному психрометрам. В строку «Отклонение от упругости водяного пара по контрольному» заносятся аналогичные величины для упругости водяного пара.

В таблицу «Сравнение термометров» вносятся в соответствующие строки средние значения температуры, исправленные поправками, по всем термометрам и по сухому термометру контрольного психрометра, а также разности между значениями температуры по контрольному термометру и по всем рабочим, а также по запасному термометру.

§ 105. В таблицу «Сравнение анемометров» вписываются средние за 10 мин скорости ветра по анемометрам, полученные при их поверке. В соответствующие строки выписываются скорости за первую и вторую серии наблюдений по всем анемометрам, средняя скорость ветра из двух серий и отклонение средней скорости из наблюдений по рабочим и запасному анемометру от средней скорости по контрольному анемометру.

§ 106. В таблицу «Поверка скорости вращения барабана» переносится из книжки отклонение (Δ) среднего времени оборота барабана от того, которое указано в сертификате $\Delta = \tau_c - \tau_{ср}$.

§ 107. В ТМ-16 на стр. 15 помещается сводная таблица средних декадных и средних месячных результатов градиентных наблюдений и расчетов составляющих теплового баланса. В ней для каждой декады и отдельно для месяца приводятся измеренные и рассчитанные значения элементов для всех сроков, среднесуточные их значения (по средним суткам за декаду), а также суммы всех составляющих теплового баланса за средние сутки каждой декады и месяца, за декаду и за месяц.

В соответствующие строки сводной таблицы выписываются из ТМ-16 средние за декаду и за месяц значения B , Δt , Δe , Δu и u_2 для каждого срока наблюдений.

Значения, полученные на основании расчетов, описанных в § 127—131, для каждого срока всех декад и для месяца, переносятся в сводную таблицу из бланка ТМ-16р (приложение 5) Величина $B-P$ получается из величин B и P .

Величины k_1 , L и V рассчитываются по методике, изложенной в § 119—124, 137—144.

§ 108. В графу «Среднесуточная» таблицы «Результаты градиентных наблюдений и расчетов составляющих теплового баланса» вписываются средние суточные значения всех величин для декады (месяца), рассчитываемые по данным за шесть сроков наблюдений, причем составляющие теплового баланса рассчитываются в $\text{кал/см}^2 \cdot \text{мин}$, а k_1 — в $\text{м}^2/\text{сек}$. Расчет производится по формуле

$$B_{\text{ср. сут}} = \frac{B_1 + B_7 + B_{10} + B_{13} + B_{16} + B_{19} + \frac{B_1 + B_7}{2} + \frac{B_1 + B_{19}}{2}}{8}$$

Аналогично рассчитываются и другие средние значения. Расчет средних суточных значений составляющих теплового баланса производится с точностью до четвертого знака, а в таблицу они вписываются с точностью до третьего знака. Расчет среднего суточного значения коэффициента турбулентности (k_1) производится с точностью до третьего знака, в таблицу он вписывается с точностью до второго знака. Средние суточные значения Δt , Δe , Δu и u_2 рассчитываются с точностью до сотых, а вписываются в таблицу с точностью до десятых.

§ 109. В графы «Сумма за сутки» и «Сумма за декаду» для первой, второй и третьей декады записываются соответствующие суммы составляющих теплового баланса, т. е. B , P , L и V , а также величина $(B-P)$. Для определения суммы за сутки соответствующая среднесуточная величина умножается на 1440, а для получения суммы за декаду сумма за сутки увеличивается в 10 раз. (для декад из 8, 9 и 11 дней — в 8, 9 или 11 раз).

Для определения сумм за сутки для месячных величин таблицы среднесуточная величина также умножается на 1440, а для определения суммы за месяц полученная здесь сумма за сутки умножается на число дней в соответствующем месяце.

§ 110. На последней странице ТМ-16 приводятся выборки градиентов Δt и Δe для градаций «ясно» и «пасмурно» в сроки 1 и 13 час. Градации «ясно» и «пасмурно» в срок 13 час определяются по знаку состояния диска солнца. К градации «ясно» относятся случаи, когда при пяти или при четырех из пяти отсчетов отмечен знак $\odot^2$, к градации «пасмурно» — случаи, когда при пяти или при четырех из пяти отсчетов отмечен знак П.

Градации «ясно» и «пасмурно» в срок 1 час определяются по количеству облаков. К градации «ясно» относятся случаи с количеством нижней облачности менее 3 баллов, к градации «пасмурно» — от 8 до 10 баллов.

Для каждой даты при наличии этих градаций в сроки 1 и 13 час выписываются значения Δt и Δe . В конце месяца подсчитывается месячная их сумма, число случаев и среднее значение.

Выборки для градаций «ясно» или «пасмурно» не производятся, если в течение месяца в сроки 1 или 13 час наблюдалось более 23 случаев одной или другой градации.

Под таблицей выборки выписываются абсолютные максимумы и минимумы Δt и Δe , а также даты и время, когда они наблюдались. Максимальные и минимальные значения выбираются из всех сроков наблюдений с учетом знака градиента. При этом под максимумом подразумевается наибольший из положительных градиентов, а при отсутствии положительных градиентов — наименьшее по абсолютной величине отрицательное значение Δt и Δe . За минимум при наличии отрицательных градиентов принимается наибольшее по абсолютной величине отрицательное значение, а при отсутствии отрицательных градиентов — наименьшая положительная величина.

§ 111. На последней странице ТМ-16 помещаются также результаты дополнительных наблюдений. В первые три строки вносятся наблюдения, относящиеся к одной дате, причем в первую из них помещаются параллельные наблюдения на основной установке и на расстоянии 10 м от нее, во вторую — на основной и на расстоянии 50 м от нее, в третью — на основной и на расстоянии 100 м от нее (если эти расстояния иные, то они указываются в соответствующей строке). В следующие шесть строк вписываются наблюдения за другие даты. В каждую из строк в соответствующие графы вносятся дата, время начала наблюдения, расстояние от основной установки до выносной точки, направление движения, состояние диска солнца, количество облаков, направление ветра. В графы «Температура почвы» и «Температура воздуха» вносятся результаты наблюдений за соответствующим элементом на уровнях 0,5 и 1,5 м на основной и на выносной площадке. В графы Δt и Δe вписываются разности температуры и упругости водяного пара между уровнями 0,5 и 1,5 м.

Далее вычисляются разности между температурами поверхности, а также между градиентами температуры и упругости водяного пара на основной и выносной точках. Например, для основной точки и выносной, расположенной на расстоянии 10 м от основной, эти разности определяются соотношениями: $\Delta T' = T_0 - T_{10}$ — для температуры почвы; $\Delta t' = \Delta t_0 - \Delta t_{10}$ — для

градиента температуры; $\Delta e' = \Delta e_0 - \Delta e_{10}$ — для градиента упругости водяного пара.

Так же вычисляются разности для выносных точек, расположенных на расстояниях 50 и 100 м от основной установки.

4. СОСТАВЛЕНИЕ ТАБЛИЦЫ ТМ-16а (зимней)

§ 112. Порядок заполнения титульного листа описан выше. Добавим, что в строке «Изменения в установке и замена приборов» должны быть записаны даты переустановки психрометров и анемометров на более высокие или низкие уровни в связи с изменением высоты снежного покрова.

На страницах таблицы и на вкладыше размещаются результаты наблюдений и их обработки. Данные за срок 1 час переносятся из книжки КМ-16 на вторую страницу таблицы и на одну из страниц вкладыша, а за срок 13 час — на третью страницу таблицы и на вторую страницу вкладыша.

В соответствующие графы записываются количество облаков, состояние диска солнца, радиационный баланс, высота снежного покрова, высота подвески психрометров, температура воздуха и упругость водяного пара на двух уровнях, градиенты температуры и упругость водяного пара $\Delta t'$ и $\Delta e'$ (последние заносятся в графу «Разность для слоя Δh »), направление ветра по флюгеру, скорость ветра на высотах 0,5 и 2,0 м и разности Δu , температура поверхности почвы или снега с точностью до целого градуса, атмосферные явления в срок наблюдения, характеристика погоды между сроками и шифр состояния деятельной поверхности на площадке.

Если градиентные наблюдения над температурой, влажностью воздуха и скоростью ветра были заменены наблюдениями в психрометрической будке, то эти данные помещаются со знаком *.

§ 113. Далее вычисляются и вписываются в соответствующие графы толщина слоя для каждого срока наблюдений Δh и разности Δt и Δe для стандартного слоя 150 см.

Толщина слоя Δh вычисляется как разность между верхним (h_1) и нижним (h_2) уровнями установки приборов. Для градиента скорости ветра толщина слоя остается стандартной, если наблюдения производятся в соответствии с указаниями настоящего Руководства.

Градиенты Δt и Δe получаются путем приведения измеренных при данной высоте подвески значений $\Delta t'$ и $\Delta e'$ к стандартному слою 150 см и вписываются в графу «Разность для слоя 150 см». В случае если измеренные при данной высоте подвески разности $\Delta t'$ и $\Delta e'$ соответствуют толщине слоя 150 см, они переписываются без приведения в графу «Разность для слоя 150 см».

Приведение производится по таблице приложения 6. На коэффициент, найденный в этой таблице, умножаются измеренные градиенты температуры и влажности.

Пример. Психрометры установлены на высотах 90 и 200 см над поверхностью земли. Высота снежного покрова $H = 63$ см. Тогда высота подвески нижнего психрометра над поверхностью снега $h_2 = 90$ см $- 63$ см $= 27$ см, а высота подвески верхнего психрометра $h_1 = 200 - 63 = 137$ см. На верхнем уровне температура воздуха $-14,1^\circ$, а на нижнем уровне $-14,6^\circ$, тогда $\Delta t' = -0,5^\circ$.

В таблице приложения 6 находим переводной коэффициент 0,80, с помощью которого получаем $\Delta t = -0,4$.

Примечание: переводной коэффициент находится на пересечении строки и графы, которые ближе всего подходят к значениям имеющихся высот h_1 и h_2 , т. е. в данном примере для верхнего уровня берем строку «140», а для нижнего уровня графу «25».

§ 114. Подсчитываются суммы, средние декадные и средние месячные значения общей и нижней облачности, радиационного баланса, высоты снежного покрова, толщины слоя, разностей Δt и Δe для стандартного слоя 150 см, скорости ветра на высоте 2,0 м, разности Δu и температуры поверхности почвы. Средние подсчитываются путем деления соответствующих сумм на число случаев.

Расчет средних декадных и средних месячных градиентов упругости водяного пара Δe производится только в тех случаях, когда определение этой величины проводилось семь и более раз за декаду или 21 и более раз за месяц.

Расчет среднего декадного значения Δu производится при любом числе случаев. Это значение характеризует шероховатость подстилающей поверхности.

Средняя высота снежного покрова вычисляется согласно правилам Наставления, вып. 3, ч. I.

На вкладыше помещаются таблицы выборок градиентов Δt и Δe для стандартного слоя в 150 см при градациях «ясно» и «пасмурно». Заполнение данной таблицы производится по правилам настоящего Руководства (§ 110) с той лишь разницей, что для срока 13 час к градации «ясно» относятся случаи, когда диск солнца при всех трех отсчетах отмечен знаком $\odot^2$, а к градации «пасмурно» — случаи, когда при всех отсчетах отмечен знак П. Здесь же помещаются выборки максимального и минимального градиентов Δt и Δe .

На последней странице ТМ-16а расположены таблицы, в которых приводятся результаты сравнения рабочих и запасных приборов с контрольным. Порядок заполнения этих таблиц описан в § 104—106.

5. СОСТАВЛЕНИЕ ОПИСАНИЯ ПЛОЩАДКИ

§ 115. Ежегодно в начале теплого времени года составляется описание площадки для градиентных наблюдений и окружающей местности и дается характеристика площадки с точки зрения открытости по отношению к странам света на расстоянии до 500 м, удаленности установок от ближайших препятствий, указываются размеры препятствий (в радиусе 200 м). Здесь же дается характеристика почвы на площадке (состав, объемный вес и удельная теплоемкость). Описание площадки прилагается к таблице ТМ-16 за один из месяцев (с марта по май). Ниже приводятся примеры описания площадок.

Станция Аскания-Нова

Площадка расположена на территории степного заповедника. Окружающая местность — целинная степь. Площадка ровная. На СЗ и С в 400 м — парк с искусственным озером, площадь озера 1 га; на СЗ, З и ЮЗ в 300—400 м — поселок, на З в 50 м — водонапорная башня с испарительным бассейном; на Ю в 100 м — дорога, в 200 м — дома высотой 7 м; на ЮВ в 50 м — служебный домик высотой 3 м. Почва — каштановый среднесуглинистый чернозем. Объемный вес — $1,10 \text{ г/см}^3$, удельная теплоемкость — $0,300 \text{ кал/г} \cdot \text{град}$.

Станция Беки-Бент

Окружающая местность — ровная, открытая; древесной растительности и постоянных водных объектов в районе станции нет. К С в 500 м — аул. Почва плотная, глинистая. Объемный вес — $1,44 \text{ г/см}^3$, удельная теплоемкость — $0,204 \text{ кал/г} \cdot \text{град}$.

Станция Николаевское

Площадка расположена на склоне возвышенности, имеющей небольшое понижение к С. В 100 м к С — шоссе, дорога, вдоль дороги — строения поселка (высота 5—6 м) с садами и огородами. К ЮЗ в 200 м — заболоченный лес высотой 10—15 м. К В в 80 м — узкая полоса кустарника, ширина полосы — 3—4 м, высота до 1,5 м. Вокруг площадки — поле с отдельными кустами. Почва — легкий суглинок. Объемный вес — $1,38 \text{ г/см}^3$, удельная теплоемкость — $0,200 \text{ кал/г} \cdot \text{град}$.

6. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НАБЛЮДЕНИЙ НА СТАНЦИИ

§ 116. Текущий контроль книжек КМ-16 на станции проводится ежедневно. Дежурный наблюдатель проверяет все вычисления, сделанные наблюдателем предшествующей смены.

По окончании месяца на станции производится полный контроль книжки. Этот контроль может выполняться только квалифицированным техником или начальником станции.

При контроле прежде всего необходимо проверить, правильно ли вносятся данные в книжку во время наблюдения. Кроме того, проверяется правильность: а) вычисления средних температур воздуха и поверхности почвы за каждый срок и введения поправок к ним; б) вычисления упругости водяного пара; в) вычисления скорости ветра; г) вычисления разностей температуры воздуха Δt , упругости водяного пара Δe и скорости ветра Δu ; д) шифровки направления ветра, состояния диска солнца и деятельной поверхности на площадке, атмосферных явлений; е) определения влажности почвы; ж) обработки результатов контрольных сравнений психрометров и анемометров; з) расчета высоты подвески психрометров в зимний период при снежном покрове.

Особенно тщательно следует проверить, соблюдены ли все правила заполнения строк: число, месяц и срок и графы «Величина, шифр», отчетливо ли поставлен знак — у отрицательных величин, на своих ли местах проставлены знаки $\times$ над соответствующими цифрами, правильно ли применяются знаки брака и знаки $=$.

§ 117. На станции производится технический контроль таблицы ТМ-16, заключающийся в проверке правильности выполнения следующих операций:

а) заполнения первой страницы таблицы и особенно графы «Состояние деятельной поверхности на площадке и вокруг нее (в радиусе 200 м)»; необходимо проверить, правильно ли сделана группировка периодов с одинаковым состоянием деятельной поверхности; б) переноса данных из книжки КМ-16 в таблицу ТМ-16; в) заполнения графы «Радиационный баланс»; г) вычисления средних декадных и средних месячных значений; д) заполнения таблицы «Влажность и объемная теплоемкость почвы»; е) заполнения сводной таблицы результатов наблюдений и вычисления всех величин в этой таблице; ж) составления таблицы выборки градиентов при градациях «ясно» и «пасмурно»; з) записи сведений о контрольном сравнении приборов, используемых на станции.

§ 118. Технический контроль таблицы ТМ-16а (зимней) включает операции, указанные в пунктах а, б, в, г, ж и з § 117. Дополнительно при проверке заполнения первой страницы таблицы следует обратить внимание на полноту и правильность данных в строке «Изменения в установке и замена приборов» при меняющейся высоте снежного покрова. Кроме того, необходимо проверить правильность вычисления высоты подвески психрометров, толщины слоя и градиентов Δt и Δe для стандартного слоя.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТУРБУЛЕНТНОСТИ

§ 119. Коэффициент турбулентности рассчитывается на станциях для двух целей: 1) для получения значений этой характеристики приземного слоя атмосферы в суточном и годовом ходе; 2) для использования при расчетах турбулентного потока тепла и затраты тепла на испарение.

Определение коэффициента турбулентности производится расчетом по методу теплового баланса или по методу теории турбулентности. В результате расчета получается значение коэффициента турбулентности на высоте 1 м (k_1) в $\text{м}^2/\text{сек}$ с точностью до сотых.

Расчет производится для каждого срока наблюдений (1, 7, 10, 13, 16 и 19 час) по средним декадным или средним месячным значениям необходимых исходных данных.

§ 120. Рабочая формула для расчета коэффициента турбулентности по методу теплового баланса получается из соотношений (1), (4), (6), (7) и имеет общий вид

$$k_1 = \frac{\ln \frac{z_2}{z_1}}{\rho c_p} \cdot \frac{B - P}{\Delta t + \frac{b}{c_p} \Delta e} \quad (8)$$

Так как градиентные наблюдения производятся на высотах $z_1 = 0,5$ м и $z_2 = 2,0$ м, то $\ln \frac{z_2}{z_1} = 1,38$. Плотность воздуха в приземном слое атмосферы можно считать близкой к ее значению при нормальных условиях, т. е. $\rho = 1,293 \cdot 10^{-3}$ г/см³, а теплоемкость воздуха при постоянном давлении принимается равной $c_p = 0,24$ кал/г · град.

Для станций, лежащих на небольших высотах над уровнем моря, среднее атмосферное давление отличается от стандартного (1000 мб) не более чем на ± 100 мб. Принимая скрытую теплоту парообразования воды равной 600 кал/г и используя (5), получим

$$\frac{b}{c_p} = 0,622 \frac{600}{0,24 \cdot 1000} = 1,56. \quad (9)$$

Рабочая формула для расчета k_1 на высоте 1 м ($z = 1$ м) методом теплового баланса имеет следующий вид:

$$k_1 = 0,74 \frac{B - P}{\Delta t + 1,56 \Delta e} \text{ м}^2/\text{сек}. \quad (10)$$

В формуле (10) B и P даются в кал/см²мин, а Δe в мб.

Если станции расположены в горных районах, где среднее атмосферное давление отличается от стандартного более чем на

± 100 мб, то постоянные коэффициенты в формуле (10) должны быть пересчитаны по соотношению (9) и с учетом изменения плотности воздуха.

§ 121. Расчет по методу теплового баланса производится только в случаях, когда $(B-P) > 0,10$ кал/см²мин, а $\Delta t > 0,1^\circ$ и $\Delta e > 0,1$ мб, т. е. когда разность между радиационным балансом и потоком тепла в почве положительна и соответствует 0,10 кал/см²мин или более, а градиенты температуры и влажности воздуха также положительны и соответствуют $0,1^\circ$ и 0,1 мб или более.

Для расчета k_1 методом теплового баланса (10) необходимо знать радиационный баланс, поток тепла в почве, градиенты температуры воздуха и влажности.

§ 122. Расчет коэффициента турбулентности методом теории турбулентности производится в случаях, когда $(B-P) \leq 0,10$ кал/см²мин. Для этого используется формула (11) и данные о градиентах температуры воздуха и скорости ветра

$$k_1 = 0,104 \Delta u \left(1 + 1,38 \frac{\Delta t}{\Delta u^2} \right) \text{ м}^2/\text{сек}, \quad (11)$$

где Δu — разность скоростей ветра на высотах 2,0 и 0,5 м; Δt — разность температур воздуха на высотах 0,5 и 2,0 м.

Расчет по формуле (11) производится только в тех случаях, когда $\Delta u > 0,2$ м/сек и когда сочетание Δt и Δu таково, что не получаются значения $k_1 < 0$, не имеющие физического смысла.

Если на станции нет двух анемометров и градиент скорости ветра не определяется, а измеряется только скорость на одной высоте 1 м, то для расчета коэффициента турбулентности на этой высоте используется формула

$$k_1 = 0,16 u_1 D \left(1 + 7,5 \frac{\Delta t}{u_1^2} \right) \text{ м}^2/\text{сек}, \quad (11a)$$

где Δt имеет прежнее значение; u_1 — скорость ветра на высоте 1 м; $D = \frac{1}{\ln \frac{1}{z_0}}$,

где z_0 — параметр шероховатости, выраженный в метрах.

Средние значения z_0 для разных видов деятельной поверхности приведены в приложении 7.

Расчет по формуле (11a) производится по данным о градиенте температуры и скорости ветра на высоте 1 м только в тех случаях, когда $u_1 > 1$ м/сек.

§ 123. Для упрощения расчетов k_1 в приложениях 8 и 9 приводятся вспомогательные таблицы.

Таблица приложения 8 служит для упрощения расчета k_1 методом теплового баланса. В ней приведены значения множителя

$$\alpha = \frac{0,74}{\Delta t + 1,56 \Delta e}$$

при разных Δt и $\Delta \epsilon$. С помощью этой таблицы расчет производится следующим образом:

а) по измеренным значениям Δt (верхняя строка) и $\Delta \epsilon$ (первая графа) находится значение α ;

б) полученное α умножается на соответствующую данному сроку величину $(B-P)$, что и дает искомое значение k_1 .

Пример. В некоторый срок измерены и получены значения: $B-P=0,35$ кал/см²мин; $\Delta t=0,2^\circ$ и $\Delta \epsilon=0,5$ мб. В приложении 8 значениям $\Delta t=0,2^\circ$ и $\Delta \epsilon=0,5$ мб соответствует $\alpha=0,755$. Следовательно, $k_1=\alpha(B-P)=0,755 \cdot 0,35=0,26$ м²/сек.

§ 124. Таблица приложения 9¹ служит для упрощения расчета методом теории турбулентности. Она используется при наличии данных Δt и Δu . В этой таблице для значений Δt от $-2,0$ до $2,0^\circ$ и значений Δu от $0,3$ до $3,5$ м/сек приведены значения k_1 в м²/сек.

Пример. В некоторый срок наблюдений измерены $\Delta t=0,2^\circ$ и $\Delta u=0,7$ м/сек. По этим данным в приложении 9 находим $k_1=0,10$ м²/сек.

Если $\Delta t < -2,0^\circ$ и $\Delta u < 1$ м/сек, то k_1 считается равным $0,00$ м²/сек.

§ 125. Результаты расчета k_1 помещаются в ТМ-16, в таблице «Результаты градиентных наблюдений и расчетов составляющих теплового баланса». Пример расчета k_1 приведен в табл. 9. В ней значения k_1 для сроков 7, 10, 13 и 16 час вычислены методом теплового баланса, а для сроков 1 и 19 час — методом теории турбулентности.

Таблица 9

Расчет k_1 по результатам наблюдений на ст. Воейково за третью декаду июля 1962 г.

Величина	Срок, час					
	1	7	10	13	16	19
B	-0,06	0,14	0,35	0,41	0,25	0,05
P	-0,04	0,03	0,08	0,06	-0,01	-0,05
$B-P$	-0,02	0,11	0,27	0,36	0,26	0,10
Δt	-0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0
$\Delta \epsilon$	-0,1	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4
Δu	0,7	1,0	0,8	1,2	1,0	0,7
u_2	1,4	2,1	3,0	3,5	3,6	2,3
k_1	0,03	0,07	0,24	0,27	0,23	0,07

¹ Таблица приложения 9 составлена по формуле, близкой к формуле (11), но при значениях коэффициента, отличающихся от 1,38.

РАСЧЕТ СОСТАВЛЯЮЩИХ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

§ 126. Расчет составляющих теплового баланса на станциях производится за каждый срок наблюдений (1, 7, 10, 13, 16, 19 час) по средним декадным и средним месячным значениям радиационного баланса, температуры на поверхности почвы и на глубинах, градиентов скорости ветра, температуры и влажности воздуха, влажности почвы.

В результате расчета определяются средние декадные и средние месячные значения для каждого срока и суммы за декаду и за месяц потока тепла в почве, турбулентного потока тепла и затраты тепла на испарение. В случае необходимости расчет потоков по этой же методике может проводиться и по значениям, осредненным за любой другой интервал, в том числе и по единичным значениям исходных величин для данного срока.

2. РАСЧЕТ ПОТОКА ТЕПЛА В ПОЧВЕ

§ 127. Средний поток тепла в почве за определенные интервалы времени рассчитывается по формуле (2). В соответствии с установленными для станций сроками наблюдений этот поток вычисляется днем (с 7 до 19 час) за трехчасовые, а ночью (с 19 до 7 час) — за шестичасовые интервалы, т. е. τ составляет 180 или 360 мин. Порядок определения объемной теплоемкости почвы указан в § 77—80.

§ 128. Величина S_1 вычисляется по формуле

$$S_1 = S_0 + S_5 + S_{10} + S_{15} + S_{20}, \quad (12)$$

где $S_0 = 20 \cdot 0,082 \Delta t_0$; $S_5 = 20 \cdot 0,333 \Delta t_5$; $S_{10} = 20 \cdot 0,175 \Delta t_{10}$; $S_{15} = 20 \cdot 0,156 \Delta t_{15}$; $S_{20} = 20 \cdot 0,004 \Delta t_{20}$.

Величины Δt_0 , Δt_5 , Δt_{10} , Δt_{15} и Δt_{20} представляют собою разности между соответствующими значениями температуры почвы в последующий и предыдущий сроки наблюдений. Например, Δt_0 — разность между температурой поверхности почвы в последующий и предыдущий сроки, Δt_5 — аналогичная разность между температурами на глубине 5 см и т. д.

В приложении 10 приведены произведения разности температур на численные коэффициенты, входящие в формулы для расчетов S_0 , S_5 , S_{10} , S_{15} и S_{20} .

Для нахождения S_1 надо выполнить следующие операции:

а) найти разности между значениями температур почвы в последующий и предыдущий сроки (Δt_0 , Δt_5 , Δt_{10} , Δt_{15} , Δt_{20});

б) с помощью приложения 10 найти произведения полученных разностей температур на соответствующие коэффициенты, т. е. найти величины S_0, S_5, S_{10}, S_{15} и S_{20} ;

в) сложить полученные произведения.

По этой схеме вычисляется S_1 между всеми сроками наблюдений, т. е. за интервалы 1—7, 7—10, 10—13, 13—16, 16—19 и 19—1 час.

Для вычисления S_1 за интервал 1—7 час используются температуры почвы за сроки 1 и 7 час; за интервал 7—10 час — температуры почвы за 7 и 10 час. Аналогично при вычислении величины S_1 для интервалов 10—13, 13—16 и 16—19 час используются соответственно значения температуры почвы за сроки 10 и 13, 13 и 16, 16 и 19 час. Среднее значение S_1 за интервал от 19 до 1 час вычисляется по данным температуры за 19 и 1 час.

§ 129. При определении потока тепла в почве за интервал 19—1 час по ежедневным данным расчет S_1 производится по температуре почвы в 19 час данных суток и в 1 час следующих суток.

При определении потока за этот же интервал по средним декадным и средним месячным значениям температуры почвы величина S_1 рассчитывается по средней температуре за 19 час данной декады или месяца, выписываемой из ТМ-16, и средней температуре за срок 1 час, рассчитываемой следующим образом:

а) при вычислении вышеуказанной температуры за первую декаду из декадной суммы за срок 1 час на каждой глубине вычитается соответствующее значение температуры за 1-е число и прибавляется значение температуры за 11-е число (например, декадная сумма за срок 1 час на глубине 5 см составляет 143,5, из этой суммы вычитаем значение температуры за 1-е (10,9) и прибавляем значение температуры за 11-е (16,0),

средняя температура за срок 1 час равна $\frac{143,5 - 10,9 + 16,0}{10} =$

$= 14,9$); аналогично при вычислении средней температуры за вторую декаду из декадной суммы вычитается значение температуры за 11-е число и прибавляется ее значение за 21-е число, для третьей декады — из суммы вычитается значение температуры за 21-е и прибавляется ее значение за 1-е число следующего месяца;

б) при вычислении средней температуры за месяц из месячной суммы температур за срок 1 час на каждой глубине вычитается ее значение за 1-е число данного месяца и прибавляется значение температуры за 1-е число следующего месяца.

Рассчитанные таким образом значения температуры за срок 1 час выписываются в бланк ТМ-16р (приложение 5) в строку «1», следующую за строкой «19» часов.

§ 130. Для расчета потока тепла в почве за данный интервал времени (P_1) полученное для этого интервала значение S_1

умножают на $\frac{c}{\tau}$. Множитель $\frac{c}{\tau}$ находится в таблице приложения 11 по объемной теплоемкости c и интервалу времени τ .

§ 131. Значения P_1 , рассчитанные по формуле (2), являются средними для интервалов 1—7, 7—10, 10—13, 13—16, 16—19 и 19—1 час. Для определения же потока тепла в почве непосредственно в сроки 1, 7, 10, 13, 16 и 19 час необходимо вычислить средние между потоками за два соседних интервала. Например, для срока 1 час $P = \frac{P_{1(19-1)} + P_{1(1-7)}}{2}$.

Здесь P — поток в срок 1 час; $P_{1(19-1)}$ и $P_{1(1-7)}$ — средние потоки для интервалов 19—1 и 1—7 час.

§ 132. Расчет потока тепла (P) в сроки наблюдений производится в специальном бланке ТМ-16р (приложение 5). Этот бланк имеет две страницы, на которых помещаются расчеты для трех декад и для месяца.

§ 133. Расчеты делаются в соответствии с примером, помещенным в табл. 10.

Таблица 10

Пример расчета потока тепла в почве по ст. Аскания-Нова за II декаду июня 1962 г.

Срок	Средняя температура почвы на глубинах, см				
	поверхность	5	10	15	20
1	14,3	19,3	20,9	21,4	21,5
7	20,4	18,9	19,1	19,7	20,1
10	34,1	26,2	21,1	20,3	20,1
13	39,5	29,9	25,0	22,2	21,1
16	33,4	28,7	25,6	23,6	22,2
19	21,8	24,8	24,6	23,9	23,0
1	15,6	21,6	23,5	24,5	24,6

Интервал времени, час	Разность температур (Δt) между сроками на глубинах, см				
	поверхность	5	10	15	20
7—1	6,1	—0,4	—1,8	—1,7	—1,4
10—7	13,7	7,3	2,0	0,6	0,0
13—10	5,4	3,7	3,9	1,9	1,0
16—13	—6,1	—1,2	0,6	1,4	1,1
19—16	—11,6	—3,9	—1,0	0,3	0,8
1—19	—6,2	—3,2	—1,1	0,6	1,6

Таблица 10а

Интервал времени, час	S_1	S_2	S_{10}	S_{12}	S_{20}	S_1	τ	$\frac{c}{t}$	P_1	Срок, час	P
19-1	—	—	—	—	—	-33,33	360	0,00178	-0,06	1	-0,04
1-7	10,00	-2,66	-6,30	-5,30	-0,11	-4,37	360	0,00178	-0,01	7	0,14
7-10	22,47	48,62	7,00	1,87	0,00	79,96	180	0,00356	0,28	10	0,24
10-13	8,86	24,64	13,65	5,93	0,08	53,16	180	0,00356	0,19	13	0,08
13-16	-10,00	-7,99	2,10	4,37	0,09	-11,43	180	0,00356	-0,04	16	-0,10
16-19	-19,02	-25,97	-3,50	0,94	0,06	-47,49	180	0,00356	-0,17	19	-0,12
19-1	-10,17	-21,31	-3,85	1,87	0,13	-33,33	360	0,00178	-0,06		

§ 134. По тем же данным о температуре почвы до глубины 20 см и о ее влажности более точно поток тепла можно рассчитать по формуле (3). При этом обычно принимается $H_1=20$ см и $H_2=10$ см, т. е. $H_1-H_2=10$ см. Кроме того, для расчета по этой формуле необходимо вычислить величину S_2 и коэффициент температуропроводности a .

Величина S_2 определяется по формулам:

$$S'_2 = 1,5 (\Delta t'_1 + \Delta t'_2) \text{ град/час} \quad (13)$$

или

$$S''_2 = 3,0 (\Delta t'_1 + \Delta t'_2) \text{ град/час}, \quad (14)$$

где $\Delta t'_1$ — разности между температурами почвы на глубинах 20 и 10 см в предыдущий срок наблюдений, $\Delta t'_2$ — разности между температурами на этих же глубинах в последующий срок наблюдений.

Формула (13) применяется при расчете за трехчасовые, формула (14) — за шестичасовые интервалы.

В табл. 11 дается пример расчета S_2 .

Таблица 11

Пример расчета S_2 по наблюдениям, проведенным через три часа

Срок, час	7	10	13
Температура на глубине:			
20 см	27,7	27,8	28,4
10 см	26,8	29,4	31,9
$\Delta t'_1 = t_{20} - t_{10}$	0,9	-1,6	-3,5
S_2	-1,0	-7,6	

§ 135. Коэффициент температуропроводности (a) характеризует скорость распространения температуры в почве. Он вычисляется по формуле

$$a = \frac{M}{N} \text{ см}^2/\text{час}, \quad (15)$$

где $M=26,67 (0,06\Delta' t_0 + \Delta' t_5 + 1,62\Delta' t_{10} + \Delta' t_{15} + 0,06\Delta' t_{20})$ град.см². Здесь $\Delta' t_0$, $\Delta' t_5$, $\Delta' t_{10}$, $\Delta' t_{15}$, $\Delta' t_{20}$ — разности между средними температурами на поверхности почвы и на глубинах 5, 10, 15 и 20 см в 19 и в 7 час за данные сутки, декаду или месяц в зависимости от того, для какого периода рассчитывается коэффициент температуропроводности. Величина M вычисляется по схеме, приведенной в табл. 12.

Знаменатель выражения (15) вычисляется по формуле

$$N = 6(0,5T_7 + T_{10} + T_{13} + T_{16} + 0,5T_{19}) \text{ град.час}, \quad (16)$$

величины, характеризующие распределение температуры почвы по данному сроку. Они вычисляются по температуре поверхности и температурам на глубинах 10 и 20 см по формуле

$$T = \frac{t_0 + t_{20}}{2} - t_{10},$$

где t_0 , t_{10} и t_{20} — температура поверхности почвы и температура на глубинах 10 и 20 см в данный срок. Величина T вычисляется по схеме, приведенной в табл. 13.

На точность расчета коэффициента температуропроводности влияют значения температуры, имевшие место в рассматриваемом интервале времени. Так, например, расчет этого коэффициента нельзя выполнять по приведенной формуле, если средняя разность между температурами в 7 и 19 час для всех глубин будет менее 1° .

§ 136. Пример расчета потока тепла в почве по данным станции Аскания-Нова за вторую декаду июня 1962 г. по полной формуле приведен в табл. 12—15.

Вычисление коэффициента температуропроводности

$$\alpha = \frac{M}{N} \text{ см}^2/\text{час}$$

Таблица 12

Вычисление значений M

Величина	Глубина, см				
	0	5	10	15	20
Температура:					
19 час	21,8	24,8	24,6	23,9	23,0
7 час	20,4	18,9	19,1	19,7	20,1
$\Delta' t_{19-7}$	1,4	5,9	5,5	4,2	2,9
Коэффициенты r_m	0,06	1,00	1,62	1,00	0,06
$r_m \Delta' t$	0,08	5,90	8,91	4,20	0,17

$$\Sigma r_m \Delta' t = 19,26; M = 26,67 \quad \Sigma r_m \Delta' t = 513,66 \text{ град} \cdot \text{см}^2$$

Таблица 13

Вычисление значений N

Величина	Сроки наблюдений				
	7	10	13	16	19
Температура поверхности почвы (t_0) . . .	20,4	34,1	39,5	33,4	21,8
Температура на глубине 20 см (t_{20})	20,1	20,1	21,1	22,2	23,0
$\frac{t_0 + t_{20}}{2}$	20,2	27,1	30,3	27,8	22,4
Температура на глубине 10 см (t_{10})	19,1	21,1	25,0	25,6	26,0
$T = \frac{t_0 + t_{20}}{2} - t_{10}$	1,1	6,0	5,3	2,2	—

$$N = 6 (0,6 + 6,0 + 5,3 + 2,2 - 1,1) = 78,00 \text{ град} \cdot \text{см}^2$$

По данным табл. 12 и 13

$$a = \frac{513,66}{78,00} = 6,6 \text{ см}^2/\text{час.}$$

При расчете потока тепла в почве по полной формуле все вычисления удобно располагать в порядке, указанном в табл. 15. В данном примере используются значения $\frac{c}{\tau}$ и S_1 , вычисленные для станции Аскания-Нова в табл. 10. Значения S_2 вычислены в табл. 14.

Таблица 14

Вычисление величины S_2

1-7 час	$3,0 \cdot [(21,5-20,9) + (20,1-19,1)] = 3,0 (0,6+1,0) = 4,80$
7-10	$1,5 \cdot [(20,1-19,1) + (20,1-21,1)] = 1,5 (1,0-1,0) = 0,00$
10-13	$1,5 \cdot [(20,1-21,1) + (21,1-25,0)] = 1,5 (-1,0-3,9) = -7,35$
13-16	$1,5 \cdot [(21,1-25,0) + (22,2-25,6)] = 1,5 (-3,9-3,4) = -10,95$
16-19	$1,5 \cdot [(22,2-25,6) + (23,0-24,6)] = 1,5 (-3,4-1,6) = -7,50$
19-1	$3,0 \cdot [(23,0-24,6) - (24,6-23,5)] = 3,0 (-1,6+1,1) = -1,50$

Таблица 15

Расчет потока тепла в почве по полной формуле

Элементы	Срок, час						
	19-1	1-7	7-10	10-13	13-16	16-19	19-1
$\frac{c}{\tau}$	—	0,00178	0,00356	0,00356	0,00356	0,00356	0,00178
S_2	—	4,80	0,00	-7,35	-10,95	-7,50	-1,50
S_1	—	-4,37	79,96	53,16	-11,43	-47,49	-33,33
$-\frac{a}{10} S_2$	—	-3,16	0,00	4,85	7,23	4,95	0,99
$S_1 - \frac{a}{10} S_2$	—	-7,53	79,96	58,01	-4,20	-42,54	-32,34
$P_1 = \frac{c}{\tau} (S_1 - \frac{a}{10} S_2)$	-0,06	-0,01	0,28	0,21	-0,02	-0,15	-0,06
P (в срок наблюдения)	-0,04	0,14	0,24	0,10	-0,08	-0,10	

3. РАСЧЕТ ТУРБУЛЕНТНОГО ПОТОКА ТЕПЛА

§ 137. Расчет турбулентного потока тепла на станциях производится по методу теплового баланса, дополняет его метод турбулентной диффузии.

Метод теплового баланса используется в случаях, когда $(B-P) \geq 0,10 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин.}$, а $\Delta t \geq 0,1$ и $\Delta e \geq 0,1 \text{ мб.}$, т. е. когда разность между радиационным балансом и потоком тепла в почве положительна и равна или больше $0,10 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин.}$ и

когда градиенты температуры и влажности по абсолютной величине равны или больше $0,1^\circ$ и $0,1$ мб.

Метод турбулентной диффузии используется, когда $(B-P) < 0,10$ кал/см² мин. Если $\Delta t = 0$, то $L = 0$; если $\Delta e = 0$, то $L = B - P$.

§ 138. Для расчета турбулентного потока тепла на станциях, расположенных на небольших высотах над уровнем моря, где средняя величина атмосферного давления отличается от нормального в пределах ± 100 мб, используются следующие расчетные формулы:

для метода теплового баланса

$$L = \frac{(B - P) \Delta t}{\Delta t + 1,56 \Delta e} \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}, \quad (17)$$

или, если обозначить

$$A = \frac{\Delta t}{\Delta t + 1,56 \Delta e},$$

то

$$L = A(B - P) \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}; \quad (18)$$

для метода турбулентной диффузии

$$L = 1,35 k_1 \Delta t \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}, \quad (19)$$

где B — радиационный баланс, P — поток тепла в почве в кал/см² мин; Δt и Δe — разности температуры и влажности воздуха на уровнях 0,5 и 2,0 м; k_1 — коэффициент турбулентности на высоте 1 м (м²/сек).

Примечание. Если станция расположена на высоте, где атмосферное давление отличается от нормального более, чем в пределах ± 100 мб, необходимо постоянные коэффициенты в формулах (17) и (19) пересчитать с учетом реального среднего атмосферного давления по формулам (20) и (21).

$$L = \frac{B - P}{1 + 0,622 \frac{Q' \Delta e}{c_p P_a \Delta t}}, \quad (20)$$

$$L = \rho c_p k_1 \frac{\Delta t}{\ln \frac{z_1}{z_2}}. \quad (21)$$

§ 139. Расчет турбулентного потока тепла производится по среднедекадным и среднемесячным исходным данным для каждого срока наблюдений (1, 7, 10, 13, 16 и 19 час). Для облегчения вычислений при расчете турбулентного потока тепла методом теплового баланса рекомендуется вспомогательная таблица (приложение 12), а для расчета методом турбулентной диффузии — другая вспомогательная таблица (приложение 14).

§ 140. Порядок вычисления турбулентного потока тепла методом теплового баланса при использовании приложения 12 состоит в выполнении следующих операций:

1) находится для данного срока разность $(B - P)$;
 2) в приложении 12 по градиенту температуры Δt (верхняя строка) и градиенту упругости водяного пара Δe (крайняя левая графа) находится значение A ;

3) умножая найденное значение A на соответствующее данному сроку значение $(B - P)$, получаем значение L .

Пример. По наблюдениям в какой-либо срок получено $B = 0,40 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$; $P = 0,08 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$, $\Delta t = 0,1^\circ$, $\Delta e = 0,4 \text{ мб}$.

Рассчитываем: 1) $B - P = 0,32 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$,

2) по $\Delta t = 0,1$ и $\Delta e = 0,4$ в приложении 12 находим $A = 0,14$;

3) $L = A(B - P) = 0,14 \cdot 0,32 = 0,04 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$.

§ 141. Расчет турбулентного потока тепла методом турбулентной диффузии заключается в том, что по градиенту температуры Δt и значению коэффициента турбулентности k_1 в приложении 14 находится значение L (порядок определения k_1 изложен в § 120—123).

Пример. В какой-либо срок наблюдений получено $\Delta t = 0,2^\circ$ и $k_1 = 0,14 \text{ м}^2/\text{сек}$.

В приложении 14 находим $L = 0,04 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$.

4. РАСЧЕТ ЗАТРАТ ТЕПЛА НА ИСПАРЕНИЕ

§ 142. Расчет затраты тепла на испарение на станциях заключается в нахождении этой величины как остаточного члена уравнения теплового баланса при известных значениях радиационного баланса, потока тепла в почве и турбулентного потока тепла

$$V = B - P - L. \quad (22)$$

§ 143. При необходимости значение V может быть получено также методом теплового баланса и методом турбулентной диффузии. Метод теплового баланса используется лишь при выполнении условия $(B - P) \geq 0,10 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$, а $\Delta t \geq 0,1^\circ$ и $\Delta e \geq 0,1 \text{ мб}$.¹

Метод турбулентной диффузии используется в случае, когда $(B - P) < 0,10 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$.

§ 144. Для станций, расположенных на небольших высотах над уровнем моря, где среднее атмосферное давление отличается от нормального не более, чем на $\pm 100 \text{ мб}$, расчет по методу теплового баланса проводится по формуле

$$V = \frac{(B - P) \Delta e}{\Delta e + 0,64 \Delta t} \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}. \quad (23)$$

¹ В некоторых случаях допускается расчет методом теплового баланса и при $\Delta t < 0,1^\circ$; эти исключения предусмотрены таблицей приложения 13.

Примечание. Если $\Delta t = 0$, то $V = B - P$, а если $\Delta e = 0$, то $V = 0$. По методу турбулентной диффузии

$$V = 2,1 k_1 \Delta e \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин.} \quad (24)$$

Если станция расположена на высоте, где среднее атмосферное давление отличается от нормального более, чем на ± 100 мм, то постоянные коэффициенты в формулах (23) и (24) необходимо пересчитать с учетом реального среднего атмосферного давления по формулам (25) и (26)

$$V = \frac{B - P}{1 + \frac{c_p}{Q'} \frac{P_a}{0,622} \frac{\Delta e}{\Delta t}} \quad (25)$$

$$V = k_1 \rho b \frac{\Delta e}{\ln \frac{z_2}{z_1}} \quad (26)$$

Для облегчения вычислений при расчете затрат тепла на испарение методом теплового баланса рекомендуется приложение 13, а для расчета методом турбулентной диффузии — приложение 14. Правила пользования ими аналогичны правилам, изложенным в § 140—141.

5. ПРИМЕР РАСЧЕТА ТУРБУЛЕНТНОГО ПОТОКА ТЕПЛА И ЗАТРАТЫ ТЕПЛА НА ИСПАРЕНИЕ

§ 145. Расчет турбулентного потока тепла и затраты тепла на испарение на станции производится в таблице «Результаты градиентных наблюдений и расчетов составляющих теплового баланса», помещенной в ТМ-16. Из соответствующих граф ТМ-16 и бланка для расчета P в эту таблицу выписываются средние за декаду (или месяц) значения B , P , Δt , Δe , Δu и u_2 для каждого срока наблюдений.

Значения B и P выписываются с точностью до сотых, а значения Δt , Δe и u_2 — с точностью до десятых.

§ 146. Пример заполнения таблицы «Результаты градиентных наблюдений и расчетов составляющих теплового баланса» для одной декады приведен в табл. 16 для наблюдений, выполненных в третьей декаде июня 1962 г. на ст. Аскания-Нова.

В табл. 16 средние декадные значения радиационного баланса B за отдельные сроки получены из фактических наблюдений. Поток тепла в почве P рассчитан по температуре и влажности почвы с использованием методики, изложенной в § 127—133. Значения Δt , Δe , Δu и u_2 выписаны из ТМ-16 для данной станции. Остальные значения в табл. 16 вычислены в следующем порядке: а) рассчитаны значения $B - P$ за каждый срок; б) определено, для каких сроков можно рассчитать L методом теплового баланса и для каких — методом турбулентной диффузии.

Таблица 16

Результаты градиентных наблюдений и расчетов составляющих теплового баланса на станции Аскания-Нова за третью декаду июня 1962 г.

Величина	Сроки, час						Средне-суточная	Сумма за сутки	Сумма за декаду
	1	7	10	13	16	19			
$B \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$	-0,08	0,19	0,70	0,70	0,45	0,02	0,251	361	3610
$P \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$	-0,07	0,11	0,22	0,11	-0,09	-0,15	0,005	7	70
$(B-P) \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$	-0,01	0,08	0,48	0,59	0,54	0,17	0,246	354	3540
Δt°	-0,5	0,1	0,7	0,8	0,7	-0,3	0,1	—	—
$\Delta e \text{ (мм)}$	0,0	0,4	0,6	0,7	0,6	0,2	0,4	—	—
$\Delta u \text{ м/сек}$	0,9	0,9	0,9	0,8	1,2	1,2	1,0	—	—
$u_2 \text{ м/сек}$	2,1	2,9	2,8	2,7	3,3	3,1	2,8	—	—
$k_1 \text{ м}^2/\text{сек}$	0,04	0,11	0,22	0,23	0,24	0,08	0,13	—	—
$L \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$	-0,03	0,02	0,21	0,25	0,23	-0,03	0,077	110	1100
$V \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$	0,02	0,06	0,27	0,34	0,31	0,20	0,169	243	2430

В примере, приведенном в табл. 16, условие $(B - P) > 0,10$ выполняется в сроки 10, 13, 16 и 19 час. Однако в срок 19 час не выполняется второе из условий, необходимых для использования метода теплового баланса, а именно не имеется положительного значения Δt . Следовательно, расчет L методом теплового баланса можно провести для сроков 10, 13 и 16 час. Методом турбулентной диффузии можно провести расчет в сроки 1, 7, 19 час, так как в эти сроки скорость ветра u_2 больше 1 м/сек;

в) рассчитан коэффициент турбулентности k_1 для всех сроков наблюдений, причем для сроков 1, 7 и 19 час по значениям Δu и Δt , т. е. по приложению 9, а для сроков 10, 13 и 16 час по приложению 8;

г) определены значения L методом теплового баланса в сроки 10, 13 и 16 час. Для этого использовано приложение 12, из которого по значениям Δt и Δe найдено A , а затем по A и $(B - P)$ — значение L ;

д) рассчитаны значения L методом турбулентной диффузии для сроков 1, 7, 19 час по приложению 14;

е) рассчитаны значения V как остаточные члены уравнения теплового баланса;

ж) проведен расчет средних суточных значений по методике, описанной в § 108;

з) определены суточные суммы потоков тепла с точностью до 1 кал умножением среднесуточных значений на число минут в сутках, т. е. на 1440, и декадные суммы с точностью до 10 кал умножением суточных сумм на 10.

Примечания:

1. При расчете среднесуточных значений потоков тепла и сумм за сутки и декаду допустимы невязки уравнения теплового баланса в пределах 3% от величины радиационного баланса. Так, в рассматриваемом примере при суточной сумме радиационного баланса $B = 361$ кал сумма потока тепла в почве, турбулентного потока тепла и затраты тепла на испарение составляет $P + L + V = 360$ кал. Но в данном случае допустимым можно было бы считать и расхождение в 11 калорий.

2. При пропуске данных за какой-либо срок среднесуточные значения и суммы не рассчитываются.

Глава VII

КОНТРОЛЬ МАТЕРИАЛОВ В ГМО

1. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ

НАБЛЮДЕНИИ В ГМО

§ 147. В ГМО ежемесячно производится сокращенный технический контроль книжек КМ-16. Цель его — установление правильности выполнения градиентных наблюдений и их обра-

ботки на станциях. При техническом контроле необходимо полностью проверить обработку наблюдений за десять дней на выборку. Кроме того, проверяется правильность заполнения строк: «месяц», «число», «срок», графы «Величина, шифр» и титульного листа («№ станции», «год»), а также правильность обработки наблюдений над влажностью почвы и всех расчетов, выполненных при проверке приборов.

§ 148. Полный технический контроль таблиц ТМ-16 в ГМО проводится один раз в три месяца и включает в себя все операции, указанные в § 116—117.

Ежемесячно в ГМО проводится сокращенный технический контроль. При сокращенном техническом контроле ТМ-16 (летней) проверяются:

1) полнота и точность сведений о состоянии деятельной поверхности на станции и в ее окрестностях;

2) правильность вычисления значений Δt , Δe и Δu за любые 10 дней;

3) правильность вычисления средних декадных и месячных величин Δt и Δe ;

4) вычисление средних декадных значений скорости ветра на высотах 0,5 и 2,0 м и разностей Δu ;

5) правильность вычисления влажности почвы, объемной теплоемкости, составляющих теплового баланса P , L и V , а также выполнение условий применимости расчетных формул;

6) правильность вычисления средних суточных значений всех величин, декадных и месячных сумм теплового баланса.

При сокращенном техническом контроле ТМ-16а (зимней) проверяется полнота и точность сведений о состоянии деятельной поверхности в окрестностях станции и сведений о переустановке приборов в связи с изменением высоты снежного покрова. За любые 10 дней контролируется правильность вычисления разностей Δt , Δe , Δu , высот установки приборов, толщин слоя, декадных и месячных средних значений.

В зависимости от качества работы станции сокращенный технический контроль таблиц ТМ-16 в ГМО можно видоизменять. Например, при хорошей работе станции можно не делать сложной проверки шифровки метеорологических данных, вычисления влажности и объемной теплоемкости почвы, составляющих теплового баланса и др.

2. КРИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МАТЕРИАЛОВ ГРАДИЕНТНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Основные правила подхода к критическому контролю

§ 149. Критический контроль таблиц ТМ-16 и ТМ-16а выполняется опытным инженером в ГМО. Замечания критического контроля помещаются на первой странице таблицы.

§ 150. Цель критического контроля материалов градиентных наблюдений — обнаружить недочеты в производстве наблюдений и в их обработке. Недочеты могут быть вызваны как неисправностью приборов и неправильностями их установки, так и ошибками при выполнении наблюдений и их обработке.

Ошибки и недочеты в наблюдениях и обработке, обнаруженные при критическом контроле, могут быть исправлены (заменены неисправные приборы, устранены неправильности их установки, исправлены неверные величины; например, просчеты и т. п.). Поэтому в ГМО материалы должны своевременно просматриваться и обо всех их недостатках следует сообщать на станцию, добиваясь, чтобы в дальнейшем подобные недочеты не повторялись.

Критический контроль материалов наблюдений заключается в просмотре наблюдений над температурой и влажностью воздуха, скоростью ветра и температурой почвы, в анализе вертикальных градиентов этих величин, а также анализе рассчитанных значений коэффициента турбулентности и составляющих теплового баланса. Так как составляющие теплового баланса рассчитываются по результатам наблюдений за вышеперечисленными метеорологическими элементами, то ошибки, допущенные при выполнении наблюдений, повлекут за собой соответствующие ошибки и в составляющих теплового баланса. Тщательный контроль материалов наблюдений исключает неточности в рассчитанных значениях составляющих теплового баланса.

При контроле материалов наблюдений над температурой и влажностью воздуха, скоростью ветра и температурой почвы необходимо учитывать закономерности суточного и годового хода этих величин, а также их связи с изменениями всего комплекса метеорологических элементов, наблюдаемых на данной станции (изменения радиационного баланса, облачности, выпадение осадков и др.).

Методы анализа наблюдений над температурой воздуха и почвы, влажностью воздуха, скоростью ветра подробно изложены в «Руководстве по первичной обработке материалов метеорологических наблюдений», 1957 г.

В настоящем Руководстве более подробно излагаются рекомендации по просмотру градиентов температуры воздуха и упругости водяного пара, градиентов скорости ветра, а также некоторые особенности просмотра температуры почвы под травостоем. Но если ограничиться только контролем указанных градиентов, то анализ будет неполным. Нужно обязательно просматривать также сами значения этих метеорологических элементов и их суточный ход. Такой анализ дает возможность не только выявить сомнительное значение градиента того или иного метеорологического элемента, но и объяснить, почему его

нужно считать сомнительным, а в некоторых случаях исправить это значение.

Критический контроль следует начинать с просмотра результатов сравнения приборов на станции. Затем надо ознакомиться с данными о состоянии деятельной поверхности на площадке и в окрестностях станции.

Контролируя материалы наблюдений за зимний период, надо обращать внимание на выполнение требований настоящего Руководства о переустановке приборов на другие высоты.

Критический контроль наблюдений над температурой почвы

§ 151. При критическом контроле наблюдений над температурой почвы могут быть обнаружены как систематические, так и случайные ошибки.

К числу систематических ошибок относятся: а) наблюдения по неправильно установленным термометрам (смещение термометров по глубине, затенение термометров ближайшими постройками или группой деревьев, плохой уход за площадкой, где установлены термометры и т. п.); б) наблюдения по неисправным термометрам (разрыв столбика ртути, загрязнение капилляра термометра, смещение шкалы).

К ошибкам случайного характера относятся неточные отсчеты и просчеты при наблюдениях по термометрам, ошибки в вычислениях суммарных и средних величин, описки и т. п.

Методы критического контроля основаны на учете общих закономерностей распределения температуры почвы на поверхности и глубине и на изменении этих закономерностей под влиянием погодных условий. Методы критического анализа материалов наблюдений над температурой почвы на глубинах под оголенной поверхностью и на самой оголенной поверхности изложены в «Руководстве по первичной обработке материалов метеорологических наблюдений», 1957 г. Они же могут быть использованы и при критическом просмотре материалов наблюдений над температурой почвы на глубинах под естественной поверхностью. Однако эти методы разработаны для контроля наблюдений над температурой специально обрабатываемой почвы, не покрытой растительностью, где ежегодная перекопка участка на глубину 25—30 см, постоянное рыхление почвы, прополка травы обуславливают однородность почвы в слое 0—20 см. Наличие же растительности и отсутствие специальной обработки площадки для установки почвенных термометров оказывают определенное влияние на характер изменения температуры почвы с глубиной. В естественных условиях почва значительно менее однородна. На различных глубинах встречаются разные виды почв, имеющие неодинаковую структуру и плотность, причем эти различия могут наблюдаться не только по глубине, но и

в горизонтальном направлении. Различное состояние растительного покрова над термометрами (например, над одним из термометров высохшая или редкая трава, над другим — еще зеленая или более густая) также может влиять на температуру почвы. На все эти факторы накладывается влияние условий погоды. В связи с этим изменение температуры почвы в естественных условиях происходит иначе, чем в специально обработанной почве, и поэтому распределение температуры почвы в естественных условиях не всегда подчиняется закономерностям, изложенным в «Руководстве по первичной обработке материалов метеорологических наблюдений». Особенно это касается изменения градиентов и разностей температуры почвы от срока к сроку, а также разностей между самими градиентами и вышеуказанными разностями.

Общие закономерности изменения температуры на поверхности почвы и распределения ее по глубине, а также методика критического анализа наблюдений над температурой почвы достаточно полно освещены в «Руководстве по первичной обработке материалов метеорологических наблюдений», 1957 г. Поэтому в настоящем Руководстве будет кратко сказано о факторах, влияющих на распространение тепла в почве, и о некоторых особенностях температурного режима почвы, покрытой естественным покровом, а также приведено несколько примеров критического просмотра материала наблюдений.

§ 152. Поток тепла в почве определяется теплофизическими характеристиками почвы и распределением ее температуры. К теплофизическим характеристикам относятся объемная теплоемкость (c) и коэффициент теплопроводности (λ) или коэффициент температуропроводности (a), который выражается через объемную теплоемкость и коэффициент теплопроводности ($a = \frac{\lambda}{c}$). Теплофизические характеристики почвы зависят от соотношения

отдельных составных частей почвы: от объема твердых частиц и объема пор воздуха, а также от количества воды и воздуха, заполняющих поры.

Теплопроводность твердых частиц и воды больше теплопроводности почвенного воздуха. Объемная теплоемкость воды также больше объемной теплоемкости воздуха. Поэтому влажные почвы обладают сравнительно большим коэффициентом теплопроводности и большой теплоемкостью, а для данной почвы с увеличением ее влажности растут коэффициент теплопроводности и теплоемкость. Влажные почвы медленнее нагреваются и охлаждаются, чем сухие. Суточные колебания температуры во влажной почве при прочих равных условиях меньше, чем в сухой, а изменение температуры между отдельными слоями также меньше, чем в сухой.

В почвах с малыми коэффициентами температуропроводности лучистая энергия поглощается и излучается в основном верхними слоями. Суточные и годовые колебания температуры в таких почвах затухают на меньших глубинах, чем в почве с более значительными коэффициентами температуропроводности.

На температурный режим почвы влияют также облачность и осадки. Наличие облачности сглаживает суточный ход температуры почвы на поверхности и на глубинах. В пасмурную погоду при прочих равных условиях температура почвы с глубиной изменяется меньше, чем в ясную.

Осадки также выравнивают температуру почвы на глубинах и уменьшают амплитуду суточных колебаний температуры как на глубинах, так и на поверхности почвы.

Растительный покров затеняет поверхность почвы, большая часть приходящей лучистой энергии поглощается растительным покровом, а не поверхностью почвы. Много тепла расходуется на испарение с поверхности растений. Часть тепла от почвы отнимается растениями и идет на создание растительной массы. В результате этих процессов приток тепла к самой почве значительно уменьшается. Ночью излучение происходит в основном с поверхности растительного покрова, что уменьшает расход тепла почвой.

Растительный покров влияет на суточный ход и на средние значения температуры почвы. В теплый период года в утренние часы почва, покрытая растительностью, прогревается медленнее, чем почва оголенная. Днем также температура почвы под растительным покровом ниже, чем температура оголенной почвы. В вечерние и ночные часы густой растительный покров предохраняет почву от выхолаживания, и температура почвы под растительным покровом выше, чем температура оголенной почвы. В ясные дни различия эти более резки, в пасмурную погоду и во влажных почвах они сглаживаются.

Среднесуточная температура почвы на глубине под растительным покровом летом ниже, чем температура оголенной почвы. Суточный ход и ход температуры ото дня ко дню на поверхности и на глубинах в почве под растительным покровом выражены слабее, чем в почвах с оголенной поверхностью.

Влияние растительности на температуру почвы зависит от мощности травостоя. Свежий густой растительный покров в летние месяцы резко понижает температуру почвы. Свежий, но редкий травостой оказывает на температуру почвы меньшее влияние. Почва, покрытая редкой высохшей травой, летом может быть теплее почвы с оголенной поверхностью. Такой несплошной сухой растительный покров вследствие большой сухости почвы и растений затрачивает мало тепла на испарение и способствует сильному прогреванию поверхности почвы и ниже лежащих слоев.

Поверхность снежного покрова обладает большим альбедо (отражает до 70—80% суммарной радиации) и большой излучательной способностью. Поэтому она может очень сильно охлаждаться. Температура поверхности снежного покрова бывает обычно ниже температуры поверхности почвы, не покрытой снегом.

§ 153. Критический контроль материалов наблюдений над температурой почвы начинают с просмотра средних декадных и средних месячных величин. При этом анализируются как ход температуры от срока к сроку на каждой глубине и на поверхности почвы (суточный ход), так и изменение ее по глубинам для каждого срока.

Прежде всего следует определить, правильно ли были установлены термометры по глубинам и исправны ли сами термометры. Это легче всего проверить по данным за 13 и 1 час.

При преобладании сухой и ясной погоды в течение декады (или месяца) средние декадные (месячные) температуры возрастают с глубиной в срок 1 час и убывают с глубиной в срок 13 час. Градиенты температуры почвы в эти сроки с увеличением глубины уменьшаются по абсолютной величине. Иногда

в ночной срок градиент убывает до нуля, а далее на некоторой глубине меняет знак и возрастает по абсолютной величине.

Рекомендуется также вычислять разности между температурами почвы в 13 и 7 час. Эти разности при отсутствии дефектов в наблюдениях плавно убывают с глубиной. Можно использовать также разности между температурами в 13 и 10 час, в 16 и 13 час, но в ходе этих разностей может быть излом ниже слоя 0—5 см.

Если в течение декады (месяца) было много дней с пасмурной или дождливой погодой, то описанный выше ход градиентов и разностей за декаду (месяц) может быть нарушен. В этом случае следует вычислить градиенты и разности по наблюдениям за несколько ясных дней.

Если ход градиентов с глубиной в 13 или в 1 час неравномерный, а разности между температурами в 13 и 7 час плавно убывают, то можно предполагать, что на одной из глубин температура почвы преуменьшена или преувеличена на одну и ту же величину. Это бывает в случаях смещения шкалы у термометров или разрыва столбика ртути.

Нарушение правильного хода градиентов и хода разностей между температурами в 13 и 7 час может вызываться неправильной установкой термометров по глубинам или наблюдениями по термометру с загрязненным (окисленным) капилляром.

Вспомогательные разности между температурами в 13 и 7 час и градиенты температуры можно вычислять на полях бланка ТМ-16р.

Анализ средних декадных и средних месячных значений температуры почвы удобнее всего проводить по бланку для вычисления потоков тепла в почве. Суточный ход анализируется по разностям температуры от срока к сроку, вычисляемым для каждой глубины и для поверхности почвы. Эти разности рассчитываются для определения потока тепла в почве и вписываются во вспомогательный бланк, как указано в § 133.

При контроле разностей температур между соседними сроками надо обращать внимание не только на характер изменения разностей температур с глубиной, но и на согласованность в изменении их по глубинам от одной декады к другой. Изменение температуры по глубине для каждого срока контролируется по градиентам, т. е. по изменению температуры на каждые 5 см глубины.

О закономерностях распределения разностей и градиентов по глубинам говорится в «Руководстве по первичной обработке материалов метеорологических наблюдений», 1957 г.

При анализе ежедневных данных следует использовать материалы метеорологических наблюдений на данной станции (отметки состояния диска солнца, значения радиационного баланса и температуры воздуха, облачность, атмосферные явле-

ния). При контроле ежедневных данных прослеживается суточный ход температуры на одной глубине и изменение ее от глубины к глубине. В сомнительных случаях полезно привлекать наблюдения над температурой почвы под оголенной поверхностью.

§ 154. Ниже приводятся примеры критического контроля материалов наблюдений над температурой почвы. Рассмотрим данные наблюдений на станции Аскания-Нова (табл. 17—20).

Таблица 17

Среднемесечные температуры почвы на ст. Аскания-Нова в июне 1959 г.

Срок, час	Температура почвы на глубине, см				
	поверхность	5	10	15	20
1	10,5	17,5	18,1	18,8	18,6
7	18,4	15,9	16,3	17,2	17,5
10	39,7	19,3	18,5	17,5	17,4
13	40,8	24,1	22,6	19,3	18,2
16	33,9	26,3	24,9	21,0	19,2
19	18,8	24,1	24,0	21,5	19,7

Таблица 18

Градиенты и разности среднемесечных температур почвы на ст. Аскания-Нова в июне 1959 г.

Градиенты			Разности	
Слой почвы, см	Срок, час		Глубина, см	Δt_{13-7}
	1	13		
0—5	—7,0	16,7	5	8,2
5—10	—0,6	1,5	10	6,3
10—15	—0,7	3,3	15	2,1
15—20	0,2	1,1	20	0,7

В таблицах приведены результаты наблюдений на этой станции за июнь 1959 г., а также значения градиентов в сроки 1 и 13 час и разностей между температурами почвы в 13 и 7 час.

Как видно из таблиц, градиенты в 1 и 13 час и разности неравномерно изменяются с глубиной. Градиенты не уменьшаются с глубиной, а наоборот, в слое 10—15 см в оба срока возрастают по абсолютной величине. Разность между температурами в 13

и 7 час в слое 5—10 см изменилась на 1,9°, а в слое 10—15 см — на 4,2°.

Таблица 19

Распределение температуры почвы по глубинам на ст. Аскания-Нова в ясные дни в 13 час в июне 1959 г.

Число	Температура почвы на глубине, см					Градиент температуры по слоям, см				Облачность
	поверхность	5	10	15	20	0—5	5—10	10—15	15—20	
9	53,2	26,4	24,0	20,0	18,8	26,8	2,4	4,0	1,2	0/0
10	54,8	27,3	25,0	21,0	19,7	27,5	2,3	4,0	1,3	3/1 Cl, Cu, Ac
22	49,2	28,5	26,4	23,0	21,7	20,7	2,1	3,4	1,3	0/0
23	46,0	27,4	25,9	22,8	21,7	18,6	1,5	3,1	1,1	2/2 Cu

Чтобы выяснить, не являются ли указанные особенности хода градиентов и разностей следствием неустойчивой или дождливой погоды, следует рассмотреть результаты наблюдений за несколько дней с устойчивой ясной погодой (табл. 19).

Из таблицы видно, что ход градиентов температуры в 13 час при ясной погоде тоже не является плавным. Поэтому можно предположить, что неравномерное изменение градиентов и разностей с глубиной в данном случае является результатом неправильной установки термометров (термометры были установлены выше 10 см и глубже 15 и 20 см).

Согласно указаниям «Руководства по первичной обработке материалов метеорологических наблюдений» 1957 г., результаты наблюдений на глубинах 10, 15 и 20 см за 1959 г. по ст. Аскания-Нова следует забраковать. Поток тепла в почве по таким данным вычислять не следует.

Для сравнения в табл. 20 приводятся для той же станции градиенты в 1 и 13 час и разности температур в 13 и 7 час в июне 1958 г., когда термометры были установлены правильно.

Рассмотрим наблюдения на ст. Душанбе за август 1959 г. (табл. 21—24).

Неравномерное изменение градиентов с глубиной (рост в слое 10—15 см) и разностей температур между сроками (в верхних слоях разности изменялись меньше, чем в слое 10—15 см) указывает на какой-то дефект в наблюдениях.

В отдельные дни распределение температур по глубинам и суточный ход температуры на некоторых глубинах также явно неправильны (табл. 23—24).

При внимательном рассмотрении табл. 23 увидим, что на глубине 5 см часто повторяются отсчеты 29,7—29,8°. При этом суточный ход температуры явно нарушен (3 и 4/VIII от 13 к

16 час и от 16 к 19 час, 5 и 10/VIII — к 7 и 10 час). На поверхности почвы 5 и 10/VIII в период 1—10 час наблюдаются значительные колебания температуры (от 19 до 43°), а на глубине 5 см в эти сроки отмечена одна и та же температура 29,8—29,7°. Колебания температуры на поверхности почвы должны были проникнуть и на глубину 5 см.

Таблица 20

Градиенты и разности среднесуточных температур почвы на ст. Аскания-Нова в июне 1958 г.

Градиенты			Разности	
Слой почвы, см	Срок, час		Глубина, см	Δt_{18-7}
	1	13		
0—5	—5,8	13,7	5	6,3
5—10	—1,1	2,2	10	3,4
10—15	—0,4	1,2	15	1,5
15—20	—0,1	0,7	20	0,4

Таблица 21

Среднесуточные температуры почвы на ст. Душанбе в августе 1959 г

Срок, час	Температура почвы на глубине, см				
	поверхность	5	10	15	20
1	20,5	29,1	29,2	30,2	31,1
7	24,8	26,3	26,3	28,1	29,1
10	42,0	30,0	28,4	28,3	28,5
13	44,8	36,1	34,0	30,0	29,9
16	38,8	37,7	35,2	32,8	31,2
19	27,4	34,2	34,0	32,4	31,3

Частое повторение одних и тех же отсчетов на глубине 5 см, в то время как по условиям погоды и по изменению температуры на соседних глубинах можно ожидать значительных колебаний в ее ходе, имеет место в случаях загрязнения капилляра у термометра. В данном примере наблюдатель принимает потемнение капилляра около деления 29,7—29,8° за конец столбика ртути.

При осмотре термометров на ст. Душанбе у всех термометров было обнаружено окисление капилляров. Из-за этой

Таблица 22

Градиенты и разности среднемесячных температур почвы на ст. Душанбе
в августе 1959 г.

Градиенты			Разности	
Слой почвы, см	Срок, час		Глубина, см	Δt_{13-7}
	1	13		
0—5	—8,6	8,7	5	9,8
5—10	—0,1	2,1	10	7,7
10—15	—1,0	4,0	15	1,9
15—20	—0,9	0,1	20	0,8

Таблица 23

Температура почвы на поверхности и глубине 5 см на ст. Душанбе
за отдельные дни в августе 1959 г.

Число	Глубина, см	Температура в сроки, час					
		1	7	10	13	16	19
3/VIII	Поверхность	20,8	25,2	43,4	46,5	40,2	29,6
	5	28,7	25,5	29,7	35,4	29,8	34,6
4/VIII	Поверхность	21,4	27,0	45,8	45,6	35,9	26,8
	5	29,7	26,8	30,7	35,9	29,8	31,6
5/VIII	Поверхность	23,2	27,6	43,0	45,2	34,4	29,4
	5	29,8	29,8	29,7	35,6	38,4	34,5
10/VIII	Поверхность	19,0	24,0	41,8	45,6	40,1	28,8
	5	29,7	29,8	29,7	35,1	38,0	34,4

Таблица 24

Температура почвы по глубинам на ст. Душанбе за отдельные дни
в августе 1959 г.

Число	Срок, час	Температура почвы на глубинах, см					Градиенты в слое, см			
		поверх- ность	5	10	15	20	0—5	5—10	10—15	15—20
3	16	40,2	29,8	35,1	33,1	30,7	10,4	—5,3	2,0	2,4
4	13	45,6	35,9	35,1	30,7	31,3	9,7	0,8	4,4	—0,6
4	16	39,0	29,8	35,4	33,2	31,3	9,2	—5,6	2,2	1,9
12	13	44,0	35,1	35,0	30,3	31,2	8,9	0,1	4,7	—0,9
16	13	45,6	35,0	35,1	30,6	31,3	10,6	—0,1	4,5	—0,7
17	1	18,1	29,8	28,5	30,1	31,3	—11,7	1,3	—1,6	—1,2
25	1	22,5	29,7	35,1	30,4	31,3	—7,2	—5,4	4,7	—0,9

неисправности ход измеренных значений температуры почвы по глубинам в отдельные дни получился неплавным (табл. 24). Данные по этой станции следует забраковать.

Таблица 25

Среднедекадные температуры почвы на ст. Павелец в июле 1961 г

Декада	Срок, час	Температура почвы на глубинах, см					Градиенты температуры в 13 час по слоям, см			
		поверх- ность	5	10	15	20	0-5	5-10	10-15	15-20
I	10	32,0	20,8	19,1	18,0	18,2	—	—	—	—
	13	37,7	25,1	22,2	19,2	18,5	12,6	2,9	3,0	0,7
	16	33,4	25,4	23,2	20,3	19,1	—	—	—	—
	19	21,6	23,4	22,8	20,8	20,5	—	—	—	—
II	10	29,8	20,0	18,8	17,9	17,9	—	—	—	—
	13	34,0	23,6	20,9	18,8	18,2	10,4	2,7	2,1	0,6
	16	31,5	25,3	22,5	19,8	18,8	—	—	—	—
	19	21,7	23,2	21,8	20,0	19,0	—	—	—	—
III	10	35,1	21,8	19,8	18,8	18,6	—	—	—	—
	13	41,0	26,4	23,4	20,0	19,0	14,6	3,0	3,4	1,0
	16	36,1	28,4	25,0	19,8	21,4	—	—	—	—
	19	23,7	26,4	24,7	21,9	20,3	—	—	—	—

Таблица 26

Разности температуры почвы за соседние сроки на ст. Павелец в июле 1962 г.

Декада	Срок, час	Разности температуры на глубинах, см					Разности температуры на глубинах, см				
		поверх- ность	5	10	15	20	поверх- ность	5	10	15	20
До исправления											
I	13—10	5,7	4,3	3,1	1,2	0,3	5,7	3,8	2,6	1,2	0,3
	16—13	-4,3	0,3	1,0	1,1	0,6	-4,3	1,3	1,5	1,1	0,6
	19—16	-11,8	-2,0	-0,4	0,5	1,4	-11,8	-2,4	-0,4	0,5	0,4
II	13—10	4,2	3,6	2,1	0,9	0,3					
	16—13	-2,5	1,7	1,6	1,0	0,6					
	19—16	-9,8	-2,1	-0,7	0,2	0,2					
Остались без изменения											
III	13—10	5,9	4,6	3,6	1,2	0,4	-5,9	4,6	3,1	1,2	0,4
	16—13	-4,9	2,0	1,6	-0,2	2,4	-4,9	2,0	2,1	1,4	0,8
	19—16	-12,4	-2,0	-0,3	2,1	-1,1	-12,4	-2,0	-0,3	0,5	0,5

Рассмотрим еще наблюдения над температурой почвы за июль 1961 г. на ст. Павелец. В табл. 25—26 приведены средние декадные температуры почвы в сроки 10, 13, 16 и 19 час, разности между температурами за соседние сроки на каждой глубине и градиенты температуры почвы в 13 час.

Как видно из табл. 25, ход градиентов в 13 час по декадам различен. Если во второй декаде его можно считать правильным, то в первой и особенно в третьей декаде ход градиентов явно нарушен.

При анализе разностей между средними декадными температурами почвы за соседние сроки (табл. 26) замечаем: а) разность температур в 16 и 13 час на глубине 5 см в первую декаду мала; б) знак этой разности на глубине 15 см и значения ее на глубинах 15 и 20 см в третьей декаде сомнительны; в) разность температур в 19 и 16 час в первой декаде на глубине 20 см велика; г) ход этой разности в третьей декаде на глубинах 15 и 20 см нарушен.

При детальном просмотре материалов ежедневных наблюдений (табл. 27) выявляются просчеты, допущенные при наблюдениях по термометрам. (В таблице над неправильной величиной записана правильная величина).

Таблица 27

Температура почвы по глубинам на ст. Павелец в июне 1961 г.

Число	Срок, час	Температура почвы на глубинах, см				
		поверхность	5	10	15	20
2	13	37,5	23,3 28,3 24,1	19,9	17,7	17,3
	16	33,1	19,1	21,6 23,6	18,8	17,8
5	13	47,6	27,9	28,6	20,2	19,1 21,9
6	19	27,4	29,8	27,5 24,3	23,9	31,9
29	13	50,9	29,6	29,3	20,5	19,2

При измерении температуры на глубине 5 см 2/VI в 13 час, вероятно, допущен просчет. Такого резкого изменения температуры (на 8,4°) при переходе от глубины 5 см к глубине 10 см на данной станции не должно наблюдаться (обычно это изменение составляет 4—5°). Величина 19,1° в 16 час на глубине 5 см искажает закономерный ход температуры по глубинам и суточный ход на данной глубине. Здесь, очевидно, также допущен просчет.

На основании аналогичных рассуждений признаны ошибочными и исправлены температуры почвы и за другие дни, например, за 5, 6 и 29/VI.

Кроме того, в таблицу были неправильно занесены данные о температуре почвы за третью декаду в 16 час. В графу «Температура почвы на глубине 15 см» занесены температуры почвы на глубине 20 см, и наоборот.

После исправления соответствующих средних значений изменились значения и ход разностей (табл. 26), а также значения и ход градиентов в 13 час (табл. 28).

Таблица 28

Среднедекадные градиенты температуры почвы на ст. Павелец
в 13 час в июле 1962 г.

Слой, см	Декада		
	I	II	III
0—5	12,6	10,4	14,6
5—10	3,4	2,7	3,5
10—15	2,5	2,1	2,9
15—20	0,7	0,6	1,0

Ход градиентов на ст. Павелец не является строго равномерным. Разность между градиентами в слое 5—10 и 10—15 см меньше, чем разность между градиентами в слоях 10—15 и 15—20 см. В естественных условиях такой ход возможен. В таких случаях надо дать на станцию указание о проверке глубин установки термометров, чтобы убедиться, что они установлены правильно. В данном случае можно вычислять потоки тепла в почве.

§ 155. После анализа наблюдений над температурой почвы следует сделать технический обзор результатов вычисления потока тепла в почве. Цель технического обзора — выявить грубые ошибки, допущенные при расчетах. При проведении технического обзора следует учитывать закономерности суточного хода интенсивности и знака потока тепла в почве. В дневные часы ход потока тепла в почве следует за ходом солнечной радиации. Время утреннего перехода потока тепла в почве через ноль почти совпадает с временем перехода радиационного баланса через ноль в утренние часы. В послеполуденные же часы знак потока тепла в почве меняется заметно раньше, чем знак радиационного баланса. Наибольший положительный поток наблюдается около 10—13 час, отрицательный — около 19 час. В табл. 29 приводятся характерные значения потока тепла в почве на различных широтах.

Таблица 29

Характерные значения потока тепла в почве ($\text{кал/см}^2\text{мин}$) в разные часы суток в различных районах СССР

Месяц	Час					
	1	7	10	13	16	19

Северо-Запад ЕТС

Май	-0,04	0,07	0,12	0,08	-0,02	-0,06
Июнь	-0,03	0,04	0,08	0,06	-0,02	-0,06
Октябрь	-0,02	0,00	0,03	0,03	-0,02	-0,02

Юг ЕТС

Апрель	-0,05	0,07	0,13	0,10	-0,02	-0,07
Июнь	-0,06	0,10	0,16	0,10	-0,02	-0,09
Октябрь	-0,06	0,05	0,11	0,07	-0,04	-0,08

Закавказье

Апрель	-0,04	0,09	0,14	0,08	-0,03	-0,09
Июнь	-0,04	0,08	0,12	0,06	-0,02	-0,07
Октябрь	-0,02	0,02	0,04	0,03	-0,02	-0,04

Восточная Сибирь

Май	-0,04	0,07	0,15	0,09	-0,03	-0,07
Июнь	-0,05	0,05	0,12	0,08	-0,02	-0,08
Сентябрь	-0,04	0,03	0,10	0,08	-0,02	-0,07

Пустыня Средней Азии

Апрель	-0,06	0,08	0,16	0,10	-0,02	-0,10
Июнь	-0,08	0,06	0,17	0,11	-0,04	-0,12
Октябрь	-0,04	0,05	0,11	0,05	-0,06	-0,08

Технический обзор проводится по бланку ТМ-16р (вычисление потока тепла в почве). Прежде всего следует проверить правильность вычисления разностей температуры почвы между сроками на каждой глубине.

Далее при техническом обзоре следует проверить:

а) согласуются ли между собою S_i для данного интервала времени для всех декад и месяцев;

б) соответствует ли знак P_1 (между сроками) величине S_1 ;

в) согласуются ли между собой знаки P для данного срока во все декады и месяцы и может ли P иметь такой знак в данный срок (учитывая особенности суточного хода потока тепла в почве на данной станции);

г) нет ли величин, выделяющихся из общего хода очень большим или очень малым значением.

Значения S_1 , P_1 и P на ст. Павелец за август 1961 г.

Интервалы времени, час	S ₁						P ₁						Срок, час	P					
	декада			месц	декада			месц	декада			месц							
	I	II	III		I	II	III		I	II	III								
19—1	—	—	—	—	—0,08	—0,04	—0,04	—0,05	1	—0,06	—0,03	—0,02	—0,04						
1—7	—22,04	—18,65	—5,90	—22,42	—0,03	—0,02	—0,01	—0,03	7	0,04 —0,06	0,04	0,02	0,03						
7—10	47,89	39,82	22,09	40,24	0,10 —0,10	0,09	0,05	0,09	10	0,12 0,02	0,09	0,06	0,09						
10—13	56,88	41,23	28,53	42,96	0,13	0,09	0,07	0,09	13	0,08	0,05	0,04 0,09	0,05						
13—16	16,49	4,15	4,34	6,05	0,02	0,01	0,01 0,11	0,01	16	—0,03	—0,02	—0,02	—0,02						
16—19	—32,81	—26,77	—20,31	—25,07	—0,08	—0,06	—0,05	—0,06	19	—0,08	—0,05	—0,04	—0,06						
19—1	—66,53	—39,77	—28,74	—41,72	—0,08	—0,04	—0,04	—0,05											

Значения S_1 , P_1 и P на ст. Душанбе за апрель 1962 г.

Интервал, час	S ₁			P ₁			Срок, час	P		
	декада			декада				декада		
	I	II	III	I	II	III		I	II	III
19-1	—	—	—	—0,04	—0,08	—0,07	1	—0,03	—0,06	—0,06
1-7	—14,12	—29,29	—36,98	—0,02	—0,03	—0,04	7	0,02	0,02	0,04
7-10	29,39	37,60	58,20	0,06	0,08	0,12	10	0,10	0,06	0,15
10-13	71,56	88,47 17,60	90,06	0,14	0,17 0,04	0,18	13	0,08	0,12 0,14	0,11
13-16	8,88	38,02 119,07	18,17	0,02	0,08 0,24	0,04	16	—0,04	—0,02 0,06	—0,04 0,08
16-19	—50,54	—58,79	—61,18	—0,10	—0,12	—0,12	19	—0,07	—0,10	—0,10 0,02
19-1	45,17	—76,09	—68,25	—0,04	—0,08	—0,07				

Во всех сомнительных случаях следует сделать проверку соответствующих вычислений.

Для примера рассмотрим данные ст. Павелец за август 1961 г. Для этой станции в табл. 30 приведены значения S_1 , P_1 и P . Значения S_1 в этой таблице особых сомнений не вызывают. Значение P_1 для интервала 7—10 час в первой декаде имеет отрицательный знак, в то время как во второй и третьей декадах и за месяц эта величина имеет положительный знак. Кроме того, в третьей декаде в интервале 13—16 час P_1 завышено. Поток тепла в почве в 7 час в первой декаде имеет отрицательный знак, в то время как во второй и в третьей декаде и за месяц — положительный. Поток тепла в почве в 10 час в первой декаде занижен, в 13 час в третьей декаде завышен, а в 16 час имеет противоположный знак по сравнению с потоками в первой и второй декадах и за месяц.

При проверке выяснилось следующее: а) у величины P_1 в первой декаде для интервала 7—10 час неправильно проставлен знак (S_1 имеет положительный знак); б) величина P_1 для интервала 13—16 час в третьей декаде неправильно вычислена, правильная величина 0,01. Соответственно следует исправить и величины P . (Исправленные величины в табл. 30 поставлены над неправильными.)

После соответствующих исправлений ход и знаки S_1 , P_1 и P сомнений не вызывают.

Рассмотрим еще данные для ст. Душанбе. В табл. 31 приведены значения S_1 , P_1 и P за первую, вторую и третью декады апреля 1962 г.

Из табл. 31 видно, что значения S_1 в интервалах 10—13 и 13—16 час во вторую декаду не согласуются со значениями этой величины в другие декады. То же относится к значениям P . Кроме того, знаки P_1 в третью декаду в интервале 16—19 час и P в срок 19 час вызывают сомнение.

После проверки оказалось, что из-за ошибки в значении температуры почвы в 13 час были неправильно вычислены значения S_1 для интервалов 10—13 и 13—16 час, а у значения P_1 в третью декаду был неправильно поставлен знак. После внесения соответствующих исправлений ход указанных величин сомнений не вызывает. (В табл. 31 правильные величины поставлены над неправильными.)

Критический контроль градиентов температуры и влажности воздуха

§ 156. Критический контроль градиентов температуры воздуха и упругости водяного пара¹ основан на учете физических закономерностей, свойственных этим величинам.

¹ В этом разделе градиент упругости водяного пара будет называться градиентом влажности.

Вертикальное распределение температуры в приземном слое атмосферы обуславливается теплообменом между деятельной поверхностью и воздухом. В теплый период года деятельная поверхность днем поглощает большое количество лучистой энергии и превращает ее в тепло. Тепло от нагретой поверхности передается прилегающим к ней слоям воздуха и благодаря турбулентному перемешиванию распространяется также в более высокие слои. Ночью деятельная поверхность охлаждается, что приводит к выхолаживанию прилегающего к ней слоя атмосферы. Это охлаждение постепенно передается и в более высокие слои, но значительно медленнее, чем днем, так как ночью турбулентное перемешивание ослаблено.

Следовательно, днем в теплый период года в ясную погоду ниже лежащие слои воздуха теплее выше лежащих, т. е. температура с высотой падает. Ночью, наоборот, температура растет с высотой, т. е. наблюдается инверсия. Отсюда следует, что и градиенты температуры воздуха в теплый период года при ясной погоде должны быть положительными днем и отрицательными ночью (при обычно принятом направлении осей).

Переход градиента температуры через ноль связан с изменением знака радиационного баланса и в среднем происходит утром и вечером при высотах солнца $10-15^\circ$. Но в отдельные дни возможны отклонения, которые, например над увлажненными поверхностями, обуславливаются существенными затратами тепла на испарение. Над сухими же поверхностями, т. е. при малых затратах тепла на испарение, инверсия температуры может вечером наступить позже, а утром разрушиться раньше. Запоздывание в разрушении инверсии утром может быть обусловлено затратой поглощаемого тепла на испарение осадков, выпавших ночью или вечером предыдущих суток, а также испарением обильной росы. Кроме того, запоздывание в разрушении инверсии бывает связано с облачностью, особенно когда после ясной ночи к утру появляется значительная облачность.

Водяной пар поступает в воздух в результате испарения с подстилающей поверхности, причем чем более увлажнена поверхность и чем больше она поглощает тепла, тем больше может быть и испарение. Вследствие этого в теплый период года в дневные часы можно ожидать убывания влажности воздуха с высотой.

Ночью испарение отсутствует и в результате сильного охлаждения нижних слоев атмосферы может наблюдаться конденсация водяного пара и выпадение его в виде росы. Поэтому в ночные часы содержание водяного пара в самом нижнем слое атмосферы уменьшается и наблюдается инверсия влажности. Следовательно, в теплый период года при ясной погоде градиенты влажности воздуха должны быть положительными днем и отрицательными ночью.

Переход градиента влажности воздуха через ноль прежде всего связан с переменной знака радиационного баланса и для умеренно увлажненных поверхностей в утренний срок в основном определяется этой переменной. Однако в ряде случаев, особенно для сильно увлажненных поверхностей, положительные градиенты влажности могут иметь место и при отрицательных значениях радиационного баланса, т. е. может отмечаться значительное смещение времени смены знака градиента, а иногда этот знак вообще не меняется в течение суток (например, над сильно орошенными или водными поверхностями).

§ 157. Отклонения от описанного выше распределения температуры и влажности воздуха с высотой могут быть связаны со следующими обстоятельствами:

1) в пасмурную погоду как днем, так и ночью изменения температуры и влажности воздуха с высотой, а также градиенты этих величин выражены менее резко в связи с небольшим радиационным балансом. По этой же причине суточный ход температуры и влажности воздуха, а также и их градиентов сглажен;

2) сильный ветер вызывает интенсивное перемешивание воздуха и при-

водит к выравниванию температуры и влажности, т. е. к уменьшению градиентов этих величин;

3) при слабом ветре, когда ослаблено перемешивание воздуха, над сухой подстилающей поверхностью в теплый период года днем могут наблюдаться очень большие (до $2-3^{\circ}$) положительные градиенты температуры, а ночью, соответственно, глубокие инверсии. При этих же условиях, но над сильно увлажненной поверхностью, могут иметь место большие (до нескольких мб) градиенты влажности;

4) над сильно увлажненной или водной поверхностью градиент температуры днем в теплый период года и в ясную погоду мал по абсолютной величине и может даже иметь отрицательный знак, тогда как градиент влажности может быть большим. Это объясняется тем, что вследствие больших затрат тепла на испарение с деятельной поверхности она, а следовательно, и нижний слой атмосферы могут быть холоднее выше лежащих слоев;

5) в случае когда наблюдения проводятся на защищенных площадках (вблизи лесной полосы, населенного пункта, отдельных домов, деревьев и других препятствий) или над неоднородными поверхностями (на площадке травяной покров, а вокруг пашни и т. п.) возможны различные нарушения в ходе градиентов температуры, влажности воздуха и скорости ветра.

Например: а) при ветре со стороны лесной полосы или близко расположенных деревьев на площадку со свежим травостоем градиент влажности может быть уменьшен за счет притока водяного пара в верхние слои благодаря испарению с крои деревьев; б) при ветре со стороны пашни на площадку, покрытую травой, может наблюдаться уменьшение градиента температуры за счет горизонтального притока тепла со стороны более прогреваемой пашни и увеличение градиента влажности, так как на пашне меньше испарение и с нее приходит более сухой воздух; в) близко расположенные водные объекты могут днем уменьшать градиенты влажности и увеличивать градиенты температуры. Наоборот, если площадка более сухая, чем окружающая поверхность (например, в засушливых районах вокруг площадки поливные огороды или водные объекты), то за счет натекания более влажного и более холодного воздуха днем может наблюдаться инверсия влажности и увеличение градиента температуры.

§ 158. Зимой градиенты температуры и влажности воздуха невелики по абсолютной величине, что определяется малыми значениями радиационного баланса. Знак градиента температуры в зимнее время также связан со знаком радиационного баланса и бывает преимущественно отрицательным. При слабом ветре и небольшом количестве облаков инверсионные градиенты температуры могут составлять 1° и больше; при значительном ветре или пасмурной погоде градиенты температуры близки к нулю.

Градиенты влажности воздуха зимой над сухими снежными и замерзшими поверхностями близки к нулю. Над влажными же поверхностями, особенно в период весеннего снеготаяния, они могут достигать заметной величины. Для иллюстрации описанных закономерностей на рис. 5 приведены характерные примеры суточного хода градиентов температуры и влажности воздуха в некоторых районах.

§ 159. Критический контроль градиентов температуры и влажности воздуха проводится по ТМ-16 путем просмотра ежедневных данных за один и тот же срок. Точность измерения градиентов составляет не более $0,2^{\circ}$ или $0,2$ мб, поэтому даже при совершенно одинаковых условиях вполне возможно расхождение полученных величин в $0,2$ и несколько больше.

При критическом контроле градиентов температуры и влажности воздуха прежде всего обращается внимание на абсолютную величину и знак градиента. Определяется соответствие

этих величин их средним значениям. При существенных отклонениях от средних рекомендуется рассмотреть суточный ход этих величин и учесть состояние погоды и имеющиеся значения радиационного баланса. При невозможности объяснения того или иного значения градиента погодными условиями необходимо просмотреть книжку наблюдений за этот срок и

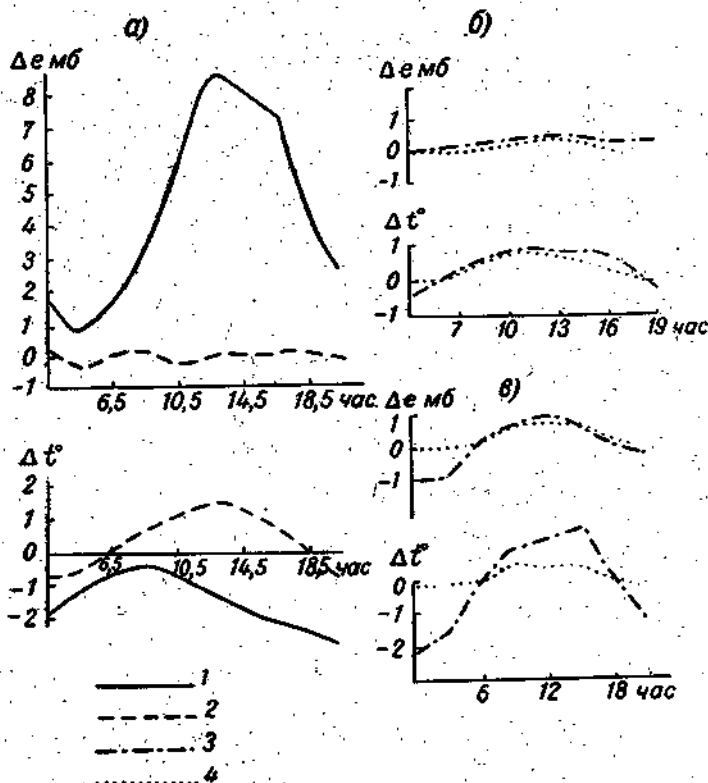


Рис. 5. Суточный ход градиентов температуры и влажности воздуха.

а) Средняя Азия, б) Украина, в) Северо-Запад ЕТС. 1 — орошаемое поле; 2 — полупустыня; 3 — ясно; 4 — пасмурно.

обратить внимание на соответствие всех отсчетов между собой. При этом могут быть обнаружены просчеты в температурах по сухому или смоченному термометрам. Сомнительные градиенты температуры при невозможности их исправления подчеркиваются волнистой линией.

§ 160. Основным вспомогательным показателем при проведении критического контроля градиентов температуры и влажности воздуха служит радиационный баланс. Значение радиационного баланса при учете скорости ветра и состояния поверх-

ности — достаточный критерий для оценки градиентов температуры и влажности воздуха. Некоторым затруднением является лишь то обстоятельство, что измерения радиационного баланса и градиентные наблюдения производятся не синхронно, а со смещением сроков. Поэтому при переменной облачности использование радиационного баланса в некоторых случаях затруднительно и должно дополняться рассмотрением интенсивности солнечного сияния и количества облачности при градиентных наблюдениях. В условиях же устойчивого состояния (при ясной или пасмурной погоде) знание радиационного баланса может оказать существенную помощь при критическом контроле.

Для общей ориентировки в градиентах температуры воздуха приводится табл. 32, в которой даны характерные значения градиентов над некоторыми поверхностями в зависимости от радиационного баланса и скорости ветра.

§ 161. Приведем некоторые примеры критического контроля градиентов температуры и влажности воздуха.

Пример 1. Наблюдения в пустынной зоне над очень сухой почвой на ст. Беки-Бент (табл. 33). Местоположение этой станции открытое.

Рассмотрим наблюдения за первую и третью декады августа 1960 г. Для станций такого типа основное внимание при контроле градиентов должно быть обращено на анализ градиентов температуры, так как градиенты влажности вследствие большой сухости почвы (влажность почвы составляет в августе 0,1—0,2%) и ничтожно малого испарения могут измеряться с большой погрешностью.

Просмотр начинается с сопоставления средних декадных значений Δt за сроки 1 и 13 час с данными табл. 32 при соответствующих условиях радиационного баланса B и скорости ветра u_2 . Как видно из табл. 33, отмечается довольно близкое совпадение градиентов с возможными их значениями.

Затем рассматриваются ежедневные данные и сопоставляются со средними декадными. Существенные их различия в данном примере объясняются следующими обстоятельствами. В срок 1 час заметные отклонения от среднего связаны с сильным ветром (2 и 3/VIII) или, наоборот, со слабым ветром (6 и 8/VIII), а также с наличием облачности (7/VIII). Некоторое сомнение вызывают значения, полученные для 1 и 9/VIII. Для их контроля рекомендуется просмотреть книжку наблюдений, чтобы выявить правильность всех отсчетов, а также для учета направления ветра, особенно если воздушный поток в это время приходил со стороны какого-либо близлежащего объекта, который может оказать влияние на рассматриваемые градиенты. При отсутствии достаточных причин для объяснения соответствующие значения отмечаются как сомнительные. Анализ градиентов температуры воздуха за срок 13 час показывает, что умень-

Возможные средние и максимальные значения Δt при ясной и скорости ветра и

Район	Поверхность	Погода	Δt			
				—0,10, —0,05	—0,00, —0,05	0,10, 0,00
				$u_{2,0} < 2 \text{ м/сек}$		
Средняя Азия	Без снега: сухая	Ясно	Среднее Максимальное	—0,6 —2,3	—0,3 —0,9	0,3 0,7
		Пасмурно	Среднее	—0,4	—0,2	0,2
	увлажненная	Ясно	Среднее Максимальное	—1,5 —3,0	—0,8 —2,5	0,1 0,5
		Пасмурно	Среднее	—0,5	0,0	0,0
Западная Сибирь	Без снега	Ясно	Среднее Максимальное	—0,8 —2,5	—0,7 —2,0	0,2 0,4
		Пасмурно	Среднее	—0,5	—0,2	0,0
Якутия	Без снега	Ясно	Среднее Максимальное	—0,8 —2,5	—0,5 —2,0	0,0 0,5
		Пасмурно	Среднее	—0,3	—0,2	0,0
Юг ЕТС	Без снега при среднем увлажнении	Ясно	Среднее Максимальное	—0,5 —2,0	—0,4 —1,5	0,1 0,3
		Пасмурно	Среднее	—0,3	—0,2	0,1
Северо-Запад ЕТС	Без снега	Ясно	Среднее Максимальное	—0,6 —2,0	—0,5 —1,5	0,0 0,3
		Пасмурно	Среднее	—0,3	—0,1	0,0
	При снеге	Ясно	Среднее Максимальное	—0,8 —2,0	—0,6 —2,0	—0,5 —1,0
		Пасмурно	Среднее	—0,3	—0,1	—0,1

пасмурной погоде над различными поверхностями в зависимости от радиационного баланса

Градации В (от — до)

0,10, 0,50 — — —	0,10, 0,50 — — —	0,05, 0,00 — — —	0,05, 0,00 — — —	0,00, 0,10 — — —	0,10, 0,50 — — —	0,10, 0,50 — — —	0,05, 0,00 — — —	0,05, 0,00 — — —	0,00, 0,10 — — —	0,10, 0,50 — — —	0,10, 0,50 — — —
$u_{2,0} = 2,1-4 \text{ м/сек}$						$u_{2,0} > 4 \text{ м/сек}$					
0,7 1,8	1,0 2,5	-0,3 -1,0	-0,2 -0,5	0,2 0,5	0,5 1,7	0,8 1,9	-0,2 -0,5	0,2 -0,2	0,2 0,4	0,3 1,0	0,5 1,5
0,4	0,5	-0,1	0,0	0,1	0,2	—	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3
0,3 1,3	0,5 1,8	-0,7 -1,0	-0,4 -0,6	0,1 —	0,2 1,0	0,5 1,5	—	—	—	—	—
0,1	—	-0,3	-0,1	0,0	0,1	—	—	—	—	—	—
0,3 0,8	0,5 1,5	-0,5 —	-0,3 —	0,1 0,3	0,3 0,5	0,4 1,2	—	—	—	—	—
0,2	—	-0,1	-0,1	0,0	0,1	—	—	—	—	—	—
0,5 1,5	0,8 1,9	-0,5 -1,0	-0,2 -0,8	0,2 0,5	0,4 1,2	0,6 1,5	—	—	—	—	—
0,2	—	-0,3	-0,1	0,0	0,1	—	—	—	—	—	—
0,5 1,5	1,0 2,5	-0,3 -0,8	-0,2 -0,5	0,0 0,5	0,2 0,9	0,6 1,7	-0,2	-0,1	0,0 0,2	0,1 0,5	0,3 1,0
0,3	—	-0,2	0,0	0,1	0,1	—	-0,2	0,0	0,0	0,0	—
0,3 1,0	0,5 1,5	-0,3 -1,5	-0,1 -0,5	0,0 0,3	0,2 1,0	0,3 1,5	—	—	—	—	—
0,2	—	-0,2	0,0	0,0	0,1	—	—	—	—	—	—
—	—	-0,3	-0,1	-0,1	0,1	—	-0,1	-0,1	0,0	—	—
—	—	-1,5	-1,0	-0,5	—	—	—	—	—	—	—
—	—	-0,2	0,0	0,0	0,1	—	-0,1	0,0	0,0	—	—

Наблюдения на ст. Беки-Бент в августе 1960 г.

Число	Δt	Δe	u_2	Облач- ность	B	Число	Δt	Δe	u_2	Облач- ность	B
1 час						13 час					
1	-0,6	-1,2	1,8	0/0	-0,08	21	0,6	0,8	2,3	2/1	0,69
2	-0,1	-3,9	5,8	0/0	-0,08	22	0,7	0,8	2,1	0/0	0,63
3	0,0	-0,7	3,7	0/0	-0,08	23	2,0	-0,1	3,3	0/0	0,61
4	-0,2	-1,6	2,2	0/0	-0,08	24	1,2	0,0	3,5	0/0	0,64
5	-0,3	0,4	2,1	0/0	-0,09	25	-0,1	0,9	5,6	10/10	0,02
6	-0,5	-1,0	0,8	0/0	-0,06	26	1,7	-0,1	2,6	0/0	0,67
7	-0,1	-0,7	2,0	5/5	-0,07	27	0,4	0,1	5,4	0/0	0,67
8	-0,5	-0,7	0,4	0/0	-0,06	28	2,5	-0,3	4,0	2/2	0,72
9	0,0	-0,7	2,0	0/0	-0,08	29	0,6	0,7	2,7	0/0	0,81
10	-0,3	-0,3	1,1	0/0	-0,08	30	1,9	0,3	2,9	0/0	0,77
Среднее	-0,3	-1,0	2,2	0/0	-0,08	Среднее	1,2	0,3	3,4	1/1	0,62

шение этих величин 25 и 27/VIII по сравнению со среднедекадными связаны с усилением ветра, а 25/VIII добавляется также и влияние облачности. Сомнение здесь вызывает лишь наблюдение 29/VIII, когда при максимальной величине радиационного баланса за эту декаду и при скорости ветра меньше средней градиенты все же довольно малы. Эту величину следует взять под сомнение.

Пример 2. Наблюдения на ст. Аскания-Нова относятся к случаю, когда следует проверять как градиенты температуры, так и градиенты влажности воздуха. Станция Аскания-Нова расположена в южном районе ЕТС на открытом ровном месте, подстилающая поверхность — трава.

Рассмотрим наблюдения за июнь 1962 г. (табл. 34), когда трава была зеленой, а влажность почвы составляла 14—15%.

Как видно из табл. 34, в срок 10 час за третью декаду преобладала ясная погода с небольшими колебаниями радиационного баланса.

Просмотр градиентов температуры и влажности воздуха следует проводить, рассматривая соотношение между ними. Так, например, 22 и 26/VI отмечается некоторое увеличение градиента влажности по сравнению со средним декадным, но значение градиента температуры несколько уменьшено, 23/VI имело место обратное соотношение.

Из всех наблюдений за срок 10 час сомнительными являются результаты, полученные 30/VI, когда при большом радиационном балансе и малых скоростях ветра градиенты получились существенно меньше средних.

Наблюдения в срок 13 час за первую декаду вследствие переменной облачности отличались большим разнообразием

Наблюдения на ст. Аскания-Нова в июне 1962 г.

Число	Δt	$\Delta \varepsilon$	u_z	Облач- ность	B	Число	Δt	$\Delta \varepsilon$	u_z	Облач- ность	B
10 час						13 час					
21	0,7	0,3	3,2	1/1	0,67	1	1,0	0,0	1,6	0/0	0,72
22	0,6	1,0	2,4	0/0	0,74	2	1,5	0,3	6,1	0/0	0,83
23	0,8	0,5	3,5	0/0	0,62	3	1,4	0,9	6,8	0/0	0,85
24	0,5	0,7	2,0	0/0	0,64	4	1,6	0,7	4,3	8/2	0,16
25	0,7	0,6	3,4	0/0	0,65	5	1,5	0,1	6,1	0/0	0,81
26	0,5	0,8	1,3	5/0	0,82	6	0,5	0,1	2,3	10/0	0,29
27	1,0	0,7	2,8	0/0	0,75	7	0,3	0,6	7,1	10/10	0,63
28	0,7	0,6	3,0	0/0	0,64	8	0,1	0,6	5,8	10/10	0,15
29	1,2	0,8	4,5	0/0	0,74	9	0,3	0,4	1,7	8/8	0,18
30	0,5	0,1	1,4	0/0	0,77	10	0,5	0,7	5,2	12/6	0,65
Среднее	0,7	0,6	2,8	1/0	0,70	Среднее	0,8	0,5	4,7	6/4	0,52

результатов. Но изменения градиентов и соотношения между градиентами температуры и влажности в основном объяснимы. Сомнительны лишь измерения за 4/VI, когда при малом радиационном балансе и большой скорости ветра градиенты очень велики. В этом случае также могла повлиять несинхронность актинометрических и градиентных наблюдений.

Пример 3. На примере наблюдений на ст. Душанбе можно показать, какие различия градиентов между зимой и летом, ночью и днем имеют место в одном и том же пункте над достаточно увлажненной поверхностью при больших величинах радиационного баланса. При этом следует иметь в виду, что ст. Душанбе расположена не на однородной местности, так как вблизи имеются небольшие деревья и поливные участки.

Как видно из результатов, приведенных в табл. 35 за январь и июнь 1961 г., зимой и летом в дневное и ночное время градиенты существенно различаются. Зимой градиенты как днем, так и ночью значительно меньше, чем летом. Однако в условиях Душанбе, где в дневное время зимой радиационный баланс в среднем за декаду достигает $0,30 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$, могут наблюдаться и заметные градиенты температуры.

При критическом контроле приведенных результатов можно отметить, что ночью в январе при малых скоростях ветра существенное уменьшение градиентов по сравнению со средними вызвано наличием облачности (11 и 15/1). Градиент температуры 19/1 вызывает сомнение (облачность была 10/0), но это сомнение следует отнести скорее к записи облачности, так как радиационный баланс соответствует ясному небу. Сомнительным является также близкое к нулю значение Δt 13/1. Днем

Градиент скорости ветра над данной поверхностью прежде всего зависит от величины самой скорости. С ростом ее градиент также увеличивается.

В табл. 37 приведены характерные значения градиентов скорости ветра в слое от 0,5 до 2,0 м для некоторых поверхностей при разных скоростях ветра на высоте 2 м (u_2).

Таблица 37

Возможные средние значения Δu (м/сек) при равновесных условиях в зависимости от скорости ветра

Вид поверхности	u_2						
	1	2	3	4	5	7	10
Снег							
плотный	0,2	0,5	0,7	0,9	1,2	1,6	2,3
рыхлый	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	2,1	3,0
Оголенная плотная почва	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,8	2,6
Травяной покров							
высотой менее 20 см	0,3	0,6	0,9	1,3	1,6	2,2	3,2
высотой 20—40 см	0,4	0,7	1,1	1,4	1,8	2,5	4,4

Из табл. 37 следует, что для данной поверхности градиент скорости возрастает с ростом самой скорости. Например, для рыхлого снега Δu возрастает от 0,3 до 1,5 м/сек при изменении скорости ветра на высоте 2,0 м от 1 до 5 м/сек, а для оголенной плотной почвы при том же изменении скорости Δu увеличивается от 0,3 до 1,3 м/сек. С другой стороны, из табл. 37 видно, что изменение характера подстилающей поверхности также приводит к изменению градиента скорости. Так, например, над травяным покровом высотой около 20 см градиент скорости ветра в 1,5 раза больше, чем над плотной снежной поверхностью. Так как в суточном ходе скорость ветра увеличивается днем и уменьшается ночью, то и градиент скорости должен иметь суточный ход. Однако следует считаться и с другими факторами, которые приводят к сглаживанию суточного хода градиента скорости.

§ 163. Кроме характера поверхности и абсолютных значений скорости ветра, на градиент скорости оказывает существенное влияние температурная стратификация. При сверхадиабатических градиентах температуры (т. е. при больших положительных Δt) усиливается турбулентное перемешивание, что приводит к выравниванию свойств атмосферы. При прочих равных условиях это способствует уменьшению градиента скорости. Наоборот, при инверсии, которая сильно ослабляет турбулентное перемешивание, наблюдается более резкое изменение с высотой всех свойств атмосферы. При прочих равных условиях это должно вести к увеличению градиента скорости ветра.

Приведем примеры, подтверждающие эти положения.

При наблюдениях в пустынной зоне (поверхность — песок с редкой пустынной растительностью) при скорости ветра на высоте 0,5 м, равной 2,7 м/сек, получены значения $\Delta u = 1,4$ м/сек при инверсии ($\Delta t = -0,4$), а при равновесных условиях ($\Delta t = 0,2$) $\Delta u = 1/1$ м/сек.

При наблюдениях на Северо-Западе ЕТС (поверхность — трава) при скорости ветра на высоте 0,5 м, равной 0,7 м/сек, получили $\Delta u = 0,7$ м/сек при сверхадиабатических условиях ($\Delta t = 0,6^\circ$), а при условиях инверсии ($\Delta t = -0,9^\circ$) $\Delta u = 1,9$ м/сек.

На юге ЕТС (поверхность — трава высотой более 20 см) при скорости ветра на высоте 0,5 м, равной 1,3 м/сек, $\Delta u = 0,7$ м/сек при инверсии ($\Delta t = -0,4^\circ$), при условиях, близких к равновесным ($\Delta t = 0,3^\circ$), $\Delta u = 0,5$ м/сек, и при сверхадиабатических условиях ($\Delta t = 1,1^\circ$) $\Delta u = 0,3$ м/сек.

Приведенные примеры показывают, что суточный ход температурной стратификации действует на градиент скорости ветра в противоположном направлении по сравнению с самой скоростью, т. е. если суточный ход скорости ветра приводит к уменьшению градиентов скорости в ночное время и увеличению днем, то суточный ход температурной стратификации в теплое время года направлен на уменьшение градиента скорости ветра днем и увеличение его ночью.

§ 164. Закономерности изменения скорости ветра с высотой могут резко нарушаться, если на пути движения воздушного потока встречаются препятствия. При этом скорость ветра и характер ее сильно изменяется с высотой. Такие изменения встречаются на защищенных и на частично защищенных площадках или даже при наличии отдельных предметов вблизи установки с анемометром, когда ветер направлен к установке со стороны этих предметов.

§ 165. Критический контроль градиентов скорости ветра производится путем сопоставления между собою ежедневных данных за один и тот же срок. Точность измерения градиентов скорости не превышает 0,2 м/сек, поэтому даже при совершенно одинаковых условиях вполне возможно расхождение величин в 0,2 и несколько больше.

При критическом контроле основное внимание обращается на абсолютную величину градиента скорости. Существенную помощь при этом может оказать табл. 37.

§ 166. Главной причиной неправильных градиентов скорости ветра являются ошибки измерения скорости ветра при наблюдениях по ручным анемометрам из-за просчета на 100 и 1000 делений. Если ошибка возникла при отсчете показаний одного из анемометров, градиент скорости окажется искаженным примерно на 1 м/сек (при просчете на 100) или на 10 м/сек (при просчете на 1000). Такая ошибка может быть сразу не обнаружена.

(см. табл. 37). Из этого примера видно влияние Δt на градиент скорости. При одинаковых скоростях ветра Δu в ночной срок при инверсии, как правило, больше, чем при сверхadiaбатических градиентах в 13 час. Измеренные Δu в отдельные дни в основном следуют за ходом скорости ветра и не вызывают больших сомнений. Формально правильно вычислено Δu 26/VIII за срок 1 час, так как при этом было $u_{0,5}=0,1$ м/сек. Однако в данном случае следует обратить внимание на очень большое различие скоростей на уровнях 0,5 и 2,0 м, что не подтверждается, например, наблюдением 27/VIII. Это обстоятельство заставляет проанализировать весь материал. Следует рассмотреть суточный ход скорости ветра (табл. 41), из которого следует, что на уровне 2,0 м имеет место несомненный просчет скорости ветра, так как вероятность существенного увеличения скорости ветра в срок 1 час мала. Это подтверждается и наблюдениями по флюгеру (25/VIII в 19 час скорость ветра по флюгеру 2 м/сек, 26/VIII в 1 час — 1 м/сек, в 7 час — 2 м/сек).

Таблица 41

Суточный ход скорости ветра 25—26/VIII на ст. Аскания-Нова

	Срок, час						
	19	1	7	10	13	16	19
$u_{0,5}$	0,7	0,1	1,3	1,9	2,6	2,8	1,9
$u_{2,0}$	1,7	2,7	1,8	3,0	3,8	4,4	2,8
Δu	1,0	2,6	0,5	1,1	1,2	1,6	0,9

Пример 2. Наблюдения производились на ст. Тамды, где подстилающая поверхность на площадке — песок со щебнем, местами покрытый снегом.

Сопоставление значений $u_{2,0}$ и Δu с данными, приведенными в табл. 37, указывает на несколько меньшие величины Δu по сравнению с характерными средними за срок 13 час. Причиной этого состоит в том, что, во-первых, в 13 час в этом районе отмечаются отчетливо выраженные сверхadiaбатические градиенты температуры, а во-вторых, 26/I и, особенно, 29/I получили очень малые и нулевые значения градиентов при довольно больших скоростях.

Привлекая данные о суточном ходе за 29/I (табл. 43) заметим, что отклонения Δu отмечаются не только в 13 ч, но и в 10 час, что явно связано с просчетом на 100 на уровне 5 м, причем этот просчет допущен в срок 10 час (записано 100 делений меньше, чем следовало), а затем при наблюдении в 13 час не проверен начальный отсчет на циферблате. Формально перенесен в книжке из одного срока в другой. В результате в 13 час градиент скорости оказался равен нулю.

Таблица 42

Наблюдения на ст. Тамды в январе 1962 г.

Число	Δt	$u_{0,5}$	$u_{2,0}$	Δu	Число	Δt	$u_{0,5}$	$u_{2,0}$	Δu
1 час					13 час				
21	-0,3	2,0	2,4	0,4	21	-0,4	3,9	4,8	0,9
22	-0,3	1,2	1,6	0,4	22	0,1	3,0	3,6	0,6
23	-0,4	3,2	4,2	1,0	23	—	—	—	—
24	-0,1	1,3	1,7	0,4	24	0,4	2,5	2,9	0,4
25	-0,2	0,3	0,4	—	25	0,4	2,7	3,2	0,5
26	0,0	1,7	2,2	0,5	26	0,8	2,1	2,3	0,2
27	-0,1	1,1	1,3	0,2	27	0,4	3,4	4,1	0,7
28	-0,3	2,7	3,5	0,8	28	0,7	3,6	4,6	1,0
29	-0,5	0,3	0,4	—	29	0,7	5,2	5,2	0,0
30	-0,2	1,7	2,2	0,5	30	0,4	4,2	5,7	1,5
31	-0,3	4,9	6,1	1,2	31	1,2	8,6	10,6	2,0
Среднее	-0,2	1,9	2,4	0,6	Среднее	0,5	3,9	4,7	0,8

Действительная скорость ветра на высоте 0,5 м в 10 час составляла около 1,7 м/сек, а в срок 13 час — около 4,2 м/сек.

Таблица 43

Суточный ход скорости ветра на ст. Тамды 29/I 1962 г.

	Срок, час						
	1	7	10	13	16	19	1
$u_{0,5}$	0,3	0,9	1,0	5,2	2,9	3,0	1,7
$u_{2,0}$	0,4	1,6	2,7	5,2	3,5	3,8	2,2
Δu	0,1	0,7	1,7	0,0	0,6	0,8	0,5

Анализ суточного хода скорости ветра и градиента за 26/I (табл. 44) позволяет также выяснить причину погрешности в Δu для этой даты.

Таблица 44

Суточный ход скорости ветра на ст. Тамды за 26/I 1962 г.

	Срок, час					
	1	7	10	13	16	19
$u_{0,5}$	1,7	3,1	0,9	2,1	2,3	0,6
$u_{2,0}$	2,2	3,1	2,1	2,3	4,4	0,9
Δu	0,5	0,0	1,2	0,2	2,1	0,3

Как показывает суточный ход Δu , здесь имеет место просчет не только в срок 13 час, но и в 7 час, что привело к совершенно аномальному суточному ходу Δu . Просчет на 100 (в сторону завышения) в 7 час на уровне 0,5 м и переписывание этого конечного отсчета в качестве начального в срок 10 час вызвало ошибки в отсчетах как в 7 час, так и в 10 час. То же оказалось и со сроками 13 и 16 час, когда аналогичный просчет на уровне 0,5 м на 100 в сторону увеличения конечного отсчета в срок 13 час привел к уменьшению показаний и, соответственно, к увеличению Δu в срок 16 час.

Пример 3. Наблюдения производились на ст. Телави, расположенной среди виноградников, в мае 1962 г. Метеоплощадка размером 36×32 м свободна от виноградников, поросла травой.

Таблица 45

Наблюдения на ст. Телави в мае 1962 г.

Число	Δt	$u_{0,5}$	$u_{2,0}$	Δu	Число	Δt	$u_{0,5}$	$u_{2,0}$	Δu
7 час					16 час				
1	0,3	1,2	1,5	0,3	1	-0,2	0,0	0,0	—
2	0,4	0,0	0,0	—	2	-0,4	2,3	2,8	0,5
3	0,3	1,5	3,6	2,1	3	-0,4	1,2	2,0	0,8
4	-0,1	0,0	0,9	—	4	-0,4	2,2	3,6	1,4
5	0,3	0,0	0,0	—	5	-0,3	2,3	3,5	1,2
6	0,4	0,0	0,9	—	6	-0,2	1,6	3,2	1,6
7	0,2	0,9	1,7	—	7	0,0	0,8	1,1	—
8	0,1	0,0	1,4	—	8	-0,3	2,7	5,8	3,1
9	-0,3	2,7	4,0	1,3	9	-0,2	3,6	6,0	2,4
10	0,1	0,9	2,1	—	10	0,0	0,8	2,5	—
Среднее	0,2	0,7	1,6	1,2	Среднее	-0,2	1,8	3,0	1,6

В связи с неравномерной защищенностью площадки виноградными кустами на этой станции возможны отклонения от нормального распределения скорости ветра с высотой. Как показывают приведенные результаты наблюдений, средние декадные значения Δu за первую декаду мая оказались несколько больше, чем они должны быть согласно табл. 37. Это связано с уменьшением скоростей ветра на уровне 0,5 м за счет создания ветровой тени от виноградных кустов. Поэтому при небольших скоростях ветра (например, в срок 7 час 4, 6, 8/V) анемометр на уровне 0,5 м часто совсем не реагирует на движение воздуха. Однако данные за некоторые дни содержат погрешности, связанные с неточностями в наблюдениях. Так, 3/V вызывает сомнение Δu в срок 7 час. Данные о суточном ходе ветра (табл. 46) указывают на явный просчет в наблюдениях на

уровне 2,0 м, что вызвало соответствующее искажение Δu и в срок 10 час.

Таблица 46

Суточный ход скорости ветра на ст. Телави 3 и 8/V 1962 г.

Дата	Величина	Срок, час					
		1	7	10	13	16	19
3/V	$u_{0,5}$	0,0	1,5	1,0	1,8	1,2	1,4
	$u_{2,0}$	0,0	3,6	1,1	2,5	2,0	2,3
	Δu	0,0	2,1	0,1	0,7	0,8	0,9
8/V	$u_{0,5}$	0,0	0,0	2,8	1,8	2,7	1,5
	$u_{2,0}$	1,7	1,4	2,9	2,4	5,8	2,4
	Δu	1,7	1,4	0,1	0,6	3,1	0,9

Сомнение вызывают также результаты, полученные 8/V в 16 час. Очень большое значение Δu в этот срок не объясняется рассмотрением аналогичных случаев. Действительно, по наблюдениям в течение мая, т. е. при таком же растительном покрове, из восьми случаев наблюдений на высоте 0,5 м при скорости ветра около 3 м/сек получены $\Delta u = 1,0-1,6$ м/сек. Значение $\Delta u = 3,1$ м/сек, как показывает суточный ход (табл. 46), также вызвано просчетом на уровне 0,5 м в срок 10 час. Этот просчет сохранялся до 16 час.

3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ НАБЛЮДЕНИЙ

§ 168. После критического контроля материалов наблюдений на станцию необходимо выслать заключение о результатах этого контроля. В заключении дается оценка работы станции по выполнению плана и по качеству материала наблюдений (производству наблюдений и их обработке). Оценивая работу станции, надо учитывать, полностью ли выполняется программа градиентных наблюдений. Отсутствие регулярных контрольных сравнений приборов, дополнительных наблюдений и пропуски в наблюдениях без уважительных причин следует рассматривать как невыполнение программы наблюдений. К недостаткам, снижающим качество полученных данных, следует относить пропуски и опоздания в наблюдениях, невыполнение правил наблюдений, ошибки при отсчетах по термометрам (просчеты) и анемометрам (просчеты на 1000 и 100 делений) и т. п.

К недостаткам обработки относятся различные технические ошибки: неправильное введение поправок, ошибки в расчетах

средних значений составляющих теплового баланса, в шифровке, в обработке контрольных сравнений и т. п.

Оценка записывается в таблицу ТМ-16 или ТМ-16а в строку «Замечания критического контроля».

4. Подготовка книжки КМ-16 или таблицы ТМ-16 к перфорации¹

§ 169. После проведения технического и критического контроля наблюдений в кустовых актинометрических группах ГМО производится окончательная подготовка книжки КМ-16 или таблицы ТМ-16 к перфорации.

В книжку и таблицу вносятся все необходимые исправления. Исправления во всех графах, кроме графы «Величина, шифр» в КМ-16 делаются по общему правилу: неправильные величины зачеркиваются и сверху проставляются правильные величины. В графе «Величина, шифр» в КМ-16 неправильные величины аккуратно стираются мягкой резинкой и правильные величины четко записываются черным карандашом. При перфорации с ТМ-16 в ГМО таблица переписывается, при этом вписываются только величины, подлежащие перфорации, т. е. расположенные в пронумерованных графах.

Если наблюдения над каким-либо элементом не производились или забракованы, то в соответствующих строках этой графы ставится знак брака. Если наблюдения производились, но данный элемент не наблюдался, то соответствующая строка книжки остается незаполненной (например, шифр атмосферных явлений, шифр диска солнца в периоды до и после захода солнца).

¹ В зависимости от специальных указаний для ГМО к перфорации подготавливается КМ-16 или ТМ-16.

ПРИЛОЖЕНИЯ

КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ ПЕРЕХОДА ОТ ГРАДИЕНТОВ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА, ИЗМЕРЕННЫХ НА НЕСТАНДАРТНЫХ ВЫСОТАХ, К ИХ ЗНАЧЕНИЯМ ДЛЯ СТАНДАРТНЫХ ВЫСОТ

Верхний уровень z_1	Нижний уровень z_2																				
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
40	2,00																				
50	1,51	2,00	2,71	2,57	3,42	3,14	4,12	3,72	4,81	4,24	5,48	4,81	6,15	5,37	6,85	5,90	7,63	6,55	8,37		
60	1,26	1,58	2,00	2,00	2,49	2,40	2,95	2,81	3,42	3,22	3,88	3,62	4,33	4,01	4,81	4,42	5,28	4,81	5,72	7,07	9,00
70	1,10	1,35	1,64	2,00	2,49	2,40	2,95	2,81	3,42	3,22	3,88	3,62	4,33	4,01	4,81	4,42	5,28	4,81	5,72	7,07	9,00
80	1,00	1,19	1,41	1,68	2,00	2,40	2,95	2,81	3,42	3,22	3,88	3,62	4,33	4,01	4,81	4,42	5,28	4,81	5,72	7,07	9,00
90	0,92	1,08	1,26	1,47	1,71	2,00	2,36	2,60	2,82	2,64	3,07	2,95	3,42	3,27	3,76	3,58	4,12	3,90	4,50	5,20	6,20
100	0,86	1,00	1,15	1,32	1,51	1,73	2,00	2,32	2,53	2,66	2,94	2,53	2,85	2,77	3,13	3,04	3,42	3,28	3,72	4,18	4,81
110	0,81	0,94	1,07	1,21	1,37	1,55	1,75	2,00	2,28	2,40	2,57	2,95	2,46	2,77	3,13	2,41	2,66	2,95	3,28	3,72	4,18
120	0,78	0,88	1,00	1,12	1,26	1,41	1,58	1,77	2,00	2,00	2,24	2,53	2,46	2,77	3,13	2,41	2,66	2,95	3,28	3,72	4,18
130	0,74	0,84	0,94	1,05	1,18	1,31	1,45	1,61	1,79	1,80	2,00	2,22	2,46	2,77	3,13	2,41	2,66	2,95	3,28	3,72	4,18
140	0,71	0,80	0,90	1,00	1,11	1,22	1,34	1,48	1,63	1,80	2,00	2,22	2,46	2,77	3,13	2,41	2,66	2,95	3,28	3,72	4,18
150	0,69	0,77	0,86	0,95	1,05	1,15	1,26	1,38	1,51	1,66	1,81	2,00	2,21	2,44	2,71	2,41	2,66	2,95	3,28	3,72	4,18
160	0,67	0,75	0,83	0,91	1,00	1,09	1,19	1,30	1,41	1,54	1,68	1,83	2,00	2,20	2,41	2,41	2,66	2,95	3,28	3,72	4,18
170	0,65	0,72	0,80	0,88	0,96	1,04	1,13	1,23	1,33	1,44	1,56	1,69	1,83	2,00	2,18	2,26	2,61	2,88	3,18	3,54	3,96
180	0,63	0,70	0,77	0,85	0,92	1,00	1,08	1,17	1,26	1,36	1,47	1,58	1,71	1,84	2,00	2,16	2,35	2,57	2,80	3,08	3,42
190	0,62	0,68	0,75	0,82	0,89	0,96	1,04	1,12	1,20	1,29	1,38	1,49	1,60	1,72	1,86	2,00	2,16	2,34	2,54	2,76	3,01
200	0,60	0,67	0,73	0,80	0,86	0,93	1,00	1,07	1,15	1,23	1,32	1,41	1,51	1,64	1,73	1,86	2,00	2,15	2,32	2,51	2,74

Пример. Предположим, что температура воздуха и упругость водяного пара измерены на высотах $z_1 = 20$ см и $z_2 = 200$ см. Во второй графе (нижний уровень 20 см) на пересечении ее с последней строкой (верхний уровень 200 см) найдем коэффициент. Он равен 0,60. Для того, чтобы определить градиенты Δt и Δe между уровнями 50 и 200 см, необходимо разности, полученные между уровнями 20 и 200 см, умножить на 0,60.

ЗНАЧЕНИЯ D И ПАРАМЕТРА ШЕРОХОВАТОСТИ (z_0) ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Характер подстилающей поверхности	Высота неровностей, см	Параметр шеро- ватости, z_0 , см	D
Оголенная плотная почва	—	1	0,22
Черный пар	6—10	2	0,26
Трава	<6	1	0,22
„	6—15	2	0,26
„	16—25	3	0,29
„	26—35	4	0,31
Ровный снежный покров большой высоты с уплотненной поверхностью	—	0,5	0,19
Неровный снежный покров средней высоты	—	1	0,22
Рыхлый снег малой высоты	—	2	0,26

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ $\alpha = \frac{0,74}{\Delta t + 1,56 \Delta \varepsilon}$

$\Delta \varepsilon$	Δt									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,1	2,891	2,079	1,623	1,331	1,128	0,979	0,864	0,774	0,701	0,640
0,2	1,796	1,445	1,209	1,039	0,911	0,811	0,731	0,665	0,610	0,564
0,3	1,303	1,108	0,964	0,852	0,764	0,693	0,634	0,584	0,541	0,504
0,4	1,022	0,898	0,801	0,723	0,658	0,604	0,559	0,520	0,486	0,456
0,5	0,841	0,755	0,685	0,627	0,578	0,536	0,500	0,468	0,440	0,416
0,6	0,714	0,651	0,599	0,554	0,515	0,482	0,452	0,426	0,403	0,382
0,7	0,621	0,573	0,532	0,496	0,465	0,437	0,413	0,391	0,371	0,354
0,8	0,549	0,511	0,478	0,449	0,423	0,400	0,380	0,361	0,344	0,329
0,9	0,492	0,461	0,434	0,410	0,389	0,369	0,352	0,336	0,321	0,308
1,0	0,446	0,420	0,400	0,378	0,359	0,342	0,327	0,314	0,301	0,289
1,1	0,407	0,386	0,367	0,350	0,334	0,320	0,306	0,294	0,283	0,274
1,2	0,375	0,358	0,341	0,326	0,312	0,299	0,288	0,277	0,267	0,258
1,3	0,348	0,332	0,318	0,305	0,293	0,282	0,271	0,262	0,253	0,244
1,4	0,324	0,312	0,298	0,286	0,276	0,266	0,256	0,248	0,240	0,232
1,5	0,303	0,291	0,280	0,270	0,260	0,252	0,243	0,235	0,228	0,221
1,6	0,285	0,274	0,265	0,256	0,247	0,239	0,232	0,224	0,218	0,212
1,7	0,269	0,259	0,251	0,242	0,235	0,228	0,221	0,214	0,208	0,203
1,8	0,254	0,246	0,238	0,231	0,224	0,217	0,211	0,206	0,200	0,194
1,9	0,242	0,234	0,227	0,221	0,214	0,208	0,202	0,197	0,192	0,187
2,0	0,230	0,223	0,216	0,210	0,204	0,198	0,194	0,189	0,184	0,180

$\Delta \varepsilon$	Δt									
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
0,1	0,589	0,546	0,508	0,476	0,447	0,421	0,399	0,378	0,360	0,343
0,2	0,524	0,489	0,459	0,432	0,408	0,387	0,368	0,350	0,334	0,320
0,3	0,472	0,444	0,418	0,396	0,376	0,358	0,341	0,326	0,312	0,300
0,4	0,429	0,406	0,384	0,366	0,348	0,333	0,318	0,305	0,293	0,282
0,5	0,394	0,374	0,356	0,339	0,324	0,311	0,298	0,287	0,276	0,266
0,6	0,363	0,346	0,331	0,317	0,304	0,292	0,281	0,270	0,261	0,252
0,7	0,338	0,323	0,309	0,297	0,285	0,275	0,265	0,256	0,247	0,239
0,8	0,315	0,302	0,290	0,279	0,269	0,260	0,251	0,243	0,235	0,228
0,9	0,296	0,284	0,274	0,264	0,255	0,246	0,238	0,231	0,224	0,217
1,0	0,278	0,268	0,259	0,250	0,242	0,234	0,227	0,220	0,214	0,208
1,1	0,263	0,254	0,245	0,234	0,230	0,223	0,217	0,210	0,205	0,199
1,2	0,249	0,241	0,233	0,226	0,219	0,213	0,207	0,202	0,196	0,191
1,3	0,236	0,229	0,222	0,216	0,210	0,204	0,198	0,193	0,188	0,184
1,4	0,225	0,218	0,212	0,206	0,200	0,195	0,190	0,185	0,181	0,176
1,5	0,214	0,208	0,203	0,197	0,192	0,187	0,183	0,178	0,174	0,170
1,6	0,206	0,200	0,195	0,190	0,185	0,181	0,176	0,172	0,168	0,164
1,7	0,197	0,192	0,187	0,183	0,178	0,174	0,170	0,166	0,162	0,159
1,8	0,189	0,185	0,180	0,176	0,172	0,168	0,164	0,160	0,157	0,154
1,9	0,182	0,178	0,174	0,170	0,170	0,162	0,159	0,156	0,152	0,149
2,0	0,175	0,171	0,167	0,164	0,160	0,157	0,154	0,150	0,147	0,144

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ k_1 ПРИ РАЗНЫХ Δt И Δu

Δu	Δt									
	-2,0	-1,9	-1,8	-1,7	-1,6	-1,5	-1,4	-1,3	-1,2	-1,1
0,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,5	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
0,8	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
0,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
1,0	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
1,1	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
1,2	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
1,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
1,4	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07
1,5	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
1,6	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09
1,7	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10
1,8	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11
1,9	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11
2,0	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12
2,1	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13
2,2	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14
2,3	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15
2,4	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16
2,5	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17
2,6	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18
2,7	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19
2,8	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20
2,9	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21
3,0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22
3,1	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23
3,2	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24
3,3	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25
3,4	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26
3,5	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27

Δx	Δt										
	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0.0
0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03
0.4	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04
0.5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05
0.6	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.06
0.7	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07
0.8	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.08
0.9	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.09
1.0	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.10
1.1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11
1.2	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.12
1.3	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.10	0.11	0.14
1.4	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.15
1.5	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.13	0.16
1.6	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.17
1.7	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14	0.15	0.18
1.8	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.19
1.9	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17	0.20
2.0	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.17	0.18	0.21
2.1	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16	0.17	0.18	0.19	0.22
2.2	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19	0.20	0.23
2.3	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.18	0.19	0.20	0.21	0.24
2.4	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.19	0.19	0.20	0.21	0.22	0.25
2.5	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20	0.21	0.22	0.23	0.26
2.6	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.23	0.24	0.27
2.7	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.24	0.26	0.28
2.8	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24	0.25	0.27	0.29
2.9	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24	0.24	0.25	0.26	0.28	0.30
3.0	0.22	0.23	0.23	0.24	0.24	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.31
3.1	0.24	0.24	0.24	0.25	0.25	0.26	0.26	0.27	0.28	0.30	0.32
3.2	0.24	0.25	0.25	0.26	0.26	0.27	0.27	0.28	0.29	0.31	0.33
3.3	0.26	0.26	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29	0.30	0.32	0.34
3.4	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29	0.30	0.30	0.32	0.34	0.35
3.5	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.30	0.30	0.31	0.32	0.34	0.36

Δu	Δf										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,3	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,10	0,12	0,12	0,13	0,14
0,4	0,04	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14
0,5	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14
0,6	0,06	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14
0,7	0,07	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15
0,8	0,08	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15
0,9	0,09	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16
1,0	0,10	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17
1,1	0,11	0,13	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18
1,2	0,12	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19
1,3	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20
1,4	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21
1,5	0,16	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22
1,6	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23
1,7	0,18	0,19	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24
1,8	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25
1,9	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26
2,0	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27
2,1	0,22	0,23	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28
2,2	0,23	0,24	0,25	0,26	0,26	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29
2,3	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,30
2,4	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31
2,5	0,26	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32
2,6	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	0,33
2,7	0,28	0,30	0,30	0,31	0,32	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34
2,8	0,29	0,30	0,31	0,32	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34	0,35	0,35
2,9	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,36	0,36
3,0	0,31	0,32	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37
3,1	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,38	0,38
3,2	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38	0,39	0,39
3,3	0,34	0,35	0,36	0,37	0,37	0,38	0,38	0,39	0,39	0,40	0,40
3,4	0,35	0,36	0,38	0,38	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,41	0,41
3,5	0,36	0,38	0,38	0,39	0,40	0,40	0,40	0,41	0,41	0,42	0,42

Au	At									
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
0,3	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,22	0,23
0,4	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,20	0,21
0,5	0,14	0,15	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19
0,6	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19
0,7	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19
0,8	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20
0,9	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20
1,0	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21
1,1	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22
1,2	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22
1,3	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23
1,4	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24
1,5	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25
1,6	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26
1,7	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27
1,8	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	0,28
1,9	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29
2,0	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,30
2,1	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,31
2,2	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32
2,3	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
2,4	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33
2,5	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34	0,34
2,6	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35
2,7	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36	0,36
2,8	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
2,9	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38	0,38	0,38
3,0	0,37	0,37	0,38	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39	0,40
3,1	0,38	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,41
3,2	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,41	0,41	0,41	0,42
3,3	0,40	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
3,4	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42	0,43	0,43	0,43	0,43	0,44
3,5	0,43	0,43	0,43	0,43	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ 20 гΔt

Δt	Глубина, см					Δt	Глубина, см				
	0	5	10	15	20		0	5	10	15	20
0,1	0,16	0,66	0,35	0,31	0,01	4,6	7,54	30,64	16,10	14,35	0,37
0,2	0,33	1,33	0,70	0,62	0,02	4,7	7,71	31,30	16,45	14,66	0,38
0,3	0,49	2,00	1,05	0,94	0,02	4,8	7,87	31,97	16,80	14,98	0,38
0,4	0,66	2,66	1,40	1,25	0,03	4,9	8,04	32,63	17,15	15,29	0,39
0,5	0,82	3,33	1,75	1,56	0,04	5,0	8,20	33,30	17,50	15,60	0,40
0,6	0,98	4,00	2,10	1,87	0,05	5,1	8,36	33,97	17,85	15,91	
0,7	1,15	4,66	2,45	2,18	0,06	5,2	8,53	34,63	18,20	16,22	
0,8	1,31	5,33	2,80	2,50	0,06	5,3	8,69	35,30	18,55	16,54	
0,9	1,48	5,99	3,15	2,81	0,07	5,4	8,86	35,96	18,90	16,85	
1,0	1,64	6,66	3,50	3,12	0,08	5,5	9,02	36,63	19,25	17,16	
1,1	1,80	7,33	3,85	3,43	0,09	5,6	9,18	37,30	19,60	17,47	
1,2	1,97	7,99	4,20	3,74	0,10	5,7	9,35	37,96	19,95	17,78	
1,3	2,13	8,66	4,55	4,06	0,10	5,8	9,51	38,63	20,30	18,10	
1,4	2,30	9,32	4,90	4,37	0,11	5,9	9,68	39,29	20,65	18,41	
1,5	2,46	9,99	5,25	4,68	0,12	6,0	9,84	39,96	21,00	18,72	
1,6	2,62	10,66	5,60	4,99	0,13	6,1	10,00	40,63	21,35	19,03	
1,7	2,79	11,32	5,95	5,30	0,14	6,2	10,17	41,29	21,70	19,34	
1,8	2,95	11,99	6,30	5,62	0,14	6,3	10,33	41,96	22,05	19,66	
1,9	3,12	12,65	6,65	5,93	0,15	6,4	10,50	42,62	22,40	19,97	
2,0	3,28	13,32	7,00	6,24	0,16	6,5	10,66	43,29	22,75	20,28	
2,1	3,44	13,99	7,35	6,55	0,17	6,6	10,82	43,96	23,10	20,59	
2,2	3,61	14,65	7,70	6,86	0,18	6,7	10,99	44,62	23,45	20,90	
2,3	3,77	15,32	8,05	7,18	0,18	6,8	11,15	45,29	23,80	21,22	
2,4	3,94	15,98	8,40	7,49	0,19	6,9	11,32	45,95	24,15	21,53	
2,5	4,10	16,65	8,75	7,80	0,20	7,0	11,48	46,62	24,50	21,84	
2,6	4,26	17,32	9,10	8,11	0,21	7,1	11,64	47,29	24,85	22,15	
2,7	4,43	17,98	9,45	8,42	0,22	7,2	11,81	47,95	25,20	22,46	
2,8	4,59	18,65	9,80	8,74	0,22	7,3	11,97	48,62	25,55	22,78	
2,9	4,76	19,31	10,15	9,05	0,23	7,4	12,14	49,28	25,90	23,09	
3,0	4,92	19,98	10,50	9,36	0,24	7,5	12,30	49,95	26,25	23,40	
3,1	5,08	20,65	10,85	9,67	0,25	7,6	12,46	50,62	26,60	23,71	
3,2	5,25	21,31	11,20	9,98	0,26	7,7	12,63	51,28	26,95	24,02	
3,3	5,41	21,98	11,55	10,30	0,26	7,8	12,79	51,95	27,30	24,34	
3,4	5,58	22,64	11,90	10,61	0,27	7,9	12,96	52,61	27,65	24,65	
3,5	5,74	23,31	12,25	10,92	0,28	8,0	13,12	53,28	28,00	24,96	
3,6	5,90	23,98	12,60	11,23	0,29	8,1	13,28	53,95	28,35	25,27	
3,7	6,07	24,64	12,95	11,54	0,30	8,2	13,45	54,61	28,70	25,58	
3,8	6,23	25,31	13,30	11,86	0,30	8,3	13,61	55,28	29,05	25,90	
3,9	6,40	25,97	13,65	12,17	0,31	8,4	13,78	55,94	29,40	26,21	
4,0	6,56	26,64	14,00	12,48	0,32	8,5	13,94	56,61	29,75	26,52	
4,1	6,72	27,31	14,35	12,79	0,33	8,6	14,10	57,28	30,10	26,83	
4,2	6,89	27,97	14,70	13,10	0,34	8,7	14,27	57,94	30,45	27,14	
4,3	7,05	28,64	15,05	13,42	0,34	8,8	14,43	58,61	30,80	27,46	
4,4	7,22	29,30	15,40	13,73	0,35	8,9	14,60	59,27	31,15	27,77	
4,5	7,38	29,97	15,75	14,04	0,36	9,0	14,76	59,94	31,50	28,08	

Δt	Глубина, см					Δt	Глубина, см				
	0	5	10	15	20		0	5	10	15	20
9,1	14,92	60,61	31,85	28,39		12,1	19,84				
9,2	15,09	61,27	32,20	28,70		12,2	20,01				
9,3	15,25	61,94	32,55	29,02		12,3	20,17				
9,4	15,42	62,60	32,90	29,33		12,4	20,34				
9,5	15,58	63,27	33,25	29,64		12,5	20,50				
9,6	15,74	63,94	33,60	29,95		12,6	20,66				
9,7	15,91	64,60	33,95	30,26		12,7	20,83				
9,8	16,07	65,27	34,30	30,58		12,8	20,99				
9,9	16,24	65,93	34,65	30,89		12,9	21,16				
10,0	16,40	66,60	35,00	31,20		13,0	21,32				
10,1	16,56					13,1	21,48				
10,2	16,73					13,2	21,65				
10,3	16,89					13,3	21,81				
10,4	17,06					13,4	21,98				
10,5	17,22					13,5	22,14				
10,6	17,39					13,6	22,30				
10,7	17,55					13,7	22,47				
10,8	17,71					13,8	22,63				
10,9	17,88					13,9	22,80				
11,0	18,04					14,0	22,96				
11,1	18,20					14,1	23,12				
11,2	18,37					14,2	23,29				
11,3	18,53					14,3	23,45				
11,4	18,70					14,4	23,62				
11,5	18,86					14,5	23,78				
11,6	19,02					14,6	23,94				
11,7	19,19					14,7	24,11				
11,8	19,35					14,8	24,27				
11,9	19,52					14,9	24,44				
12,0	19,68					15,0	24,60				

Если $\Delta t_5, \Delta t_{10}, \Delta t_{15}$ составляет более $10,0^\circ$, то значения $20 r\Delta t$ находятся отдельно для $\Delta t = 10,0^\circ$ и для остальной части Δt и складываются.

Пример. Пусть $\Delta t_{10} = 11,4^\circ$. Тогда для $\Delta t_{10} = 10,0^\circ$ находим в таблице значение 35,00, а для $1,4^\circ$ находим 4,90, т. е. $20 r\Delta t = 39,90$.

Примечание. r — численные коэффициенты при S_0, S_5 и т. д.

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ $10^3 \frac{c}{\tau}$ Таблица составлена для значений $\tau = 180$ мин

c	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,10	0,56	0,61	0,67	0,72	0,78	0,83	0,89	0,94	1,00	1,05
0,20	1,11	1,17	1,22	1,28	1,33	1,39	1,44	1,50	1,55	1,61
0,30	1,67	1,72	1,78	1,83	1,89	1,94	2,00	2,06	2,11	2,16
0,40	2,22	2,28	2,33	2,39	2,44	2,50	2,56	2,61	2,66	2,72
0,50	2,78	2,83	2,89	2,94	3,00	3,06	3,11	3,16	3,22	3,28
0,60	3,33	3,39	3,44	3,50	3,56	3,61	3,66	3,72	3,78	3,83
0,70	3,89	3,94	4,00	4,05	4,11	4,16	4,22	4,28	4,33	4,39
0,80	4,44	4,50	4,56	4,61	4,66	4,72	4,78	4,83	4,89	4,95
0,90	5,00	5,06	5,11	5,16	5,22	5,28	5,33	5,39	5,45	5,50
1,00	5,56	5,61	5,66	5,72	5,78	5,83	5,89	5,95	6,00	6,05

В первой графе помещены десятые доли, а в заголовке — сотые доли значений объемной теплоемкости c .

Для получения $\frac{c}{\tau}$ необходимо значение, найденное в таблице, умножить на 10^{-3} , т. е. перенести запятую на три знака влево. Переносить запятую рекомендуется после умножения $\frac{c}{\tau} \cdot S_1$ или $\frac{c}{\tau} \left(S_1 + \frac{a}{10} S_2 \right)$, чтобы упростить перемножение.

Пример. Пусть $c = 0,39$. По вертикальной графе „ c “ движемся вниз до строки со значением 0,30, затем движемся по горизонтали до значения 0,09 и на пересечении читаем $\frac{c}{\tau} = 2,16 \times 10^{-3}$. Пусть $S_1 = 15,37$, тогда $P = \frac{c}{\tau} \times S_1 = 2,16 \times 10^{-3} \times 15,37 = 33,2 \times 10^{-3} = 0,033$.

Если $\tau = 360$ мин, то значение, найденное в таблице, необходимо разделить на 2.

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ $A = \frac{\Delta f}{\Delta f + 1,56 \Delta e}$

Δe	Δf														
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0	1,00	1,00	2,14	1,67	1,47	2,00	1,75	1,60	2,25	1,88	2,29	2,08	1,92	2,24	2,08
0,1	0,39	0,56	1,00	1,00	1,00	1,36	1,29	1,24	1,59	1,45	1,74	1,64	1,56	1,80	1,71
0,2	0,24	0,39	0,66	0,72	0,76	1,00	1,00	1,00	1,21	1,18	1,40	1,35	1,32	1,50	1,45
0,3	0,18	0,30	0,49	0,56	0,62	0,79	0,82	0,84	0,85	0,86	1,00	1,15	1,14	1,29	1,26
0,4	0,14	0,24	0,32	0,39	0,44	0,56	0,60	0,63	0,74	0,76	1,00	1,00	1,00	1,13	1,12
0,5	0,12	0,20	0,28	0,34	0,39	0,49	0,53	0,56	0,59	0,62	0,88	0,88	0,89	1,00	1,00
0,6	0,10	0,18	0,24	0,30	0,35	0,44	0,47	0,51	0,54	0,56	0,78	0,79	0,81	0,90	0,91
0,7	0,08	0,16	0,22	0,27	0,31	0,36	0,43	0,46	0,49	0,58	0,70	0,72	0,74	0,82	0,83
0,8	0,07	0,14	0,19	0,24	0,29	0,32	0,36	0,39	0,42	0,48	0,58	0,61	0,62	0,69	0,71
0,9	0,07	0,12	0,18	0,22	0,26	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	0,54	0,56	0,58	0,64	0,66
1,0	0,06	0,11	0,16	0,20	0,24	0,28	0,31	0,34	0,37	0,42	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58
1,1	0,06	0,10	0,15	0,19	0,23	0,26	0,31	0,34	0,37	0,42	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55
1,2	0,05	0,10	0,14	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30	0,34	0,35	0,41	0,44	0,46	0,47	0,49
1,3	0,05	0,09	0,13	0,16	0,20	0,23	0,26	0,28	0,32	0,35	0,37	0,40	0,43	0,45	0,47
1,4	0,04	0,08	0,12	0,16	0,19	0,22	0,24	0,27	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,42
1,5	0,04	0,08	0,11	0,15	0,18	0,20	0,23	0,26	0,29	0,31	0,33	0,36	0,37	0,39	0,41
						0,20	0,23	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ $A_1 = \frac{\Delta e}{\Delta e + 0,64 \Delta f}$

Δe	Δf														
	-1,3	-1,2	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1
0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,00	0,00
0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,00	0,61
0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,43	1,00	0,76
0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,76	1,25	1,00	0,82
0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,90	1,48	1,18	1,00	0,86
0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,06	1,61	1,35	1,13	1,00	0,89
0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	2,14	1,76	1,46	1,28	1,12	1,00	0,90
0,7	—	—	—	—	—	—	—	2,19	1,84	1,59	1,38	1,22	1,10	1,00	0,92
0,8	—	—	—	—	—	—	2,28	1,90	1,66	1,47	1,32	1,19	1,09	1,00	0,93
0,9	—	—	—	—	—	—	2,00	1,74	1,55	1,40	1,27	1,17	1,08	1,00	0,93
1,0	—	—	—	—	—	2,03	1,81	1,62	1,47	1,34	1,24	1,15	1,07	1,00	0,94
1,1	—	—	—	—	2,10	1,87	1,69	1,54	1,41	1,30	1,21	1,13	1,06	1,00	0,94
1,2	—	—	—	2,15	1,92	1,74	1,60	1,47	1,36	1,27	1,19	1,12	1,06	1,00	0,95
1,3	—	—	2,18	1,97	1,79	1,65	1,53	1,42	1,33	1,24	1,17	1,17	1,05	1,00	0,95
1,4	—	2,21	2,01	1,84	1,70	1,58	1,47	1,38	1,30	1,22	1,16	1,10	1,05	1,00	0,96
1,5	2,24	2,05	1,88	1,74	1,62	1,52	1,43	1,34	1,27	1,20	1,15	1,09	1,04	1,00	0,96

$\Delta\epsilon$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1	0,44	0,34	0,28	0,24	0,21	0,18	0,16	0,15	0,14	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09
0,2	0,61	0,51	0,44	0,38	0,34	0,31	0,28	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17
0,3	0,70	0,61	0,54	0,48	0,44	0,40	0,37	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26	0,25	0,24
0,4	0,76	0,68	0,61	0,56	0,51	0,47	0,44	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32	0,31	0,29
0,5	0,80	0,72	0,66	0,61	0,57	0,53	0,49	0,46	0,44	0,42	0,39	0,38	0,36	0,34
0,6	0,82	0,76	0,70	0,65	0,61	0,57	0,54	0,51	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38
0,7	0,84	0,78	0,73	0,69	0,65	0,61	0,58	0,55	0,52	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42
0,8	0,86	0,81	0,76	0,71	0,68	0,64	0,61	0,58	0,56	0,53	0,51	0,49	0,47	0,46
0,9	0,88	0,82	0,78	0,74	0,70	0,67	0,64	0,61	0,58	0,56	0,52	0,52	0,50	0,48
1,0	0,89	0,84	0,80	0,76	0,72	0,69	0,66	0,64	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51
1,1	0,90	0,85	0,81	0,78	0,74	0,71	0,68	0,66	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53
1,2	0,90	0,86	0,82	0,79	0,76	0,73	0,70	0,68	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,56
1,3	0,91	0,87	0,84	0,80	0,77	0,74	0,72	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,58
1,4	0,92	0,88	0,84	0,81	0,78	0,76	0,73	0,71	0,69	0,66	0,65	0,63	0,61	0,59
1,5	0,92	0,89	0,85	0,82	0,80	0,77	0,75	0,72	0,70	0,68	0,66	0,64	0,63	0,61

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ $L = 1,35 k_1 \Delta t$

k_1	Δt									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
0,03	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
0,04	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
0,05	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07
0,06	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08
0,07	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09
0,08	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11
0,09	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12
0,10	0,01	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,11	0,12	0,14
0,11	0,02	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15
0,12	0,02	0,03	0,05	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,16
0,13	0,01	0,04	0,05	0,07	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18
0,14	0,02	0,04	0,06	0,08	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19
0,15	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20
0,16	0,02	0,04	0,06	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,22
0,17	0,02	0,05	0,07	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21	0,23
0,18	0,02	0,05	0,07	0,10	0,12	0,15	0,17	0,19	0,22	0,24
0,19	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,23	0,26
0,20	0,03	0,05	0,08	0,11	0,14	0,16	0,19	0,22	0,24	0,27
0,21	0,03	0,06	0,08	0,11	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26	0,28
0,22	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ $V = 2,1 k_1 \Delta e$

k_1	Δe									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06
0,04	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08
0,05	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
0,06	0,02	0,02	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13
0,07	0,02	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15
0,08	0,02	0,03	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17
0,09	0,02	0,04	0,06	0,08	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19
0,10	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21
0,11	0,02	0,05	0,07	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21	0,23
0,12	0,02	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,17	0,20	0,23	0,25
0,13	0,03	0,06	0,08	0,11	0,14	0,16	0,19	0,22	0,25	0,27
0,14	0,03	0,06	0,08	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,26	0,29
0,15	0,03	0,06	0,09	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,32
0,16	0,03	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,24	0,27	0,30	0,34
0,17	0,04	0,08	0,11	0,14	0,18	0,21	0,25	0,29	0,32	0,36
0,18	0,04	0,08	0,11	0,15	0,19	0,23	0,26	0,30	0,34	0,38
0,19	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40
0,20	0,04	0,08	0,13	0,17	0,21	0,25	0,29	0,34	0,38	0,42
0,21	0,04	0,09	0,13	0,18	0,22	0,26	0,31	0,35	0,40	0,44
0,22	0,05	0,09	0,14	0,18	0,23	0,28	0,32	0,37	0,42	0,46

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ УСТАНОВКИ М-54
ДЛЯ ГРАДИЕНТНЫХ ИЗМЕРЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ
И РАСЧЕТУ ПОТОКА ТЕПЛА**

1. Проверка установки М-54

Перед установкой термометров в почву необходимо в помещении проверить исправность прибора.

Для этого проверяется:

- 1) исправность измерительного пульта;
- 2) нумерация термометров;
- 3) отсутствие «течи» термометров.

Проверка исправности пульта описана в «Наставлении гидрометстанциям и постам», вып. 3, ч. III.

Проверку нумерации термометров рекомендуется проводить следующим путем:

а) собрать установку, проверить «контроли» и поставить переключатель диапазонов на тот, которому соответствует температура окружающей среды;

б) подключить какой-либо из термометров и подогревать его рукой; если при этом стрелка гальванометра перемещается — нумерация правильная, если стрелка неподвижна — нумерация перепутана;

в) для того, чтобы отыскать, какому из термометров соответствует данный номер, нужно попеременно подогревать каждый из термометров. Тот термометр, у которого стрелка гальванометра отклоняется, соответствует данному номеру. При этом номер на термометре исправляется соответственно номеру на переключателе. Поскольку номера на термометрах прикреплены только на концах проводов у места соединения их в кабель, то следует привязать еще временные бирки к самим термометрам, чтобы не перепутать их при установке в почву.

Для проверки термометров «на течь» нужно оставить их на ночь в водяной ванне, а утром произвести отсчеты по всем термометрам. Если при подключении какого-либо термометра стрелка после того, как окончатся ее колебания, продолжает двигаться в сторону уменьшения температур, то термометр «течет». Измерять температуру таким термометром нельзя и его нужно заменить запасным.

2. Установка термометров в почву

После проверки в помещении термометры можно размещать в почве. Термометры устанавливаются под травостоем на глубинах: 0, 5, 10, 15, 20, 40, 60, 80 см. Два оставшихся термометра из комплекта сохраняются в качестве запасных; их следует влагоизолировать, например, обернуть в резиновую оболочку и уложить вместе с кабелем вблизи места установки термометров, заметив это место небольшим колышком.

Наиболее удобное время для установки термометров — ранняя весна или осень.

На метеорологической площадке на месте, отведенном для градиентных измерений в почве, с запада на восток вырывается шурф со скосом глубиной от 5 до 45 см, шириной 30—35 см и длиной 60—70 см. На месте, отведенном для шурфа, вначале снимается дерн, а затем послойно вынимается земля и укладывается на лист фанеры или кусок какого-нибудь материала. Вдоль северного края шурфа выкладываются термометры в том порядке, в котором они должны быть размещены в почве. Соединительный кабель растягивается до места установки пульта, вдоль тропинки. Пульт ставится на столик, предназначенный для этой цели. Затем устанавливаются термометры следующим образом. В южной стенке шурфа в направлении с запада на восток вдоль скоса (можно вместо скоса сделать ступеньки) на глубинах 5, 10, 15, 20 и 40 см острым предметом проделываются горизонтальные отверстия по диаметру и длине термометра. В эти отверстия вставляются сами термометры; они должны плотно входить в почву.

На глубины 60 и 80 см термометры опускаются в скважины, пробуренные почвенным буром. Скважины следует делать на дне шурфа. Они должны иметь глубину 62 и 82 см; на уровне 60 и 80 см должна находиться середина термометра. При укладке термометров в скважины необходимо с помощью линейки или деревянной палочки убедиться в том, что термометры дошли до дна. Затем, когда все термометры будут установлены, нужно (до засыпки их землей) подключить пульт, измерить температуру и проверить исправность схемы, т. е. убедиться в том, что все термометры работают исправно.

После проверки шурф засыпается землей. Землю нужно укладывать слой за слоем в том порядке, в котором она вынималась, и утрамбовывать ее, но так, чтобы не повредить термометры и не нарушить порядок установки. Засыпать шурф удобнее с глубокой его части.

На каждом из уровней 40, 20, 15, 10, 5 см горизонтально укладывается провод от термометров так, чтобы вывод приходился в восточной части шурфа. Укладывать провод нужно сво-

бно, чтобы он не тянул термометр и чтобы при выходе из шурфа все провода имели одинаковую длину.

Термометр № 1 устанавливается на поверхности в расстоянии около 15 см от южного края шурфа горизонтально так, чтобы половина его была вдавлена в дерновину.

В двух местах провод напочвенного термометра прижимается к почве тонкими металлическими скобами. Ими могут служить шпильки для волос или изогнутая в виде шпильки мягкая проволока диаметром около 1 мм.

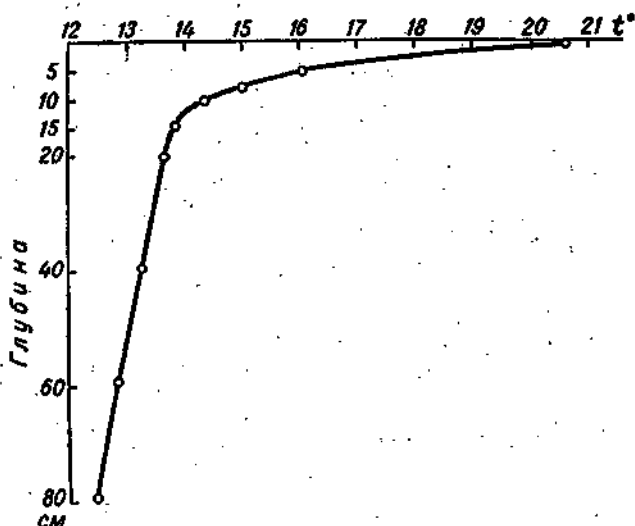


Рис. 6. Распределение температуры почвы в 13 час.

От северо-восточного угла шурфа в сторону пульты откапывается узкая канавка и в нее укладываются на глубину 20 см провода и кабель; кабель до пульты можно укладывать в срез под лопату на ту же глубину, а не рыть канавку. Шурф закрывается дерном и обильно поливается водой, чтобы почва быстрее уплотнилась и прирос дерн.

Установку термометров следует делать дней за пять до начала месяца.

Наблюдения по термометрам следует производить с первого же дня в срок 13 час и по данным этих наблюдений строить профили распределения температуры почвы по глубинам. По этим профилям температуры можно проследить, правильно ли установлены термометры. Если термометры исправны и установлены на соответствующих уровнях, то профили должны быть плавными и все точки должны укладываться на кривую.

Образец типичного профиля температуры в 13 час приводится на рис. 6.

3. Методика наблюдений по установке М-54

Градиентные наблюдения по установке М-54 нужно производить в сроки 1, 7, 10, 13, 16 и 19 час, как это предусмотрено программой градиентных наблюдений.

Методика наблюдений состоит в следующем. По окончании актинометрических наблюдений, за 4 мин до измерений по психрометрам, производится отсчеты по всем термометрам с № 1 до № 8; затем переключатель термометров переводится в положение № 5 (т. е. для глубины 20 см) и после третьего отсчета по психрометрам производится второй отсчет по термометрам сопротивления с № 5 до № 1. Форма записи наблюдений приведена в табл. 1.

Таблица 1

Пример записи наблюдений по М-54 для срока 13 час.

№	Глубина, м	Диапа- зон	Отсчет I	Отсчет II	Средняя	t°	Поправ- ка	t° исправ- ленная
1	0	8	-12,2	-3,5	-7,8	35,04	0,68	35,7
2	5	6	9,0	10,0	9,5	16,98	0,29	17,3
3	10		-14,0	-14,0	-14,0	14,55	0,71	15,3
4	15		-14,1	-13,6	-13,8	14,57	0,24	14,8
5	20		-8,9	-9,0	-9,0	15,07	-0,29	14,8
6	40		-15,0		-15,0	14,45	0,16	14,6
7	60		-29,0		-29,0	13,00	0,70	13,7
8	80		-36,0		-36,0	12,28	0,60	12,9

Контроли — Диапазон 6 = 48,8
— Диапазон 7 = -40,0.

Отсчеты по гальванометру производятся с точностью до 0,1, перевод делений в градусы температуры и исправление поправкой — с точностью до 0,01, а окончательная температура округляется до 0,1°.

4. Рекомендации по расчету потока тепла в почву при измерении температуры по установке М-54

Поток тепла в почву рекомендуется вычислять по формуле

$$P = \frac{c}{\tau} \Delta t_{cp} h,$$

где c — объемная теплоемкость почвы; τ — время между сроками измерения температуры (в минутах); Δt_{cp} — разность средних по всему слою температур; h — глубина слоя (в см).

Средняя для всего слоя температура рассчитывается следующим образом:

а) выписываются температуры на уровнях 0, 5, 10, 15, 20, 40, 60, 80 см;

б) рассчитываются средние температуры слоев толщиной 5 см (для глубин от 0 до 20 см) как полусумма температур для двух смежных глубин. Например

$$\bar{t}_{0-5} = \frac{t_0 + t_5}{2}; \quad \bar{t}_{5-10} = \frac{t_5 + t_{10}}{2} \text{ и т. д.}$$

в) рассчитываются средние температуры слоев толщиной 20 см, при этом средняя температура в слое от 0 до 20 см является средней из температур для слоев 5 см, т. е.

$$\bar{t}_{0-20} = \frac{\bar{t}_{0-5} + \bar{t}_{5-10} + \bar{t}_{10-15} + \bar{t}_{15-20}}{4}.$$

Для следующих слоев средняя температура будет равна полусумме температур для двух смежных глубин, т. е.

$$\bar{t}_{20-40} = \frac{t_{0-20} + t_{40}}{2};$$

$$\bar{t}_{40-60} = \frac{t_{40} + t_{60}}{2};$$

$$\bar{t}_{60-80} = \frac{t_{60} + t_{80}}{2};$$

Таблица 2

Расчет средних температур слоя

Глубина, см	Срок 10 час			Срок 13 час			Срок 16 час		
	t	$\bar{t}_5$	$\bar{t}_{20}$	t	$\bar{t}_5$	$\bar{t}_{20}$	t	$\bar{t}_5$	$\bar{t}_{20}$
0	21,9			28,5			26,6		
5	17,2	19,6		21,2	24,8		21,0	23,8	
10	15,2	16,2	16,4	17,2	19,2	19,1	18,6	19,8	19,6
15	14,8	15,0		16,0	16,6		17,4	18,0	
20	14,9	14,8		15,4	15,7		16,4	16,9	
40	14,4		14,6	14,4		14,9	14,3		15,4
60	13,7		14,0	13,7		14,0	13,6		14,0
80	12,8		13,2	12,8		13,2	12,8		13,2
Средняя (по слою)			14,5			15,3			15,5

г) рассчитывается средняя температура всего слоя от 0 до 80 см осреднением температур слоев толщиной 20 см, т. е.

$$\bar{t}_{\text{ср. см}} = \frac{\bar{t}_{0-20} + \bar{t}_{20-40} + \bar{t}_{40-60} + \bar{t}_{60-80}}{4}.$$

Далее рассчитывается разность средних по всему слою температур между сроками, для которых определяется поток в почву. Пример расчета приведен в табл. 2 по наблюдениям в Воейково 18/VI 1962 г.

Из этой таблицы видно, что средняя температура слоя в срок 10 час $\bar{t}_{\text{ср.}} = 14,5^\circ$, в срок 13 час $\bar{t}_{\text{ср.}} = 15,3^\circ$, в срок 16 час $\bar{t}_{\text{ср.}} = 15,5^\circ$.

Для вычисления объемной теплоемкости рекомендуется дополнительно брать пробы на влажность на уровнях 40, 60 и 80 см и среднюю теплоемкость определять во всем слое.

Зная $\bar{t}_{\text{ср.}}$ и c , значения потока тепла в почве легко определить по вышеприведенной формуле.

Если для рассматриваемого примера $c = 0,45$, а $h = 80$ см, то за период от 10 до 13 час

$$P = \frac{0,45}{180} \cdot 80 (15,3 - 14,5) = 0,16 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин};$$

за период от 13 до 16 час

$$P = \frac{0,45}{180} \cdot 80 (15,5 - 15,3) = 0,04 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}.$$