

**Охрана окружающей среды и природопользование
Гидрометеорология**

**ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ АКТИНОМЕТРИЧЕСКИХ
И ТЕПЛОБАЛАНСОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И РАБОТ**

**Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне
Гідраметэаралогія**

**ПРАВИЛЫ ПРАВЯДЗЕННЯ АКТЫНАМЕТРЫЧНЫХ
І ЦЯПЛАБАЛАНСАВЫХ НАЗІРАННЯЎ І РАБОТ**

Издание официальное



Минприроды

Минск

Ключевые слова: актинометрические и теплобалансовые наблюдения, суммарная солнечная радиация, радиационный баланс, срочные наблюдения, непрерывные наблюдения, интеграторные наблюдения.

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению техническим нормированием и стандартизацией в области охраны окружающей среды установлены Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

1 РАЗРАБОТАН Государственным учреждением «Республиканский гидрометеорологический центр»
ВНЕСЕН Департаментом по гидрометеорологии

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 5. Часть 1. Росгидромет. Москва. 1997 и Руководства по теплобалансовым наблюдениям. Гидрометеоиздат. Ленинград. 1977)

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Минприроды Республики Беларусь

Издан на русском языке

Содержание

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки.....	1
3	Термины и определения.....	2
4	Общие положения.....	2
5	Правила выполнения срочных наблюдений.....	3
5.1	Общие указания.....	3
5.2	Метеорологические параметры и оптические характеристики атмосферы, определяемые при выполнении актинометрических наблюдений.....	4
5.3	Условия проведения срочных наблюдений.....	7
5.4	Подготовка к выполнению срочного наблюдения.....	9
5.5	Проведение измерений при выполнении срочных наблюдений.....	9
5.6	Обработка результатов срочных наблюдений.....	12
5.7	Контроль рабочих приборов.....	16
5.8	Состав комплекта технических средств для обеспечения срочных наблюдений.....	24
5.9	Требования к состоянию технических средств и эксплуатационному уходу.....	25
5.10	Погрешности результатов наблюдений (при срочных наблюдениях).....	27
6	Правила выполнения непрерывных наблюдений.....	27
6.1	Общие указания.....	27
6.2	Условия выполнения непрерывных наблюдений (регистрации).....	28
6.3	Проведение регистрации и дополнительных наблюдений.....	29
6.4	Проведение измерений при перерывах в работе регистрирующего прибора.....	33
6.5	Проведение измерений для определения характеристик прозрачности атмосферы.....	34
6.6	Обработка результатов регистрации.....	35
6.7	Контроль рабочих приборов.....	40
6.8	Состав комплекта технических средств для обеспечения непрерывных наблюдений.....	43
6.9	Требования к состоянию технических средств и эксплуатационному обслуживанию.....	44
6.10	Погрешности результатов наблюдений (при непрерывных наблюдениях).....	45
7	Правила выполнения наблюдений для определения суточных сумм радиации путем интегрирования.....	46
7.1	Общие указания.....	46
7.2	Условия проведения наблюдений.....	46
7.3	Выполнение наблюдений.....	46
7.4	Обработка результатов наблюдений.....	50
7.5	Состав комплекта технических средств для обеспечения интеграторных наблюдений.....	51
7.6	Требования к состоянию технических средств и эксплуатационному уходу.....	51
7.7	Погрешности результатов наблюдений (при интеграторных наблюдениях).....	52
8	Правила выполнения теплобалансовых наблюдений.....	53
8.1	Общие сведения.....	53
8.2	Организация наблюдений.....	57
8.3	Порядок производства теплобалансовых наблюдений.....	66
8.4	Запись и первичная обработка теплобалансовых наблюдений.....	71
8.5	Обработка материалов теплобалансовых наблюдений и расчет тепловых потоков.....	76
8.6	Составление таблиц теплобалансовых наблюдений (ТМ-16 и ТМ-16а).....	79

Приложение А	(справочное) Понятия об актинометрических величинах и краткие сведения об использовании актинометрической информации.....	82
Приложение Б	(обязательное) Требования к ведению рабочих журналов.....	87
Приложение В	(обязательное) Построение вспомогательных таблиц шкаловых поправок и способы учета зависимости переводного множителя от температуры.....	94
Приложение Г	(обязательное) Указания по заполнению книжки для записи результатов актинометрических наблюдений КМ-12.....	97
Приложение Д	(обязательное) Основные понятия об измерении времени. Расчет высоты Солнца. Расчет характеристик прозрачности атмосферы....	107
Приложение Ж	(обязательное) Контроль результатов актинометрических наблюдений.....	119
Приложение К	(справочное) Расчет суточных и месячных сумм радиации.....	124
Приложение Л	(справочное) Значения коэффициента $[1 - 0,008 (T - 20)]$, используемого для введения температурных поправок к показаниям актинометра, при различной температуре воздуха T	127
Приложение М	(рекомендуемое) Рекомендации по размещению, установке и вводу в эксплуатацию технических средств для выполнения актинометрических наблюдений.....	128
Приложение Н	(справочное) Расходные материалы для производства актинометрических наблюдений.....	149
Приложение П	(обязательное) Указания по заполнению книжки для записи теплобалансовых наблюдений КМ-16.....	151
Приложение Р	(обязательное) Указания по расчету составляющих теплового баланса.....	166
Библиография.....		174

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

Охрана окружающей среды и природопользование Гидрометеорология ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ АКТИНОМЕТРИЧЕСКИХ И ТЕПЛОБАЛАНСОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И РАБОТ

Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне Гідраметэаралогія ПРАВІЛЫ ПРАВЯДЗЕННЯ АКТЫНАМЕТРЫЧНЫХ І ЦЯПЛАБАЛАНСАВЫХ НАЗІРАННЯЎ І РАБОТ

Environmental Protection and Nature Use
Hydrometeorology
Rules for carrying actinometry
and teplobalancy observations and works

Дата введения 2009-04-01

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) устанавливает основные положения и правила организации и проведения наземных актинометрических и теплоробалансовых наблюдений. Содержит правила производства наблюдений, в том числе выполнение измерений, их первичную обработку и правила ухода за приборами.

Технический кодекс предназначен для организаций государственной гидрометеорологической службы, осуществляющих актинометрические и теплоробалансовые наблюдения, а также для других производителей гидрометеорологической информации, осуществляющих такие наблюдения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем техническом кодексе приведены ссылки на следующие технические нормативно - правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее - ТНПА):

ТКП 17.10-09-2008 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила организации агрометеорологических наблюдений и работ

ТКП 17.10.12-2009 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения приземных метеорологических наблюдений и работ

ГОСТ 8.195-89 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения и спектральной плотности энергетической освещенности в диапазоне длин волн 0,25—25,00 мкм; силы излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн 0,2—25,0 мкм

ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.

Примечание – При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом, следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 актинометрия: Раздел геофизики, в котором изучается энергия, излучаемая Солнцем, поверхностью Земли и атмосферой, и ее преобразования [1].

3.2 солнечная радиация: Электромагнитное излучение Солнца [2].

3.3 прямая солнечная радиация: Энергетическая освещенность, создаваемая излучением, поступающим в виде практически параллельного пучка лучей от диска Солнца и околосолнечной зоны радиусом 5° на поверхность, перпендикулярную направлению солнечных лучей.

3.4 рассеянная радиация: Проходя сквозь атмосферу, солнечная радиация частично рассеивается атмосферными газами и аэрозольными примесями и переходит в особую форму рассеянной радиации [3].

3.5 баланс солнечной радиации: Разность между потоками солнечной радиации, направленными вниз и вверх; результирующий поток земной радиации [4].

3.6 альбедо: Отношение интенсивности радиации (лучистой или световой энергии), отраженной от поверхности к интенсивности радиации, падающей на нее [4].

3.7 истинное солнечное время: Время, определяемое движением истинного солнца по небесному своду [2].

3.8 методическое руководство: Комплекс научных, методических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение единства измерений, требуемой точности, достоверности, репрезентативности, стандарта качества результатов наблюдений и их сопоставимости (с результатами наблюдений, как на других станциях, так и в других государствах).

3.9 методист: Специалист, который выполняет методическое руководство какого - либо вида наблюдений.

4 Общие положения

4.1 Актинометрические наблюдения, выполняемые на метеорологических станциях, предназначены для изучения радиационного режима, определяющего в значительной степени климат территории и условия жизнедеятельности человека, а также для решения практических задач в различных отраслях хозяйственной деятельности.

4.2 Сетевые приземные актинометрические наблюдения включают определение комплекса взаимосвязанных между собой характеристик солнечного излучения, достигающего земной поверхности, и теплового излучения естественных земных объектов, а также ряда параметров состояния атмосферы и земной поверхности, влияющих на процессы трансформации солнечного излучения.

4.2.1 Комплекс характеристик солнечного излучения (составляющих радиационного баланса) включает: прямую солнечную радиацию, рассеянную радиацию, суммарную радиацию, отраженную коротковолновую радиацию (в дальнейшем – отраженную радиацию), коротковолновое альбедо подстилающей поверхности (в дальнейшем –

альбедо), радиационный баланс, баланс коротковолновой радиации, баланс длинноволновой радиации. Понятия об этих характеристиках даны в приложении А.

4.2.2 Комплекс характеристик состояния атмосферы и земной поверхности включает: количество и форму облаков, цвет неба, состояние диска Солнца, метеорологическую дальность видимости, состояние подстилающей (деятельной) поверхности, температуру воздуха, парциальное давление водяного пара, температуру поверхности почвы. Характеристики этих величин (кроме состояния диска Солнца), изложены в ТКП 17.10.12.

4.3 Пункт актинометрических наблюдений должен быть организован только на базе действующей метеорологической станции. Открытие, перенос или закрытие пункта актинометрических наблюдений должны быть согласованы с методической организацией.

4.4 В местах установки приборов для выполнения наблюдений закрытость горизонта в азимутальных направлениях восхода и захода Солнца должна быть не более 3° по угловой высоте, а в остальных направлениях – не более 5°. В случаях отклонений от указанных норм вопрос должен быть согласован с Государственным учреждением «Республиканский гидрометеорологический центр» (далее – Республиканский гидрометеоцентр).

4.5 К выполнению актинометрических наблюдений допускаются лица со средним специальным образованием, а также лица, прошедшие специальную подготовку в Республиканском гидрометеоцентре или на станции в течение срока не менее 1 мес.

4.6 В пункте актинометрических наблюдений должны вестись следующие журналы:

- журнал работы приборов;
- журнал (лист) контроля и поверок рабочих приборов;
- журнал замечаний.

Эти журналы заполняются в соответствии с приложением Б. В пункте наблюдений также должны храниться поверочные свидетельства всех средств измерений.

4.7 Для повседневной работы сотрудники станции должны использовать настоящий технический кодекс, комплект рабочих таблиц и графиков в соответствии с приложением В, а также ТКП 17.10.12.

4.8 Для записи результатов срочных наблюдений должна использоваться книжка КМ-12 (в соответствии с приложением Г) или рабочая тетрадь, интеграторных наблюдений – таблица ТИ-1, теплобалансовых наблюдений – книжка КМ-16 и таблица ТМ-16.

4.9 Наблюдения в каждом пункте должны проводиться в соответствии с программой, которую устанавливает Республиканский гидрометеоцентр по согласованию с Департаментом по гидрометеорологии. Для пунктов актинометрических наблюдений установлены три типа программ:

- срочные наблюдения;
- непрерывные наблюдения (регистрация);
- определение суточных сумм радиации путем интегрирования.

По указанию Республиканского гидрометеоцентра и при согласовании с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды некоторые пункты актинометрических наблюдений могут работать по программам с неполным составом информации, по двум программам одновременно, или по расширенной программе дополненной наблюдениями за другими видами радиации.

5 Правила выполнения срочных наблюдений

5.1 Общие указания

5.1.1 Срочные актинометрические наблюдения должны проводиться 6 раз в сутки: в 0 ч 30 мин, 6 ч 30 мин, 9 ч 30 мин, 12 ч 30 мин, 15 ч 30 мин, 18 ч 30 мин по среднему солнечному времени. Среднее солнечное время определяется в соответствии с приложением Д. Дневными сроками наблюдений считаются сроки, попадающие в период

времени, который начинается за 30 мин до восхода Солнца и заканчивается через 30 мин после его захода. Временем начала срочного наблюдения считается момент первого отсчета по актинометрическому прибору, а временем окончания – момент последнего отсчета.

5.1.2 При срочных наблюдениях должны проводиться измерения для определения прямой солнечной, рассеянной, отраженной радиации и радиационного баланса, а также наблюдения за облачностью, температурой воздуха и подстилающей поверхности, парциальным давлением водяного пара, атмосферными явлениями, состоянием подстилающей (деятельной) поверхности, метеорологической дальностью видимости, цветом неба, состоянием диска Солнца в соответствии с 5.2.

5.1.3 Одно срочное наблюдение должно состоять из ряда серий измерений, количество которых зависит от условий измерений. Каждая серия должна включать ряд отсчетов, выполняемых по измерительным приборам с интервалами 10 – 15 с. Допускаемые отклонения от срока наблюдений и промежутки времени между отсчетами указаны в 5.4.

5.1.4 Отсчеты по гальванометрам должны сниматься до 0,1 деления (далее в единицах измерения - дел.) шкалы. Значения скорости ветра должны округляться до 1 м/с.

Все записи при проведении срочных наблюдений должны заноситься в книжку КМ-12. Пояснения по ее заполнению приведены в приложении Г.

5.1.5 Результаты срочных наблюдений за истекший месяц после выполнения первичной обработки должны быть закодированы, занесены на магнитный носитель и отправлены в центр обработки (Республиканский гидрометеоцентр) не позднее 12 числа следующего месяца. Порядок занесения данных на магнитный носитель устанавливает Республиканский гидрометеоцентр. Сроки представления информации с труднодоступных станций и согласуются с центром обработки актинометрической информации.

5.1.6 На станции, выполняющей срочные наблюдения, должны вестись рабочие журналы, перечисленные в 4.6.

Рабочие журналы должны заполняться в соответствии с приложением Б.

5.1.7 Наблюдатель в течение рабочего дня должен проверить правильность заполнения книжки КМ-12 и обработки результатов, выполненных в предыдущий день. При обнаружении ошибок исправленные значения необходимо записать на полях книжки КМ-12. Если ошибки вызваны несоблюдением методики наблюдений и обработки, то следует внести соответствующую запись в журнал замечаний. Контроль результатов наблюдений должен выполняться в соответствии с приложением Ж.

5.1.8 Специалист, ответственный за выполнение актинометрических наблюдений, должен просматривать записи в журнале и книжке КМ-12 и давать соответствующие разъяснения остальным сотрудникам. В сомнительных случаях необходимо обращаться за консультацией в группу актинометрии Республиканского гидрометеоцентра.

5.1.9 Не реже 1 раза в 10 дней должна быть выполнена проверка состояния технических средств в соответствии с 5.9 (техосмотр). Результаты техосмотра необходимо записать в журнал работы приборов.

5.1.10 Регулярно (ежемесячно) при наличии погодных условий, указанных в 5.7.1.2, должен производиться контроль переводных множителей рабочих приборов.

5.1.11 Значения переводных множителей должны определяться в результате поверки, выполненной по контрольной паре, которая градуируется в естественных условиях в Республиканском гидрометеоцентре или во время проведения проверки станции.

5.2 Метеорологические параметры и оптические характеристики атмосферы, определяемые при выполнении актинометрических наблюдений

5.2.1 Форму и количество облаков определяют визуально по методике, изложенной в разделе 24 ТКП 17.10.12. При наблюдении отмечают общее количество облаков и

количество облаков нижнего яруса, а также формы всех наблюдаемых облаков. Вид и разновидность облаков не указывают. Если облака какой-либо формы присутствуют в количестве менее 0,5 балла, то рядом с отметкой формы этих облаков в скобках указывают «сл.», что означает – следы облаков.

При кодировании указывают количество облаков в баллах от 1 до 10. Следы облаков кодируют как «11». Облачность 10 баллов с просветами, отмечаемую при наблюдениях знаком 10, кодируют «12». Забракованное значение или пропуск в наблюдениях кодируются знаком «—». Случай, когда количество облаков определить невозможно, кодируют «13». Формы облаков кодируют в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 5.1 – Шифры форм облаков

Группа кода					Шифр
C_H	C_M	C_{L1}	C_{L2}	C_{L3}	
Ci	Ac	Cu	St		1
Cc	As	Cb	Sc	Ns	2
Cs				Fr nb	3
Ci, Cc	Ac, As	Cu, Cb	St, Sc		4
Ci, Cs					5
Cc, Cs				Ns, Fr nb	6
Ci, Cc, Cs					7
Форму облаков определить нельзя из-за наличия более низких облаков					8
Форму облаков определить нельзя из-за темноты или атмосферных явлений					9
Облака отсутствуют					0

5.2.2 Наличие облаков в зените определяют при общей облачности не более 3 баллов, при этом отмечают только формы облаков в зоне неба радиусом 30° относительно зенита. Например: «Z Cu» – в зените кучевые облака, «Z ясно» – в зените нет облаков.

5.2.3 Состояние диска Солнца оценивают визуально в соответствии с таблицей 5.2.

Таблица 5.2 – Шифры состояния солнечного диска

Состояние солнечного диска	Обозначение в КМ-12	Шифр при кодировании
На солнечном диске и в зоне 5° от его центра (ширина ладони вытянутой руки) не заметно следов облаков, тумана, дыма, пыли	$\square^2$	4
Солнце просвечивает сквозь облака, туман, дым, пыль; тени видны, актинометр можно нацелить на Солнце, а пиранометр – затенить	$\square$	3
Солнце слабо просвечивает, видно место его нахождения, но тени не видны, актинометр нельзя нацелить, а пиранометр – затенить	$\square^0$	2
Солнечного диска не видно сквозь плотные облака	Π	0
Солнечный диск не виден вследствие большой закрытости горизонта	—	9
Окрестности освещены Солнцем, но приборы на площадке затенены местными объектами	$\square$	5
Солнечный диск под горизонтом (ночью)	/	/

5.2.4 Цвет неба определяют при общем количестве облаков не более 3 баллов по участку неба в зените. При наличии облаков в околоразенитной зоне цвет неба не отмечают. Цвет неба определяют одной из четырех градаций: синее – шифр 1, голубое – шифр 2, бледно-голубое – шифр 3, белесое – шифр 4.

5.2.5 Метеорологическую дальность видимости (видимость) оценивают визуально в баллах по методике, изложенной в разделе 25 ТКП 17.10.12, или измеряют с использованием средств измерений, применяемых на метеорологической станции и рекомендованных ТКП 17.10.12.

5.2.6 Атмосферные явления определяют визуально в соответствии с указаниями раздела 22 ТКП 17.10.12. Перечень атмосферных явлений, их условные обозначения и шифры для записей при актинометрических наблюдениях приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Шифры атмосферных явлений

Атмосферные явления	Обозначение	Шифр	Атмосферные явления	Обозначение	Шифр
Смерчь	)(	01	Мгла	∞	31
Вихрь	⊗	02	Пыльный поземок	⚡	32
Шквал	∇	03	Пыльная буря	⚡→	33
Роса	⌒	10	Дым	SS	34
Иней	┌┐	11	Мгла снежная	⊗	40
Гололед	~	12	Поземок	⬆→	41
Изморозь кристаллическая	∇	13	Метель низовая	⬆→	42
Изморозь зернистая	∇	14	Метель общая	⬆↕	44
Парение моря (озера, реки)	)))	20	Иглы ледяные	↔	50
Дымка	==	21	Ледяной дождь	Δ	51
Туман	≡	22	Крупа ледяная	Δ	52
Туман просвечивающий	≡	23	Крупа снежная	*Δ	53
Туман поземный	≡	24	Зерна снежные	Δ	54
Туман ледяной	≡	25	Морось	,	62
Туман ледяной просвечивающий	≡	26	Дождь	•	63
Туман ледяной поземный	≡	27	Дождь ливневый	•	64
Туман в окрестностях станции	[≡]	28	Град	▲	65
Туман поземный в окрестностях станции	[≡]	29	Снег	*	70
			Снег ливневый	*∇	71
			Снег мокрый	*•	72
			Снег ливневый мокрый	*•	73
			Гроза	⚡	80

При проведении актинометрических наблюдений в обязательном порядке должно отмечаться появление дыма над местом наблюдения, поскольку он понижает прозрачность атмосферы и влияет на радиацию. Если дым идет только от отдельной трубы или костра и не распространяется над метеорологической площадкой, то наличие дыма должно указываться только в том случае, если дым или его следы наблюдаются перед диском Солнца.

5.2.7 Температуру воздуха определяют по сухому термометру, установленному в психрометрической будке, по методике, изложенной в разделе 13 ТКП 17.10.12. Показание термометра отсчитывают с десятыми долями градуса, поправку к показанию термометра не вводят.

5.2.8 Парциальное давление водяного пара выписывают из результатов ближайшего метеорологического срока (КМ-1), выполненного в соответствии с указаниями раздела 14 ТКП 17.10.12.

5.2.9 Температуру подстилающей (деятельной) поверхности отсчитывают по окончании срочного наблюдения по срочному (напочвенному) термометру, установленному при отсутствии снега на оголенном участке метеорологической площадки, а при наличии снежного покрова – на поверхности снега. Значение температуры подстилающей поверхности округляют до целого градуса. Поправки к показаниям термометра не вводят.

5.2.10 Состояние подстилающей (деятельной) поверхности определяют визуально. В первую очередь смотрят под актинометрическими датчиками и вокруг них. Возможные состояния подстилающей поверхности и шифры для кодирования этой характеристики приведены в таблице 5.4.

5.3 Условия проведения срочных наблюдений

5.3.1 Срочные актинометрические наблюдения должны проводиться при любых метеорологических условиях за исключением указанных ниже случаев.

5.3.2 Срочные наблюдения не проводят:

- при сильном дожде;
- при скорости ветра более 20 м/с, включая порывы;
- при выпадении мокрого снега, задерживающегося на стеклянном колпаке пиранометра;
- при отложении гололеда и изморози в случае, когда невозможно очистить колпак пиранометра без повреждения.

5.3.3 Наблюдения по балансомеру не выполняют:

- при дожде, исключая случаи выпадения только отдельных капель, и при сильной мороси;
- при снеге, если снежинки остаются на приемной поверхности балансомера (не сдуваются ветром);
- при отложении гидрометеоров на приемной поверхности балансомера (росы, инея, изморози, гололеда);
- при скорости ветра более 15 м/с.

5.3.4 Наблюдения по актинометру не выполняют при дожде и при ветре, задувающим в трубку актинометра и вызывающем колебания стрелки гальванометра более 5 делений.

Таблица 5.4 – Шифры состояния подстилающей поверхности

Поверхность	Состояние										
	растительности или почвы				снега или льда						воды
	сухая	влаж-ная	мок-рая	замерз-шая	чистый			загрязненный			
					сухой	влаж-ный	обледе-невший	сухой	влаж-ный	обледе-невший	
Без снега											
без растительности	00	01	02	03	—	—	—	—	—	—	—
растительность											
редкая	10/20	11/21	12/22	13/23	—	—	—	—	—	—	—
с просветами	30/40	31/41	32/42	33/43	—	—	—	—	—	—	—
сплошная	50/60	51/61	52/62	53/63	—	—	—	—	—	—	—
Снегом покрыто менее 50 % поверхности											
без растительности	—	—	—	—	04	05	06	07	08	09	—
растительность											
редкая	—	—	—	—	14/24	15/25	16/26	17/27	18/28	19/29	—
с просветами	—	—	—	—	34/44	35/45	36/46	37/47	38/48	39/49	—
сплошная	—	—	—	—	54/64	55/65	56/66	57/67	58/68	59/69	—
Снегом покрыто более 50 %, но менее 100 % поверхности											
	—	—	—	—	74	75	76	77	78	79	—
Снегом покрыто 100 % поверхности											
	—	—	—	—	84	85	86	87	88	89	—
Лед											
	—	—	—	—	94	95	—	97	98	—	—
Вода спокойная											90
Примечание — числитель — зеленая трава, знаменатель — пожелтевшая трава. Степень покрытия растительностью: редкая — покрыто менее 50 % поверхности, с просветами — от 50 % до 90 %, сплошная — более 90 %.											

5.4 Подготовка к выполнению срочного наблюдения

5.4.1 При срочном наблюдении все измерения должны выполняться по возможности при одном и том же состоянии диска Солнца. Поэтому перед началом срочного наблюдения необходимо произвести визуальную оценку возможности сохранения одного и того же состояния диска Солнца в течение времени, требуемого на выполнение измерений по актинометрическим приборам (около 10 мин при открытом диске Солнца и 6 мин при закрытом). При устойчивой радиации и стабильном состоянии диска Солнца, срочное наблюдение должно начинаться в момент времени, соответствующий сроку (с отклонением от него не более чем на 2 мин). В условиях меняющегося состояния диска Солнца допускается отступление от срока (но не более чем на 20 мин), а интервалы между отсчетами допускается увеличивать не более чем до 2 мин.

5.4.2 За 10 мин до начала измерений открыть ящик с гальванометрами и произвести их внешний осмотр (по 5.9.11). С помощью накладного уровня проверить и в случае необходимости откорректировать установку гальванометров. Затем повернуть к себе стрелу актинометрической стойки. Если стойка имеет неподвижную стрелу, то установить вдоль нее откидной настил и по нему подойти к датчикам. Снять футляры и крышки с датчиков и произвести их внешний осмотр (по 5.9). Сверить номер стороны балансомера, обращенной вверх, с номером, записанным в книжке КМ-12 текущего месяца. В случае несоответствия изменить установку балансомера (перевернуть балансомер). При обнаружении дефектов в состоянии датчиков по возможности устранить их до начала наблюдений. Подходить к датчикам, установленным на стойке с неподвижной стрелой, разрешается только по откидному настилу, который в обязательном порядке должен убираться при выполнении измерений по балансомеру и обращенному вниз пиранометру.

5.4.3 Проверить состояние окраски теневых экранов и возможность их фиксации в наклонном положении. Проверить горизонтальность положения пиранометра и балансомера и при необходимости откорректировать.

5.4.4 В случае если состояние диска Солнца $\square^2$ или $\square$ не предвидится в течение всего срока, то подготовку актинометра к измерениям не производить.

5.4.5 Установить ручной анемометр на стойке и проверить его срабатывание, наблюдая вращение вертушки и движение шкалы относительно указателя.

5.5 Проведение измерений при выполнении срочных наблюдений

5.5.1 Выполнение срочного наблюдения при состоянии солнечного диска $\square^2$ и $\square$

5.5.1.1 Нацелить актинометр на Солнце. Произвести визуальные оценки количества и форм облаков, метеорологической дальности видимости, состояния подстилающей поверхности, атмосферных явлений и записать их. При облачности 3/3 и менее указать цвет неба и наличие облаков в зените.

5.5.1.2 Не позднее чем за 5 мин до начала измерений повернуть стрелу к себе, а у стойки с неподвижной стрелой установить настил. Закрыть крышками актинометр и пиранометр, замкнуть, накоротко выводы балансомера (переключателем в ящике с гальванометрами). Через 1 мин произвести отсчеты места нуля актинометра n_a и температуры T_r по термометру гальванометра, подключенного к актинометру, и записать в книжку КМ-12. Если наблюдение выполняется при температуре ниже минус 15 °С, то значение T_r принимают равным температуре воздуха. Отсчитать и записать значение места нуля n_6 по гальванометру, подключенному к балансомеру. Через 2 мин после того, как был закрыт пиранометр, отсчитать место нуля n_n по подключенному к нему гальванометру.

5.5.1.3 Не позднее чем за 2 мин до начала срока снять крышку с пиранометра и развернуть его так, чтобы при измерениях он был направлен номером в азимутальном направлении на Солнце. Повернуть стрелу в рабочее положение. Затенить пиранометр и

балансомер. Снять крышку с актинометра и откорректировать его нацеливание на Солнце. Разомкнуть выводы балансомера и подключить к гальванометру (соответствующим переключателем в ящике с гальванометрами), проверить правильность полярности подключения, т. е. соответствие положения переключателя полярности номеру стороны балансомера, обращенной вверх. Приступить к выполнению серий измерений.

5.5.1.4 Серия 1. Откорректировать затенение пиранометра и нацеливание актинометра. Записать состояние диска Солнца и время начала наблюдений и ровно в срок выполнить три отсчета N'_{D1} по затененному пиранометру и два отсчета N'_{S1} по актинометру в такой последовательности: N'_{D1} , N'_{S1} , N'_{D1} , N'_{S1} , N'_{D1} . Интервалы между отсчетами должны быть 10 – 15 с.

5.5.1.5 Серия 2. Откорректировать затенение балансомера. У стойки с неподвижной стрелой после этого убрать настил. Записать состояние диска Солнца и откорректировать нацеливание актинометра. Выполнить три отсчета V' по анемометру, три отсчета N'_B по затененному балансомеру (указывая знак) и два отсчета N'_{SB} по актинометру в такой последовательности: V' , N'_B , N'_{SB} , V , N'_B , N'_{SB} , V' , N'_B . При этом каждую пару отсчетов по балансомеру и анемометру снимать по возможности одновременно.

5.5.1.6 Серия 3. Повернуть стрелу к себе и установить пиранометр приемной поверхностью вниз. Теневые экраны установить в горизонтальной плоскости, параллельной плоскости стрелы. У стойки с неподвижной стрелой при этом установить, а затем убрать настил. Повернуть стрелу в рабочее положение. Записать состояние диска Солнца, выдержать 30 с для установления сигнала пиранометра, откорректировать нацеливание актинометра. Выполнить три отсчета N'_R по обращенному вниз пиранометру и два отсчета N'_{SR} по актинометру в такой последовательности: N'_R , N'_{SR} , N'_R , N'_{SR} , N'_R .

5.5.1.7 Серия 4. Повернуть стрелу к себе, а у стойки с неподвижной стрелой установить настил. Установить пиранометр приемной поверхностью вверх, проверить и при необходимости откорректировать горизонтальность пиранометра, вернуть стрелу в рабочее положение и затенить пиранометр. Не ранее чем через 30 с после затенения пиранометра откорректировать нацеливание актинометра, записать состояние диска Солнца и выполнить три отсчета N'_{D2} по затененному пиранометру и два отсчета по актинометру N'_{S2} в такой последовательности: N'_{D2} , N'_{S2} , N'_{D2} , N'_{S2} , N'_{D2} . Записать время окончания измерений.

5.5.1.8 Закрыть крышками и футлярами актинометр, пиранометр и балансомер. Если датчики установлены на стойке с неподвижной стрелой, то затеняющий экран балансомера установить вдоль стрелы, а экран пиранометра снять и уложить в ящик с гальванометрами или закрепить на стойке. Снять анемометр, уложить его в ящик с гальванометрами и закрыть ящик. У стойки с неподвижной стрелой убрать настил.

5.5.1.9 Выполнить наблюдения и записать значения температуры воздуха и поверхности почвы. Из результатов метеорологических наблюдений, выполненных в ближайший срок, записать в книжку КМ-12 парциальное давление водяного пара. При состоянии диска Солнца $\square^2$ в случае, когда атмосферное давление равно или ниже 950 гПа, записать также и его значение.

Примечание – Если актинометр, пиранометр и балансомер подключены каждый к своему гальванометру, то допускается выполнять одновременно серии 2 и 3.

5.5.1.10 Если при выполнении срочного наблюдения изменялись формы или количество облаков, то это должно быть отмечено в примечании. В примечании также делают запись, если продолжительность наблюдения была увеличена из-за увеличения интервалов между сериями или отсчетами.

5.5.1.11 Если при выполнении наблюдений стрелка гальванометра, подключенного к балансомеру, колеблется из-за порывистого ветра или быстрого движения облаков перед диском Солнца, то необходимо, наблюдая в течение 1 мин за изменениями показаний

гальванометра и анемометра, определить и записать минимальное и максимальное значения N'_B , а также минимальное и максимальное значения V' . Значения N'_B округлять до целого деления. В примечании указать: « N'_B – пределы».

5.5.1.12 В случае когда при состоянии диска Солнца $\square^2$ показания гальванометра меняются от задувания ветра в трубку актинометра, то снять отсчет, когда стихнет порыв ветра и прекратятся колебания стрелки гальванометра; если колебания стрелки не прекращаются и пределы колебаний превышают 5 дел., то измерения по актинометру не выполнять и записать причину в примечании.

5.5.1.13 В случаях когда сигнал актинометра меняется из-за изменения состояния диска Солнца, нужно максимально сблизить моменты отсчетов по актинометру и пиранометру или балансомеру. При этом сразу же после отсчета по пиранометру или балансомеру снять показание актинометра, не дожидаясь, пока стрелка остановится. В примечании указать, что состояние солнечного диска менялось: «СД менялось».

5.5.2 Выполнение срочного наблюдения при состоянии диска Солнца $\square^\circ$ и П

5.5.2.1 После подготовки к измерениям пиранометра и балансомера по 5.4 выполнить визуальные оценки количества и форм облаков, метеорологической дальности видимости, состояния подстилающей поверхности, атмосферных явлений.

5.5.2.2 Не позднее чем за 3 мин до начала измерений повернуть стрелу к себе или установить настил у стойки с неподвижной стрелой. Закрыть крышкой пиранометр и установить экраны в горизонтальной плоскости, параллельной плоскости стрелы. Замкнуть накоротко выводы балансомера. Через 2 мин после того, как был закрыт пиранометр, отсчитать и записать значения места нуля пиранометра n_n и балансомера n_b . Разомкнуть выводы балансомера и подключить его к гальванометру.

5.5.2.3 Не позднее чем за 1 мин до срока снять крышку с пиранометра. Стрелу повернуть на юг, а у стойки с неподвижной стрелой убрать настил.

5.5.2.4 Серия 1. Записать время начала наблюдений и состояние диска Солнца. Ровно в срок выполнить три отсчета N'_{D1} по пиранометру с интервалом 10 – 15 с между ними.

5.5.2.5 Серия 2. Отметить состояние диска Солнца. Выполнить три пары отсчетов по анемометру V' и балансомеру N'_B .

5.5.2.6 Серия 3. Повернуть стрелу к себе, а у стойки с неподвижной стрелой установить настил. Установить пиранометр приемной поверхностью вниз. Повернуть стрелу на юг, а у стойки с неподвижной стрелой убрать настил. Не ранее чем через 30 с после установки пиранометра отметить состояние диска Солнца и выполнить три отсчета N'_R .

5.5.2.7 Серия 4. Повернуть стрелу к себе, а у стойки с неподвижной стрелой установить настил. Проверить и при необходимости откорректировать горизонтальность пиранометра. Повернуть стрелу на юг. Отметить состояние диска Солнца. Через 30 с после установки пиранометра выполнить три отсчета N'_{D2} . Отметить и записать время окончания срочного наблюдения.

5.5.2.8 Повернуть стрелу к себе, закрыть крышками и футлярами датчики. Снять анемометр, уложить его в ящик с гальванометрами и закрыть ящик. У стойки с неподвижной стрелой убрать настил.

5.5.2.9 Выполнить измерения и записать значения температуры воздуха и почвы. Из результатов ближайшего метеорологического срока записать значение парциального давления водяного пара.

5.5.3 Выполнение срочного наблюдения в ночной срок

5.5.3.1 Повернуть стрелу к себе, а у стойки с неподвижной стрелой установить настил. Снять футляр с балансомера, проверить горизонтальность расположения датчика и повернуть стрелу на юг или убрать настил.

5.5.3.2 Замкнуть накоротко балансомер. Определить и записать количество и формы облаков, состояние подстилающей поверхности и атмосферные явления.

5.5.3.3 Отсчитать и записать место нуля балансомера n_6 . Проследить за тем, чтобы при выполнении измерений балансомер не освещался искусственными источниками света (прожекторами, близко расположенными осветительными приборами и др.).

5.5.3.4 Записать время начала измерений и ровно в срок выполнить три пары отсчетов, по анемометру V' и по балансомеру N'_B . Записать время окончания измерений.

5.5.3.5 Повернуть стрелу к себе, а у стойки с неподвижной стрелой установить настил. Закрыть балансомер футляром. Убрать настил. Закрыть ящик с гальванометрами.

5.5.3.6 Выполнить измерения и записать значения температуры воздуха и почвы. Из результатов ближайшего метеорологического срока записать парциальное давление водяного пара.

5.6 Обработка результатов срочных наблюдений

5.6.1 Общие указания

5.6.1.1 В случае если обработка результатов срочных наблюдений производится в центре обработки (Республиканском гидрометеоцентре), то в пункте наблюдений выполняют только первичную обработку исходных данных и их кодирование. Занесение информации на технический носитель (перфоленду, дискету, на ПЭВМ) осуществляется либо непосредственно на станции, либо в соответствующем подразделении Республиканского гидрометцентра.

5.6.1.2 В случае если в пункте наблюдений необходимо получить радиационные характеристики в единицах физической величины, то выполняют полную обработку результатов срочных наблюдений. При полной обработке определяют значения: прямой солнечной, рассеянной, суммарной, отраженной (коротковолновой) радиации, радиационного баланса, альбедо (коротковолновое) подстилающей поверхности, баланс коротковолновой радиации, баланс длинноволновой радиации, характеристику прозрачности атмосферы. По результатам наблюдений за полный месяц определяют месячные суммы радиации.

5.6.2 Подготовка результатов срочных наблюдений для центра обработки (первичная обработка)

5.6.2.1 Определить время срочного наблюдения как среднее из времени начала и окончания измерений и округлить до 1 мин.

5.6.2.2 Для каждой серии срочного наблюдения вычислить средние значения $\overline{N}_{D1}$, $\overline{N}_B$, $\overline{N}_R$, $\overline{N}_{D2}$ из соответствующих им троек отсчетов N'_{D1} , N'_B , N'_R , N'_{D2} и округлить до 1 деления (далее – дел).

5.6.2.3 По таблице шкаловых поправок (в соответствии с приложением В) данного гальванометра найти значения шкаловых поправок ΔN_{D1} , ΔN_B , ΔN_R , ΔN_{D2} , учитывая знак, для отметок шкалы $\overline{N}_{D1}$, $\overline{N}_B$, $\overline{N}_R$, $\overline{N}_{D2}$ соответственно. Шкаловую поправку к показаниям гальванометра, подключенного к пиранометру или балансомеру, не вводить, если ее значение менее 0,5 дел.

5.6.2.4 Вычислить исправленные значения отсчетов по формулам:

$$N_{D1} = \overline{N}_{D1} - n_n + \Delta N_{D1}, \quad (5.1)$$

где n_n – значение места нуля пиранометра, дел.

$$N_B = \overline{N}_B - n_6 + \Delta N_B, \quad (5.2)$$

где n_6 – значение места нуля балансомера, дел.

$$N_R = \overline{N}_R - n_n + \Delta N_R, \quad (5.3)$$

$$N_{D2} = \overline{N}_{D2} - n_n + \Delta N_{D2}. \quad (5.4)$$

Примечание – Если при измерениях были отсчитаны верхняя и нижняя границы значений отсчетов по балансомеру (по 5.5.1.12), то определить среднее из них $\overline{N}_B$. Таким же образом поступить в случае, когда измерены верхняя и нижняя границы значений скорости ветра.

5.6.2.5 Из трех отсчетов по анемометру V' определить среднюю скорость ветра V , округлив ее до 1 м/с.

5.6.2.6 По результатам измерений с актинометром для каждой серии вычислить значения $\overline{N}_{S1}$, $\overline{N}_{SB}$, $\overline{N}_{SR}$ и $\overline{N}_{S2}$ как средние из каждой пары отсчетов N'_{S1} , N'_{SB} , N'_{SR} и N'_{S2} соответственно.

5.6.2.7 По таблице шкаловых поправок гальванометра, подключенного к актинометру, найти значения шкаловых поправок ΔN_{S1} , ΔN_{SB} , ΔN_{SR} и ΔN_{S2} . Для отметок шкалы, равных $\overline{N}_{S1}$, $\overline{N}_{SB}$, $\overline{N}_{SR}$ и $\overline{N}_{S2}$ соответственно. Вычислить исправленные значения N_{S1} , N_{SB} , N_{SR} и N_{S2} по формуле:

$$N_S = \overline{N}_S - n_a + \Delta N_S, \quad (5.5)$$

где n_a – значение места нуля актинометра, дел.

5.6.2.8 Результаты обработки наблюдений необходимо записать в книжку КМ-12. Примеры представлены в приложении Г.

5.6.2.9 Выполнить кодировку результатов срочного наблюдения в соответствии с действующими правилами и записать в четырех последних строках книжки КМ-12.

5.6.3 Полная обработка результатов срочных наблюдений

5.6.3.1 Выполнить первичную обработку по 5.6.2.

5.6.3.2 Определить по данным поверочного свидетельства балансомера поправочный множитель Φ_V , соответствующий среднему значению скорости ветра V . Вычислить исправленное значение отсчета $N_{исп.}$ по формуле:

$$N_{исп.} = N_B \cdot \Phi_V. \quad (5.6)$$

5.6.3.3 Вычислить значения рассеянной D_1 и D_2 и отраженной R_k радиации по формулам:

$$D_1 = a_n \cdot N_{D1}, \quad (5.7)$$

где a_n – переводный множитель пиранометра с гальванометром, кВт/(м²·дел);

N_{D1} , N_{D2} , N_R – значения отсчетов с поправкой на место нуля и шкаловую поправку (по 5.6.2.4), дел.

$$D_2 = a_n \cdot N_{D2}, \quad (5.8)$$

$$R_k = a_n \cdot N_R. \quad (5.9)$$

5.6.3.4 Вычислить значение радиационного баланса без прямой солнечной радиации $B - S'$ по формуле:

$$B - S' = a_6 \cdot N_{исп.}, \quad (5.10)$$

где a_6 – переводный множитель балансомера с гальванометром, кВт/(м²·дел);

$N_{исп.}$ – значение отсчета, исправленное на величину места нуля, шкаловую поправку и скорость ветра (в соответствии с 5.6.2.4 и 5.6.3.2), дел.

При измерении с незатененным балансом значение радиационного баланса вычисляют по формуле:

$$B = a_6 \cdot N_{\text{исп.}}, \quad (5.11)$$

где $N_{\text{исп.}}$ – значение, аналогичное указанному в формуле (5.10), но при незатененном балансомере, дел.

5.6.3.5 Вычислить значения прямой солнечной радиации S_1 по данным серии 1, S_B по данным серии 2, S_R по данным серии 3 и по данным серии 4 по формуле:

$$S = a_T \cdot N_S, \quad (5.12)$$

где a_T – значение переводного множителя актиометра с гальванометром, при температуре T_T (отсчитанной по термометру гальванометра), кВт/(м² · дел);

N_S – значение, полученное по 5.6.2.7, дел.

Значение a_T необходимо определить с помощью графика температурной зависимости переводного множителя для этой пары либо в соответствии с методикой, изложенной в приложении В. Если наблюдение выполнено при температуре ниже минус 15 °С, то значение a_T берут для температуры воздуха.

Примечания

1 Для серии 1 значение прямой солнечной радиации должно определяться как $S_1 = a_T \cdot N_{S1}$, для серии

2 как $S_B = a_T \cdot N_{SB}$, для серии 3 как $S_R = a_T \cdot N_{SR}$ для серии 4 как $S_2 = a_T \cdot N_{S2}$.

2 Если при обработке используется температурный коэффициент Δa (приложение В), то значение S определяют по формуле:

$$S = N[a + \Delta a(T_T - 20)], \quad (5.13)$$

где a – переводный множитель при температуре 20 °С, кВт/(м² · дел).

3 Если при обработке используют температурную поправку ΔN_T (приложение В), то значение S определяют по формуле:

$$S = a(N_S + \Delta N_T), \quad (5.14)$$

где a – то же, что в формуле (5.13).

4 Формулы (5.12)–(5.14) дают одинаковый результат.

5.6.3.6 Для каждой серии вычислить значение прямой солнечной радиации на горизонтальной поверхности S' по формуле:

$$S' = S \cdot \sin h, \quad (5.15)$$

где S – значение прямой солнечной радиации, полученное по 5.6.3.5, кВт/м²;

h – высота Солнца в момент середины срочного наблюдения.

Значение $\sin h$ должно определяться по методике, изложенной в приложении Д.

5.6.3.7 Дальнейшая обработка результатов срочных наблюдений, выполненных при состоянии диска Солнца $\square^2$ или $\square$, зависит от стабильности условий наблюдений. Стабильными считаются такие условия, при которых абсолютное значение разности между любой парой значений S'_1 , S'_B , S'_R , и S'_2 не превосходит установленного допустимого значения, в качестве которого приняты следующие значения:

- при S' ниже 0,35 кВт/м² оно равно 0,02 кВт/м²;

- при S' равном или более 0,35 кВт/м², оно равно 0,05 кВт/м².

5.6.3.8 При стабильных условиях значения суммарной радиации Q , радиационного баланса B , альbedo подстилающей поверхности A_k , баланс коротковолновой радиации B_k и баланс длинноволновой радиации B_d должны определяться по формулам:

$$Q = D_2 + S'_2, \quad (5.16)$$

$$B = (B - S') + S'_2, \quad (5.17)$$

$$A_k = R_k / Q, \quad (5.18)$$

$$B_k = Q - R_k, \quad (5.19)$$

$$B_d = (B - S') + R_k - D_2. \quad (5.20)$$

Значения прямой солнечной S и рассеянной D радиации за срок наблюдений следует принять равными S_2 и D_2 соответственно.

5.6.3.9 В условиях нестабильной радиации перед вычислением значений Q и A_k необходимо оценить разности между значениями S'_1 , S'_R и S'_2 и выполнить следующее:

- если $|S'_R - S'_2|$ выше допустимого значения, а $|S'_R - S'_1|$ нет, то необходимо вычислять:

$$Q = S'_1 + D_1, \quad (5.21)$$

$$A_k = R_k / (S'_R + D_1), \quad (5.22)$$

и в примечании необходимо записать, что мы приняли $S = S_1$ и $D = D_1$

- если $|S'_R - S'_2|$ и $|S'_R - S'_1|$ выше допустимых значений, то A_k не вычислять, а значение Q вычислить по формуле:

$$Q = S'_2 + D_2, \quad (5.23)$$

и в примечании нужно записать, что мы приняли $S = S_2$ и $D = D_2$.

5.6.3.10 Перед вычислением значения B_d в условиях нестабильной радиации необходимо оценить разности между значениями S'_1 , S'_B , S'_R , и S'_2 и вычислять значение B_d следующим образом:

- если значения $|S'_B - S'_R|$ и $|S'_B - S'_1|$ ниже предельного значения, а значение $|S'_B - S'_2|$ выше, то вычислять по формуле:

$$B_d = (B - S') + R_k - D_1, \quad (5.24)$$

в примечании необходимо записать эту формулу;

- значение B_d не нужно вычислять в следующих случаях:

- 1) $|S'_B - S'_R|$ выше допустимого значения;
- 2) $|S'_B - S'_1|$ и $|S'_B - S'_2|$ выше допустимого значения;
- 3) $|S'_R - S'_1|$ и $|S'_R - S'_2|$ выше допустимого значения.

5.6.3.11 Если срочное наблюдение выполнено при состоянии диска Солнца Φ^0 или П одинаковом при выполнении всех серий измерений, то:

- значение суммарной радиации Q необходимо принять равным D_2 , т. е. $Q = D_2$;
- значение радиационного баланса B необходимо определить по формуле (5.11);
- значения R_k , B_k , B_d и альbedo A_k необходимо определить по формулам (5.9), (5.19), (5.20) и (5.18) соответственно.

5.6.3.12 Если срочное наблюдение выполнено в условиях меняющегося состояния диска Солнца и отмеченного как $\square^0$ и П то:

а) в качестве значения Q взять то из значений D_1 и D_2 , которое получено в серии с таким же состоянием диска Солнца, как и в серии 3 при измерении R_k ;

б) значение B_d вычислять только в том случае, когда состояние диска Солнца было одинаковым в сериях 2, 3 и 4 или в сериях 1, 2 и 3; в первом случае значение B_d вычислять по D_2 , а во втором – по D_1 ;

в) значения остальных видов радиации определять по значениям Q и D , которые определены в перечислении «а» данного подпункта.

5.6.3.13 Если срочное наблюдение выполнено при меняющемся состоянии диска Солнца $\square$ и $\square^0$ или $\square$ и П, то обработку выполнять в соответствии с 5.6.3.9 – 5.6.3.11, принимая, что при $\square^0$ и П значение прямой солнечной радиации равно нулю. В случае состояния диска Солнца $\square$, $\square^0$ и П в течение одного срочного наблюдения результаты измерений бракуются.

5.6.3.14 Значение радиационного баланса по результатам срочного наблюдения, выполненного в ночной срок, вычислить по формуле (5.11).

5.6.3.15 Если измерения с балансометром не проведены из-за осадков, то в дневной срок наблюдений принять $B = B_k = Q - R_k$ и $B_d = 0$, а в ночной срок принять $B_d = 0$.

5.6.3.16 Характеристики прозрачности атмосферы (коэффициента прозрачности P_2 или фактора мутности T_2) должны определяться по методике, изложенной в приложении Д.

5.6.3.17 После выполнения полной обработки необходимо произвести контроль полученных результатов срочного наблюдения в соответствии с приложением Ж.

5.6.3.18 Определение месячных сумм радиации при необходимости должно выполняться по приложению К.

5.7 Контроль приборов

5.7.1 Контрольная пара

5.7.1.1 Контрольный актинометр пункта наблюдений должен быть подготовлен и поверен актинометрической группой или службой средств измерений (далее – ССИ) Республиканского гидрометеоцентра. Контрольный актинометр должен быть укомплектован гальванометром ГСА-1 или ГСА-1МА, цифровым вольтметром (например В7-21) или потенциометром ПП-63. Комплектовать актинометр гальванометром ГСА-1МБ не допускается.

5.7.1.2 Гальванометр, используемый с контрольным актинометром, должен иметь шкаловые поправки не более 1 деления на рабочем участке шкалы, соответствующем значениям радиации от 0,3 до 1,1 кВт/м². Верхнюю и нижнюю границы рабочего участка шкалы определяют по формуле:

$$N = \frac{1000 \cdot kS}{\alpha \cdot (R_6 + R_r)} + n, \quad (5.25)$$

где N – отсчет по гальванометру, дел;

S – значения прямой солнечной радиации, кВт/м²;

k – чувствительность актинометра по данным поверочного свидетельства, мВ·м²/кВт;

α – цена деления гальванометра по данным его поверочного свидетельства, мкА/дел;

R_6 – сопротивление термобатареи актинометра, Ом;

R_r – сопротивление гальванометра на клеммах, к которым подключен актинометр, по данным поверочного свидетельства, Ом;

n – место нуля гальванометра, дел.

5.7.1.3 Для использования в качестве контрольных приборов должны быть выбраны актинометр с гальванометром (в дальнейшем – контрольная пара), показавшие высокую стабильность переводного множителя при периодическом контроле на протяжении не менее одного года.

5.7.1.4 В процессе подготовки контрольной пары для нее экспериментальным способом должна быть определена зависимость переводного множителя от температуры на основе сравнений с образцовым средством измерений (далее - ОСИ) солнечной радиации (актинометром или пиргелиометром, аттестованным в качестве ОСИ), выполненных при значениях температуры, различающихся не менее чем на 30 °С. Сравнения необходимо планировать таким образом, чтобы у обоих краев температурного диапазона (при минимальных и максимальных значениях температуры) было выполнено не менее чем по четыре сравнения в разные дни. Если сравнения в температурном диапазоне 30 °С выполнить невозможно, то допускается уменьшить диапазон, но не менее чем до 20 °С; при этом количество сравнений у краев температурного диапазона должно быть удвоено при общем количестве сравнений не менее 20.

5.7.1.5 Полученные в результате сравнений значения переводных множителей контрольной пары a_T наносят на график, по оси ординат которого откладывают значения переводного множителя a_T (кВт/м²·дел), а по оси абсцисс – температуру T_r (°С). Наиболее удобным является масштаб: 0,0001 кВт/(м²·дел) равен 5 мм, 1 °С равен 5 мм. Через нанесенные точки проводят среднюю прямую, по которой определяют значение переводного множителя a , соответствующего температуре 20 °С, а также температурный коэффициент Δa переводного множителя. Для определения Δa с графика снимают значения переводного множителя a_{T1} и a_{T2} при крайних значениях температуры T_1 и T_2 и вычисляют по формуле:

$$\Delta a = \frac{a_{T1} - a_{T2}}{T_1 - T_2}. \quad (5.26)$$

На построенном графике записывают значения a и Δa , а также дату их определения.

Используя программу для вычисления коэффициента корреляции, можно внести в компьютер значения полученных при градуировках множителей и соответствующих им температур и получить значения 2 – 3 точек (множители при определенной температуре) для построения графика зависимости переводного множителя от температуры.

5.7.1.6 Если контрольный актинометр укомплектован цифровым вольтметром или потенциометром, то используют температурный коэффициент чувствительности актинометра, равный 0,0008 °С⁻¹. При этом необходимость в поверках при разных температурах и построении графика отпадает.

5.7.1.7 Контрольный актинометр раз в три года должен поверяться по образцовому прибору в Республиканском гидрометеоцентре или непосредственно в пункте наблюдений, например, при проведении проверки станции [5]. При поверке определяют чувствительность актинометра и переводной множитель контрольной пары при различных температурах. Для подтверждения действующего градуировочного графика или его корректировки выполняют не менее десяти серий сравнительных наблюдений с образцовым прибором Республиканского гидрометеоцентра. При поверке пары определяют цену деления шкалы по току и шкаловые поправки. По результатам поверки выписывают свидетельство о поверке актинометра и гальванометра, образец которого представлен на рисунке 5.1.

5.7.1.8 В каждом пункте наблюдений рекомендуется иметь не менее двух контрольных актинометров для обеспечения возможности их своевременной поверки. При транспортировке необходимо обеспечить хорошую амортизацию, особенно для гальванометра, во избежание обрыва растяжек.

5.7.1.9 Поверка контрольного актинометра в лабораторных условиях по искусственному источнику света не допускается.

Государственное учреждение
«Республиканский гидрометеорологический центр»

Служба средств измерения

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРОВЕРКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Актинометр типа М-3 № 57

Дата поверки: 16.05.2007 г.
Действительно до: 16. 05.2010 г.

Чувствительность К при температуре 20 °С, мВ • м² /кВт, 9,71

Сопротивление термобатареи, Ом 17,8

Время установления сигнала, с, 24

Переводный множитель а актинометра с гальванометром типа

ГСА-1МА № 260 (клеммы „+“, „А“) при температуре T_г,
равной 20 °С
а = 0,0120 кВт / (м² • дел)

На основании результатов поверки признан годным и допускается к применению

Начальник ССИ Иванов И. И.
(подпись) (ф.и.о.)

место
печати

Ответственный поверитель _____ Петров А. А.
(подпись) (ф.и.о.)

Рисунок 5.1 – Образец свидетельства о поверке актинометра с гальванометром

5.7.1.10 На станции контрольная пара должна храниться в сухом отапливаемом помещении при отсутствии паров кислот, щелочей и газов, вызывающих коррозию, в запираемом шкафу для предотвращения случайных повреждений.

5.7.2 Контроль рабочих приборов

5.7.2.1 Контроль рабочих приборов пункта актинометрических наблюдений включает:

- периодический контроль переводных множителей рабочих приборов, который должен выполняться по возможности ежемесячно (при наличии условий) путем сравнений с контрольным актинометром пункта наблюдений;

- текущий контроль состояния рабочих приборов, который должен выполняться по возможности ежедневно (при наличии условий) путем сравнения показаний рабочих пиранометра и балансомера с показаниями рабочего актинометра на актинометрической стойке.

5.7.2.2 Контроль рабочих приборов должен выполняться при состоянии диска Солнца ≥ 2 и общей облачности не более 5 баллов.

5.7.2.3 Периодический контроль должен быть выполнен для актинометра, пиранометра и балансомера, каждый из которых при проведении контроля должен быть подключен к тому гальванометру, с которым он используется при выполнении наблюдений, на те же клеммы и теми же проводами. При необходимости допускается удлинить соединительные провода, используя для этого медный провод сечением не менее $0,5 \text{ мм}^2$ (диаметр медной жилы провода не менее $0,8 \text{ мм}$), длиной не более 3 м .

5.7.2.4 При выполнении текущего контроля рабочих приборов они должны оставаться на своих рабочих местах подключенными к тем гальванометрам, к которым они подключены при выполнении срочных наблюдений. Текущий контроль приборов может проводиться одновременно с выполнением срочного наблюдения, и все результаты записывают в книжку КМ-12 (в соответствии с приложением Г).

5.7.2.5 Материалы периодического и текущего контроля приборов должны быть переданы в Республиканский гидрометеоцентр для проверки и принятия решения о дальнейшем использовании приборов.

5.7.3 Периодический контроль переводного множителя рабочего актинометра с гальванометром

5.7.3.1 В процессе подготовки к проведению контроля установить приборный стол рядом с ящиком для гальванометров. Не менее чем за 1 ч до начала измерений вынести из помещения контрольную пару, установить на приборном столе и проверить ее функционирование, нацелив актинометр на Солнце. Для облегчения корректировки нацеливания актинометра на Солнце стрелку на основании штатива актинометра следует направить на север. Установить гальванометр в тени, закрыть актинометр крышкой, затенить и выдержать в течение 1 ч .

5.7.3.2 Снять крышки с рабочего и контрольного актинометров, нацелить на Солнце оба датчика и выдержать не менее 2 мин , корректируя нацеливание. Записать дату, количество и форму облаков, цвет неба. Крышки должны находиться в тени.

5.7.3.3 Закрыть актинометры крышками и через 1 мин отсчитать значения места нуля контрольной n_k и рабочей n_a пары, а также температуру по термометрам гальванометров контрольной T_k и рабочей T_a пары. Если контроль выполняется при температуре ниже минус 15°C , в качестве значений T_k и T_a берут температуру воздуха.

5.7.3.4 Открыть актинометры, нацелить на Солнце. Через 2 мин откорректировать нацеливание, записать время начала измерений и выполнить серию из 10 пар синхронных отсчетов по гальванометрам контрольного N_k и рабочего N_a актинометров с интервалами между парами отсчетов $10 - 15 \text{ с}$. В течение выполнения серии необходимо корректировать нацеливание актинометров не реже одного раза в минуту. Записать время окончания серии. При неустойчивой радиации количество синхронных отсчетов нужно увеличить до $15 - 20$.

5.7.3.5 Закрыть актинометры крышками, и через 1 мин снять отсчеты места нуля n_k и n_a .

5.7.3.6 Если контрольный актинометр используется с милливольтметром или с потенциометром, порядок выполнения контроля полностью сохраняется. При этом показания измерительного прибора при определении места нуля обозначают U_0 , а при измерениях – U . Температуру контрольного актинометра принимают равной температуре воздуха.

5.7.4 Обработка результатов периодического контроля рабочего актинометра с гальванометром

5.7.4.1 Из двух отсчетов места нуля контрольной n_k и рабочей n_a пары, снятых в начале и конце серии, определить средние значения n_k и n_a .

5.7.4.2 Вычислить средние за серию значения отсчетов по контрольной N_k и рабочей N_a паре.

5.7.4.3 Определить значение прямой солнечной радиации S по результатам измерений с контрольной парой по формуле:

$$S = a_{кт} \cdot (N_k + \Delta N_k - n_k), \quad (5.27)$$

где $a_{кт}$ – переводный множитель контрольной пары при температуре T_k (по 5.7.3.3), кВт/(м²·дел);

ΔN_k – шкаловая поправка гальванометра контрольной пары при отсчете шкалы N_k , делений.

Если контрольный актинометр используется с милливольтметром или потенциометром, то значение прямой солнечной радиации определяют по формуле:

$$S = \frac{U - U_0}{K [1 - 0,0008 (T - 20)]}, \quad (5.28)$$

где U – среднее из значений отсчетов (по 5.7.3.6), мВ;

U_0 – среднее значение места нуля (по 5.7.3.6), мВ;

K – коэффициент преобразования (чувствительность) контрольного актинометра при температуре 20 °С, указанный в поверочном свидетельстве, мВ/(кВт·м⁻²);

T – температура воздуха при выполнении контроля, °С.

Для упрощения вычислений по формуле (5.28) значение величины $[1 - 0,0008 \cdot (T - 20)]$ указаны в приложении Л.

5.7.4.4 Вычислить значения переводного множителя a_T рабочей пары при температуре T_a по формуле:

$$a_T = S / (N_a + \Delta N_a - n_a), \quad (5.29)$$

где S – значение прямой солнечной радиации, полученное по контрольной паре, кВт/м²;

ΔN_a – шкаловая поправка гальванометра рабочей пары для отметки шкалы N_a , дел.

5.7.4.5 Значение a_T , полученное по формуле (5.29), можно привести к температуре 20 °С по формуле:

$$a_a = a_T - \Delta a \cdot (T - 20), \quad (5.30)$$

где Δa – температурный коэффициент рабочей пары, определяемый по указаниям приложения В, кВт/(м²·дел·°С);

a – переводный множитель пары при температуре 20 °С, кВт/(м²·дел).

5.7.4.6 Вычислить с учетом знака разницу Δ (%) между значениями переводного множителя a_a , полученного при контроле, и переводного множителя a , применяемого в работе, по формуле:

$$\Delta = \frac{a_a - a}{a} \cdot 100. \quad (5.31)$$

Производить записи при выполнении контроля актинометра с гальванометром нужно в соответствии с приложением Б.

5.7.4.7 Обычно для рабочей пары актинометр – гальванометр на станции строится график зависимости переводного множителя от температуры (как и для контрольной пары). Полученное при градуировке значение переводного множителя при имеющейся температуре наносят на график. При той же температуре снимают значение действующего переводного множителя и по формуле (5.31) определяют отклонение Δ .

5.7.4.8 Если значение Δ по абсолютной величине более 3 %, то необходимо произвести тщательный внешний осмотр контрольной и рабочей пары, обратив особое внимание на чистоту трубок актинометров, состояние приемных поверхностей, чистоту клемм, и устранить замеченные недостатки, а затем повторить контроль. Если отклонение переводного множителя три и более раз получилось с одинаковым знаком, необходимо градуировочный график скорректировать.

5.7.5 Периодический контроль переводного множителя рабочего пиранометра с гальванометром

5.7.5.1 Подготовить к работе контрольную пару в соответствии с 5.7.3.1. Установить поверочную трубу и закрепить в ней рабочий пиранометр.

Примечание – Иногда у поверочной трубы вследствие случайных ударов при транспортировке или хранении происходит сбой целика. Поэтому перед выполнением контроля необходимо проверить правильность нацеливания трубы по концентричности освещения внутренних диафрагм Солнцем. При обнаружении сбоя следует нанести новую метку, соответствующую правильному нацеливанию. Об изменении положения метки необходимо сделать запись в журнале контроля и в журнале рабочих приборов, а также сообщить в актинометрическую группу Республиканского гидрометеоцентра. Правильность нанесения метки на целике трубы должна контролироваться при проверке станции.

5.7.5.2 Произвести измерения по контрольному актинометру и пиранометру в трубе аналогично 5.7.3.2–5.7.3.6 с той разницей, что отсчеты места нуля пиранометра n_n в начале и конце серии выполнять через 2 мин после того, как труба была закрыта крышкой. Получить: две пары отсчетов n_0 (в начале и конце серии); 10 пар (при неустойчивой радиации 15 – 20 пар) отсчетов N_k и N_n при освещенных контрольном актинометре и пиранометре, снять отсчеты T_k температуры по термометру гальванометра контрольной пары перед началом серии и после ее окончания.

5.7.6 Обработка результатов периодического контроля рабочего пиранометра с гальванометром

5.7.6.1 По отсчетам места нуля контрольного актинометра n_k и пиранометра n_n , снятым в начале и конце серии, определить их средние значения.

5.7.6.2 Вычислить средние за серию значения отсчетов по контрольному актинометру N_k и пиранометру N_n .

5.7.6.3 По результатам измерений с контрольной парой определить значение прямой солнечной радиации S аналогично 5.7.4.3.

5.7.6.4 Вычислить значение переводного множителя a_n пиранометра с гальванометром по формуле:

$$a_n = S / (N_n + \Delta N_n - n_n), \quad (5.32)$$

где ΔN_n – шкаловая поправка гальванометра, подключенного к пиранометру, на отметке шкалы N_n , дел.

5.7.6.5 Полученное значение a_n сравнить с применяемым в работе. Для пиранометра действуют указания 5.7.4.7 и 5.7.4.8, но при допускаемом значении Δ , равном 5 %.

5.7.7 Периодический контроль переводного множителя рабочего балансомера с гальванометром

5.7.7.1 Для контроля рабочего балансомера рекомендуется выбирать время дня, когда показания балансомера, установленного в поверочную трубу, не выходят за пределы шкалы гальванометра. В случае необходимости допускается переключить балансомер на более грубый диапазон измерений гальванометра, а затем выполнить пересчет переводного множителя. При перерывах в работе трубу необходимо держать в тени.

5.7.7.2 Подготовить к работе контрольную пару по 5.7.3.1. Установить в поверочную трубу балансомер стороной 1 к Солнцу. На нижнюю часть трубы надеть защитную насадку. При измерениях в поле зрения обращенной вниз стороны балансомера не должны попадать перемещающиеся предметы, тень от наблюдателя, предметы с яркими бликами. Нацелить трубу на Солнце.

5.7.7.3 Снять крышки с актинометра и с трубы и положить их в затененное место. Нацелить датчики на Солнце и выдержать нацеленными не менее 2 мин (прогреть термобатареи приборов). Записать характеристики облачности и цвет неба.

5.7.7.4 Закрыть актинометр и через 1 мин снять отсчеты места нуля n_k и температуры T_k .

5.7.7.5 Закрыть крышкой трубу и через 30 с снять три отсчета n_T по затененному балансомеру.

5.7.7.6 Открыть актинометр и трубу, откорректировать их нацеливание на Солнце и через 1 мин снять отсчеты N_k и N_6 по контрольному актинометру и балансомеру соответственно. Продолжить измерения до получения 15 – 20 пар синхронных отсчетов по контрольному актинометру и балансомеру при открытой трубе, наводя приборы на солнце не реже чем через 1 минуту.

5.7.7.7 Закрыть актинометр и трубу и через 1 мин снять значения температуры T_k и места нуля n_k с гальванометра при контрольном актинометре, а также три отсчета по затененному балансомеру n_T .

5.7.7.8 Установить балансомер в трубе стороной 2 к Солнцу и нацелить на Солнце. Изменить полярность подключения балансомера к гальванометру. Выдержать трубу нацеленной на Солнце не менее 2 мин. Выполнить еще одну серию измерений в соответствии с 5.7.7.4 – 5.7.7.7 для второй стороны балансомера.

5.7.8 Обработка результатов периодического контроля рабочего балансомера с гальванометром

5.7.8.1 В первой серии измерений, выполненной для стороны 1 балансомера, из двух отсчетов n_k , снятых в начале и конце серии, вычислить среднее значение n_k места нуля контрольной пары.

5.7.8.2 Для каждого отсчета N_k первой серии вычислить значение прямой солнечной радиации S с соответствии с 5.7.4.3.

5.7.8.3 Из шести отсчетов по затененному балансомеру (в начале и в конце серии отсчетов для 1 стороны) определить среднее значение n_T и ввести в него шкаловую поправку.

5.7.8.4 В каждый из отсчетов по незатененному балансомеру N_6 ввести шкаловые поправки и получить исправленные значения $N_{исп.}$.

5.7.8.5 От каждого отсчета $N_{исп.}$ вычесть среднее значение n_T (с учетом шкаловой поправки).

5.7.8.6 Для каждого значения N_6 вычислить значение a_1 по формуле:

$$a_1 = S / (N_{исп.} - n_T), \quad (5.33)$$

где S – значение прямой солнечной радиации, полученное по 5.7.8.2 для данного N_6 , кВт/м².

5.7.8.7 Из полученных 20 значений a_1 вычислить среднее значение переводного множителя стороны 1 балансомера.

5.7.8.8 По результатам измерений второй серии аналогичным образом определить значение переводного множителя a_2 для стороны 2 балансомера.

5.7.8.9 Найти переводный множитель a_6 как среднее из значений a_1 и a_2 . Определить асимметрию Δa_6 (%) сторон балансомера по формуле:

$$\Delta a_6 = \frac{a_1 - a_2}{a_6} \cdot 100. \quad (5.34)$$

Пример записей при выполнении контроля балансомера с гальванометром приведен в приложении Б.

5.7.8.10 Полученное значение a_6 сравнить с применяемым в работе. Для балансомера действуют указания 5.7.4.7 и 5.7.4.8, но при допускаемом значении Δ , равном 10 %.

5.7.8.11 Если отклонение Δa_6 три раза подряд получилось с одинаковым знаком, то необходимо скорректировать действующий переводной множитель балансомера.

5.7.8.12 Если при контроле балансомер был переключен на другой диапазон гальванометра, пересчет переводного множителя для рабочего диапазона $a_{6,p}$ необходимо выполнить по формуле:

$$a_{6,p} = a_6 (R_6 + R_{г.р}) / (R_6 + R_r), \quad (5.35)$$

где $R_{г.р}$ – входное сопротивление гальванометра на рабочем диапазоне, Ом;

R_r – входное сопротивление гальванометра на диапазоне, на котором выполнен контроль, Ом.

Эти сопротивления указаны в поверочном свидетельстве гальванометра.

5.7.9 Текущий контроль состояния рабочих пиранометра и балансомера с гальванометрами

При выполнении текущего контроля пиранометра и балансомера должно быть выполнено наблюдение в порядке, указанном в 5.5.1. Разница в наблюдениях состоит лишь в том, что после первой серии измерений с затененным пиранометром должна быть проведена серия измерений с незатененным балансомером, а после серии с затененным балансомером – серия с незатененным пиранометром. Порядок следования серий и отсчетов в сериях при выполнении текущего контроля для наглядности представлен в таблице 10. В таблице N'_{B0} – отсчет по незатененному балансомеру, N'_Q – отсчет по незатененному пиранометру, N'_{SB0} , N'_{SQ} – отсчеты по актинометру.

Таблица 5.5 – Порядок следования отсчетов в серии

Номер серии	Порядок отсчетов
1	$N'_{D1}, N'_{S1}, N'_{D1}, N'_{S1}, N'_{D1}$
2	$V', N'_{B0}, N'_{SB0}, V', N'_{B0}, N'_{SB0}, V', N'_{B0}$
3	$V', N'_B, N'_{SB}, V', N'_B, N'_{SB}, V', N'_B$
4	$N'_Q, N'_{SQ}, N'_Q, N'_{SQ}, N'_Q$
5	$N'_R, N'_{SR}, N'_R, N'_{SR}, N'_R$
6	$N'_{D2}, N'_{S2}, N'_{D2}, N'_{S2}, N'_{D2}$

Примечание – Если пиранометр и балансомер подключены к разным гальванометрам, то допускается измерения с незатененными пиранометром и балансомером выполнять в одной серии после серии 1. В такой объединенной серии отсчеты должны идти в следующем порядке: $V', N'_{B0}, N'_Q, N'_{SB0}, V', N'_{B0}, N'_Q, N'_{SB0}, V', N'_{B0}, N'_Q$.

5.7.10 Обработка результатов текущего контроля рабочих пиранометра и балансомера с гальванометрами

5.7.10.1 Для серий 1, 3, 5 и 6 из числа указанных в таблице 5.5 выполнить обработку по методике, изложенной в 5.6.3.

5.7.10.2 По результатам измерений, выполненных в серии 2 с незатененным балансомером, определить значение радиационного баланса B_0 по формуле (5.11), учитывая при этом шкаловую поправку ΔN_6 и место нуля n_k . Определить значение прямой солнечной радиации S_{B0} по формуле (5.12), а также значение прямой солнечной радиации S'_{B0} на горизонтальной поверхности по формуле (5.15).

5.7.10.3 По результатам измерений, выполненных в серии 4 с незатененным пиранометром, определить значение суммарной радиации Q_0 по формуле, аналогичной формуле (5.7), а также значения прямой солнечной радиации S_Q и S'_Q .

5.7.10.4 Вычислить величину S'_{BB} по формуле:

$$S'_{BB} = B_0 - (B - S') \quad (5.36)$$

и величину S'_{DQ} по формуле:

$$S'_{DQ} = Q_0 - 0,5 \cdot (D_1 - D_2), \quad (5.37)$$

где Q_0 – значение суммарной радиации, определенное по результатам измерений в серии 4, кВт/м²;

D_2 – значение рассеянной радиации, определенное по результатам измерений в серии 6, кВт/м².

5.7.10.5 Вычислить с учетом знаков величину ΔB по формуле:

$$\Delta B = S'_{BB} - S'_{B0} \quad (5.38)$$

и величину ΔQ по формуле:

$$\Delta Q = S'_{DQ} - S'_Q. \quad (5.39)$$

5.7.10.6 Если при текущем контроле балансомера значение по абсолютной величине превышает 20 % от значения S'_{B0} , то необходимо выполнить тщательный внешний осмотр балансомера, гальванометра, соединительных проводов, клемм, переключателей и затеняющего экрана (по 5.9). После устранения замеченных недостатков повторить текущий контроль. Если значения ΔB подтверждают превышение допуска (20 %) не менее чем 3 раза подряд и имеют при этом один и тот же знак, то необходимо при первой возможности выполнить контроль по 5.7.7 – 5.7.8.

5.7.10.7 Если по результатам текущего контроля пиранометра получено значение ΔQ , превышающее по абсолютной величине 10 % значения S'_Q , то следует поступить аналогично тому, как это указано в 5.7.10.6 для балансомера.

5.8 Состав комплектов технических средств для обеспечения срочных наблюдений

5.8.1 Описание технических средств и рекомендации по их установке приведены в приложении М. Установку, монтаж, наладку, ввод в эксплуатацию и ремонт технических средств должна производить ССИ Республиканского гидрометеоцентра или ремонтные группы областных гидрометеоцентров. Замену датчиков, штативов и отдельных деталей, не требующих специальной наладки или настройки, должен выполнять персонал станции. Состав комплекта технических средств, используемых для выполнения срочных наблюдений, приведен в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Состав комплекта технических средств для выполнения срочных наблюдений

Наименование	Количество, шт.			
	рабочих	контрольных	запасных	всего
Актинометр М-3	1	1	1	3
Пиранометр М-80	1	1	1	3
Балансомер М-10М	1	–	2	3
Гальванометр ¹⁾				
ГСА-1МА	2	1	2	5
ГСА-1МБ	1	–	1	2
Стойка актинометрическая М-13а	1	–	–	1
Ящик для гальванометров	1	–	–	1
Стойка для анемометра	1	–	–	1
Стол для поверок	1	–	–	1
Труба поверочная ПО-11	2	–	–	2
Прибор комбинированный Ц4360	1	–	–	1
Анемометр ручной АРИ-49	1	–	1	2
¹⁾ Вместо двух гальванометров ГСА-1МА и одного ГСА-1МБ допускается использовать три гальванометра ГСА-1 или три ГСА-1МА				

5.8.2 Сведения о нормах на расходные материалы, требуемые для выполнения работ по программе срочных наблюдений, приведены в приложении Н.

5.9 Требования к состоянию технических средств и эксплуатационному обслуживанию

5.9.1 В процессе эксплуатации технических средств на станции должен осуществляться контроль их состояния и приниматься меры по устранению недостатков в соответствии с указаниями, перечисленными ниже. Если обнаруженный дефект не может быть устранен на месте, средство измерений или вспомогательное оборудование должно быть заменено.

5.9.2 Наружные поверхности деталей всех стоек, штативов, ящика для гальванометров не должны иметь участков без покрытия, защищающего от коррозии. В случае обнаружения нарушения покрытия оголенные участки должны быть закрашены. Трущиеся поверхности подвижных соединений у всех стоек и штативов должны быть смазаны для предохранения от коррозии.

5.9.3 Все линии связи должны иметь сопротивление изоляции не менее 10 МОм; проверяется мегомметром при обязательном отключении датчиков и измерительных приборов; методика проверки приведена в приложении М.

Соединительные провода, проходящие снаружи, не должны иметь повреждения изоляции и обрывов. Нарушенный контакт в измерительной цепи восстанавливают пайкой в месте обрыва, а оголенные участки обматывают изоляционной лентой или заменяют соединительный провод.

5.9.4 Контактные поверхности клемм датчиков, измерительных приборов и доступных осмотру клемм переключателей не должны быть загрязнены или окислены. При обнаружении загрязнения или окисления контактные поверхности чистят мелким наждаком.

5.9.5 Покрытие приемных поверхностей датчиков не должно иметь повреждений. При отсутствии запасных датчиков допускается использовать: актинометр с нарушенным покрытием не более 1 % площади приемной поверхности; пиранометр с отслоившейся краской не более чем на 10 % площади приемной поверхности; балансомер с нарушением покрытия не более чем на 10 % площади приемной поверхности, если при этом разность чувствительностей сторон в пределах допуска (не более 5 %).

5.9.6 Покрытие наружных поверхностей каждого датчика не должно иметь повреждений более чем на 20 % площади.

5.9.7 Сопротивление изоляции должно быть не менее 1,0 МОм у актинометра и не менее 0,5 МОм у пиранометра и балансомера. Проверку производят между одним из выводов термобатареи и неокрашенной металлической частью корпуса при помощи омметра с источником питания напряжением не более 4 В.

5.9.8 У актинометра с открытой трубкой приемная поверхность, диафрагмы и стенки трубки должны быть чистыми, т. е. при визуальном осмотре не должно наблюдаться соринок, пыли, паутины, насекомых и пр. В случае загрязнения приемной поверхности актинометр направляют в ССИ Республиканского гидрометеоцентра; чистить ее на станции не разрешается. Трубку и диафрагму очищают мягкой кисточкой движениями к входному отверстию трубки, повернув актинометр вниз, чтобы при чистке соринки не падали на приемник.

5.9.9 Стекланный колпак пиранометра должен быть чистым и не иметь трещин. В случае запыления или отложения гидрометеоров наружные стеклянные поверхности протирают чистой мягкой гигроскопичной салфеткой. При загрязнении или обмерзании для чистки используют спирт-ректификат. Если обмерзший колпак таким способом очистить не удастся, допускается прогреть рукой отложившийся слой, и сразу же протереть насухо салфеткой. В случае невозможности очистки на месте прибор снимают и очищают в помещении. В случае запотевания колпака изнутри проверяют состояние слоя клея между колпаком и оправой, целостность стеклянного колпака, проверяют также наличие смазки на резьбе между оправой колпака и корпусом, между оправой сушилки и корпусом, целостность стеклянного баллона сушилки, слоя клея между баллоном и оправой, герметизацию выводов, наличие прокаленного силикагеля. При появлении трещины в стеклянном колпаке его заменяют и проводят внеочередную поверку. Если пиранометр не имеет перечисленных дефектов, но появилось запотевание при понижении температуры воздуха, то снимают колпак, просушивают и проветривают на воздухе, а затем устанавливают колпак, соблюдая осторожность, во избежание повреждения приемной поверхности. При этом оправа должна быть навинчена до первоначального положения, определяемого совмещением рисок, нанесенных краской, на нижних сторонах оправы и корпуса.

5.9.10 У балансомера приемные поверхности должны быть чистыми. При появлении на них пыли, соринок или изморози следует сдуть резиновой грушей или смахнуть мягкой кисточкой, делая это очень осторожно, чтобы не повредить черное покрытие. В случае выпадения росы на приемную поверхность балансомера, водяные капли аккуратно промокают кусочком чистой мягкой ткани, стараясь не повредить черное покрытие приемной поверхности, а затем балансомер просушивают лампой накаливания (феном) или на солнце.

5.9.11 У гальванометра не должно быть трещин в защитном окне и зазоров в местах его крепления к оправе. В случае появления неисправности необходимо заменить стекло, приклеив его к оправе без зазоров. Шкала должна иметь четко видимые риски и цифры, а зеркальная полоска должна давать отчетливое изображение стрелки; в противном случае гальванометр направляют в ремонт.

5.10 Погрешности результатов наблюдений

5.10.1 При срочных наблюдениях погрешность ΔJ определения прямой солнечной, рассеянной, суммарной, отраженной радиации и радиационного баланса вычисляется по формуле (5.40) и округляется до 0,01 кВт/м²:

$$\Delta J = b + c \cdot J, \quad (5.40)$$

где J – измеренное значение радиации, кВт/м²;

b и c – коэффициенты, значения которых указаны в таблице 5.7

Таблица 5.7 – Значения коэффициентов b и c в формуле (5.40)

Вид радиации и ее обозначение	b (кВт/м ²)	c
Прямая солнечная радиация S	0,01	0,023
Рассеянная радиация D	0,01	0,07
Суммарная радиация Q	0,02	0,03
Отраженная радиация R	0,01	0,14
Радиационный баланс B	0,01	0,20

5.10.2 Погрешность ΔP_2 определения коэффициента прозрачности атмосферы P_2 при высоте Солнца более 17° не превышает 0,02.

5.10.3 Погрешность определения характеристик дополнительной информации при выполнении актинометрических наблюдений: определение температуры производится с погрешностью не более 1 °С, парциального давления водяного пара – не более 0,1 гПа, продолжительности солнечного сияния – не более 10 мин за сутки, скорости ветра – не более 1 м/с.

6 Правила выполнения непрерывных наблюдений

6.1 Общие указания

6.1.1 Непрерывные актинометрические наблюдения должны включать:

- проведение регистрации непрерывно в течение всего периода наблюдений, заключающееся в поддержании средств измерений и вспомогательного оборудования в рабочем состоянии и в осуществлении записи сигналов, вырабатываемых датчиками, на диаграммную ленту самопишущего измерительного прибора (регистратора); при регистрации сигналы с датчиков (после их преобразования из аналоговых в цифровые) можно также передавать на компьютер
- проведение дополнительных наблюдений за параметрами состояния атмосферы и земной поверхности, характеризующими условия наблюдений;
- выполнение наблюдений для определения характеристик прозрачности атмосферы;
- обработку результатов регистрации;
- контроль рабочих приборов.

Примечание – Если на станции выполняются также срочные наблюдения, то характеристики прозрачности атмосферы необходимо определять по результатам срочных наблюдений.

6.1.2 Для проведения регистрации требуется комплект средств измерений и вспомогательного оборудования, указанный в таблице 6.3. Порядок их установки и ввода в работу приведен в приложении М.

6.1.3 При выполнении регистрации необходимо вести журнал работы приборов, журнал контроля и поверок (листы учета), журнал ошибок и замечаний (в соответствии с приложением Б), а также:

- рабочую тетрадь для записи результатов первичной обработки диаграммных лент регистратора, результатов дополнительных наблюдений и результатов наблюдений для определения характеристик прозрачности атмосферы;

- рабочую тетрадь для записи результатов наблюдений по интеграторам, выполняемых при перерывах в работе регистратора.

6.1.4 Ответственный за выполнение актинометрических наблюдений на станции должен регулярно контролировать выполнение необходимых работ, занесение требуемых записей на диаграммную ленту регистратора, в рабочие журналы и тетради.

6.1.5 По истечении месяца результаты наблюдений необходимо закодировать и направить в Республиканский гидрометеоцентр или центр обработки.

6.1.6 Значения переводных множителей датчиков с регистратором первоначально при запуске установки определяют как отношение цены деления шкалы диаграммной ленты регистратора (мВ/дел) к чувствительности датчика (мВ/кВт·м⁻²). Изменение переводных множителей проводят под контролем Республиканского гидрометеоцентра.

6.2 Условия выполнения непрерывных наблюдений

6.2.1 Регистрация сигналов актинометрических датчиков должна выполняться при любых метеорологических условиях. Исключением являются: гроза, сильный дождь (когда явление отмечается с указателем интенсивности 2 по таблице 6.1), мокрый снег, задерживающейся на датчиках, и при отложении на датчиках гололеда и изморози.

6.2.2 В процессе выполнения непрерывных наблюдений за составляющими радиационного баланса необходимо проводить наблюдения за продолжительностью солнечного сияния, состоянием подстилающей поверхности, атмосферными явлениями, температурой воздуха, скоростью ветра, а также оценивать характеристику ясности дня.

6.2.3 Значение продолжительности солнечного сияния за сутки берут из результатов метеорологических наблюдений (лент гелиографа) и округляют до 0,1 ч.

6.2.4 Состояние подстилающей поверхности определяют по 5.2.10 и оценивают преобладающее за день.

6.2.5 Атмосферные явления определяют по 5.2.6, фиксируя при этом время начала и окончания явления, а также его интенсивность в соответствии с таблицей 6.1.

Таблица 6.1 – Интенсивность атмосферного явления

Интенсивность	Шифр
Слабая	0
Умеренная	1
Сильная	2

В случае если в течение суток наблюдалось более пяти атмосферных явлений, то из числа наблюдавшихся выбирают пять оказавших наибольшее влияние на радиацию (например - осадки).

6.2.6 Характеристику ясности дня определяют для светлого времени суток в соответствии с таблицей 6.2.

Таблица 6.2 – Характеристика ясности дня

Характеристика	Шифр
----------------	------

День полностью ясный, т.е. общее количество облаков не более 2 баллов при состоянии диска Солнца ≥ 2 в течение дня	1
День полностью пасмурный, т.е. облачность 10/10 и состояние диска Солнца ≤ 1 в течение дня	2
День с переменной облачностью	3

Оценку ясности дня выполняют на основании результатов наблюдений за облачностью в метеорологические сроки с учетом характера кривой регистрации сигналов актинометра. При полностью ясном дне эта кривая должна иметь плавный ход без провалов и резких скачков вверх.

6.2.7 Значения температуры воздуха и скорости ветра берут из результатов метеорологических наблюдений и определяют для середины каждого часа по среднему солнечному времени путем интерполяции. При этом температуру воздуха определяют для часовых интервалов светлого времени суток, а скорость ветра – для каждого часа суток.

6.3 Проведение регистрации и дополнительных наблюдений

6.3.1 Для обеспечения непрерывной регистрации должны выполняться указанные ниже работы со следующей периодичностью.

6.3.2 Ежедневно перед восходом Солнца необходимо:

- открыть датчики, если они были закрыты на ночь;
- проверить исправность работы регистрирующего прибора по движению диаграммной ленты и по наличию отчетливых отпечатков точек на всех каналах; в случае появления неисправности устранить ее в соответствии с указаниями технического описания и инструкции по эксплуатации; при этом отметить на диаграммной ленте момент устранения неисправности, а в журнале работы приборов указать вид неисправности, способ устранения ее, дату и время;
- записать на диаграммной ленте дату текущих суток.

6.3.3 Ежедневно при восходе Солнца необходимо проверить правильность нацеливания актинометра на Солнце, выполнив при необходимости корректировку по высоте при отпущенной гайке 10 (приложение М, рисунок М.5) и по азимуту при отпущенном винте 12. Проверить состояние защитного окна актинометра (если оно имеется) и при необходимости очистить его чистой мягкой салфеткой со спиртом-ректификатом или мягкой беличьей кисточкой в зависимости от характера загрязнения. Если актинометр был не нацелен, то отметить это на диаграммной ленте и указать время, когда нацеливание было выполнено.

Проверить положение кабеля актинометра на гелиостате и в случае необходимости актинометр развернуть на оси гелиостата против часовой стрелки, возвращая кабель в исходное положение, при отпущенном винте 12, после чего нацелить актинометр на Солнце. Разматывание кабеля достаточно выполнять 1 раз в 2–3 дня желательно при наличии солнечного сияния. При отсутствии условий для нацеливания актинометра разматывать кабель можно каждые 2 – 3 дня, а корректировку нацеливания необходимо выполнить при первом появлении Солнца.

Проверить горизонтальность пиранометров, установленных для регистрации суммарной, рассеянной и отраженной радиации, и балансомера, а также затенение пиранометра и балансомера, установленных в теневых кольцах, и при необходимости выполнить корректировку (приложение М). Если какой-либо датчик был недостаточно затенен, то на диаграммной ленте записать это с указанием элемента радиации и времени, когда затенение было восстановлено.

Проверить состояние пиранометров и балансомера, подключенных к регистратору, по указаниям 5.3 и устранить замеченные несоответствия.

Если при восходе диск Солнца закрыт облаками, то проверку и корректировку нацеливания актинометра, затенения пиранометра и балансомера выполнить при первом появлении Солнца.

По окончании всех указанных операций стереть пыль с гальванометров на площадке и с измерительных приборов в помещении.

6.3.4 Непрерывно в течение суток наблюдать за атмосферными явлениями, отмечать на диаграммной ленте и в рабочей тетради время начала и прекращения осадков с указанием их вида, а также записывать время, когда и какой датчик был закрыт или открыт. От осадков необходимо закрывать:

- актинометр с началом выпадения дождя (за исключением выпадения отдельных капель), снега или при отложении гидрометеоров;

- балансомер с началом выпадения дождя (за исключением отдельных капель), мокрого снега, а также сухого снега, если он задерживается на балансомере, при отложении гидрометеоров;

- все датчики с началом сильного дождя и на время выпадения града.

6.3.5 На период грозы отключать от сети регистратор и блок питания.

6.3.6 Не реже одного раза в час проверять наличие записи сигналов датчиков на диаграммной ленте, следить за ее продвижением и в случае неполадок, например перекоса ленты, деформации или остановки, устранять дефект в соответствии с эксплуатационной документацией прибора, а на диаграммную ленту нанести отметки с указанием моментов прекращения и начала движения ленты. В месте перерыва рекомендуется оставить свободным от записи участок шириной 2 – 3 см, продвинув ленту вручную вперед по ходу ее движения.

6.3.7 Не реже одного раза в час проверять соответствие характера регистрируемой кривой условиям облачности, состояния диска Солнца, атмосферных явлений по рекомендациям приложения Д и при обнаружении несоответствия принимать указанные там же меры. В случае затенения датчика окружающими объектами (тень от построек, деревьев, мачт, проводов и др.) отмечать на диаграммной ленте момент появления и схода тени на датчике и записывать в журнал работы приборов.

6.3.8 Не реже одного раза в 3 ч в течение каждого дня необходимо выполнять работы, указанные ниже.

6.3.8.1 В момент целого часа среднего солнечного времени с точностью до 1 мин наносить на диаграммной ленте отметку с указанием среднего солнечного времени. При наличии устройства для автоматического нанесения отметок времени на диаграммной ленте обозначить отметку, нанесенную в 12 ч среднего солнечного времени.

Примечание – Все отметки при выполнении регистрации можно производить по истинному времени.

6.3.8.2 Проверять правильность нацеливания актинометра и затенения пиранометра и балансомера. При необходимости выполнять корректировку. Все случаи сбоев нацеливания и затенения должны быть отмечены на диаграммной ленте и в журнале работы приборов.

6.3.8.3 Проверять состояние осушителя пиранометра. Если силикагель стал розовым, то произвести его замену. Для этого вывинтить сушилку, заполнить ее сухим (голубым) силикагелем, смазать кремнийорганическим вазелином резьбу и ввинтить сушилку на место. При всех операциях во избежание отклеивания стеклянного баллона сушилку следует держать за оправу. В случае запотевания стеклянного колпака пиранометра необходимо устранить запотевание по 5.9.9 и сделать соответствующую запись на диаграммной ленте и в журнале работы приборов, указав время начала регистрации при чистом колпаке.

Примечание – При отсутствии осадков эту проверку достаточно выполнять 1 раз в день.

6.3.8.4 Определять состояние подстилающей поверхности, атмосферные явления, общее количество облаков, состояние диска Солнца. Результаты записывать в рабочую тетрадь.

6.3.8.5 Выполнять регистрацию места нуля для датчика, подключенного к регистратору со смещением места нуля (приведено в приложении М), и для всех датчиков, если канал 6 (или другой) регистратора не выполняет запись места нуля. Для этого необходимо актинометр или пиранометр закрыть крышкой, а вход канала, к которому подключен балансомер, замкнуть накоротко и выдержать 4 – 6 мин. Нанесенные точки на диаграммной ленте отметить (например, обвести карандашом).

6.3.9 Ежедневно по окончании суток необходимо определять по методике, указанной в 6.2, и записывать в рабочую тетрадь следующее:

- продолжительность солнечного сияния за сутки (в соответствии с 6.2.3);
- преобладающее за день состояние подстилающей поверхности (6.2.4);
- атмосферные явления (в соответствии с 6.2.5)
- характеристику ясности дня (в соответствии с 6.2.6);
- температуру воздуха (в соответствии с 6.2.7);
- скорость ветра (в соответствии с 6.2.7).

При возможности ежедневно либо через 5 суток отрезают часть диаграммной ленты с результатами регистрации за истекшие сутки и выполняют первичную обработку, результаты которой заносят в рабочую тетрадь (рисунок 6.1).

Дата _____

Время, ч	Шифр			Обл.	$T^{\circ}\text{C}$	V м/с	Среднечасовые ординаты, дел.				
	АЯ	СД	ПП				H_S	H_D	H_Q	H_R	$H_{B'}$

Продолжительность солнечного сияния, часы _____
 Преобладающее состояние подстилающей поверхности _____
 Атмосферные явления _____
 Ясность дня _____

АЯ – атмосферные явления; СД – состояние диска Солнца; ПП – состояние подстилающей поверхности; Обл. – общее количество облаков; T – температура воздуха; V – скорость ветра; H_S , H_D , H_Q , H_R – среднечасовые ординаты результатов регистрации, определяемые при первичной обработке (по 6.6.2) для прямой солнечной, рассеянной, суммарной и отраженной радиации; $H_{B'}$ – среднечасовые ординаты результатов регистрации с балансомером, установленным в теневом кольце.

Рисунок 6.1 – Рекомендуемая форма записей в рабочей тетради при выполнении регистрации

6.3.10 Один раз в три дня изменить угол наклона оси актинометра к горизонту путем поворота актинометра на кронштейне согласно рисунка М.5 (приложение М) при отпущенном винте 10 на угол, соответствующий изменению угла склонения Солнца, предварительно проверив при помощи накладного уровня горизонтальность основания гелиостата. Изменить положение датчиков на теневых стойках в зависимости от склонения Солнца согласно рисунка М 2 (приложение М).

6.3.11 Один раз в 10 дней необходимо выполнить технический осмотр всех технических средств в указанном ниже порядке.

6.3.11.1 Произвести внешний осмотр всех технических средств на актинометрической площадке и в помещении в соответствии с 5.3, очистить их от пыли и грязи, а также выполнить проверки, указанные ниже. Если при техническом осмотре датчика обнаружится неисправность, то ее по возможности устранить своими силами, после чего произвести контроль переводного множителя прибора. Если неисправность своими силами не может быть устранена, то датчик следует заменить (желательно 1-го числа) другим и отправить в ремонт. При выборе нового датчика для замены у него предварительно проверить тестером электрическое сопротивление изоляции между термобатареей и корпусом, которое должно быть не менее 0,5 МОм для пиранометра и балансомера, не менее 1 МОм для актинометра. Проверка мегомметром не допускается во избежание повреждения термобатареи. Время замены датчика указать на диаграммной ленте и в журнале работы приборов.

6.3.11.2 При осмотре актинометра проверить правильность установки гелиостата по широте и меридиану (приложение М), герметичность трубки, чистоту трубки и состояние покрытия приемной поверхности актинометра. В случае обнаружения засорения трубки выполнить операции в соответствии с 5.3.8. Проверить функционирование узлов, предназначенных для регулировки положения актинометра по угловой высоте и азимуту на штативе актинометра и гелиостате.

6.3.11.3 Проверить горизонтальность расположения пиранометров и балансомера.

6.3.11.4 При осмотре пиранометра проверить исправность регулировочных винтов у стоек и штатива, надежность крепления теневого экрана и возможность его фиксации в наклонном положении. Проверить надежность подключения соединительных проводов, исправность сушилки.

6.3.11.5 При осмотре балансомера проверить возможность регулировок его горизонтальности и поворота, состояние окраски обеих приемных поверхностей, состояние никелировки на блестящих сторонах корпуса, состояние соединительного кабеля и надежность контактов в соединительных цепях.

6.3.11.6 При осмотре гелиостата, стоек и теневых колец проверить окраску, состояние кабелей, смазку трущихся поверхностей. В гелиостате проверить функционирование устройства выборки люфта путем поворота актинометра от руки в пределах упругого хода оси 13 согласно рисунку М.5 (приложение М) из одного крайнего положения в другое. Актинометр должен возвращаться в исходное положение под воздействием пружины выборки люфта. В противном случае следует усилить натяг пружины или направить в ремонт. Проверить наклон плоскости теневых колец в направлении север-юг и горизонтальность в направлении восток-запад.

6.3.12 Один раз в месяц необходимо выполнять указанные ниже работы.

6.3.12.1 Поменять местами стороны балансомера, для чего повернуть его на 180° относительно горизонтальной оси. Смену сторон балансомера необходимо производить 1-го числа каждого месяца в утренние часы. После смены сторон балансомера необходимо изменить полярность подключения балансомера к регистратору. В журнале работы приборов необходимо указать дату и время смены сторон и переключения полярности.

6.3.12.2 Прочистить реохорды регистратора (независимо от того, был прибор в работе или нет) щеткой, слегка смоченной в очищенном этиловом спирте. При этом спирали необходимо прочистить по всей длине каждого реохорда, затем протереть их насухо чистой замшей.

6.3.12.3 Прочистить капилляр интегратора путем прогона указательного столбика вдоль всего капилляра. Для этого нужно включить ток приводки и наблюдать за движением указательного столбика; при достижении устья сразу же отключить ток приводки во избежание вытеснения столбика в устье.

6.3.13 Один раз в 3 месяца смазать приборным маслом (марка МПВ) зубчатые зацепления, подшипники и оси регистратора; сменить масло в редукторах реверсивного и синхронного двигателей, а также проверить и отрегулировать рабочий ток в соответствии с инструкцией по эксплуатации, прилагаемой к регистратору заводом-изготовителем.

Проверить напряжение источника питания интегратора при помощи тестера. Если напряжение элемента в интеграторе меньше 1,1 В, то элемент подлежит замене. При отсутствии запасного элемента указанного в паспорте типа может быть использован любой гальванический элемент с напряжением 1,4 – 1,66 В. Для подключения внешнего элемента к интегратору Х-603 нужно снять крышку и, соблюдая полярность, закрепить выводы элемента винтами, крепящими крышку: минус элемента к левому винту, а плюс – к правому. На место вынутого элемента вложить в гнездо изолятор (резиновый), не позволяющий замкнуться контактными ламелями. В интеграторе Х-607 внешний источник следует подключить к клеммам дополнительного входа (на левой части прибора) через добавочное сопротивление 1 кОм. При этом вывод элемента со знаком «+» должен быть подключен к клемме 1 дополнительного входа. Подключение источника без добавочного сопротивления приведет к выводу из строя интегратора.

6.3.14 Один раз в 6 месяцев необходимо выполнять следующие работы.

6.3.14.1 Производить проверку состояния линий связи. Перед этой проверкой в обязательном порядке отключать от проверяемых линий все датчики, гелиостат, блок питания, часы, регистратор, интеграторы и распределительный щит во избежание их повреждения. Проверку производить при помощи мегомметра, путем измерения сопротивления изоляции между каждой жилой кабеля и землей, а также между жилами кабеля. Измеренное значение сопротивления изоляции должно быть не ниже 10 МОм.

6.3.14.2 Проверять самопроизвольное смещение места нуля (самоход) и измерительную цепь интегратора. При проверке самохода необходимо отключить от интегратора датчик, снять отсчет n_1 по шкале интегратора, замкнуть накоротко клеммы «–» и «1» интегратора Х-603 и клеммы «–» и «30» интегратора Х-607 и выдержать в течение периода времени t не менее 5 ч. В момент достижения времени t снять отсчет n_2 по шкале интегратора и вычислить значение самохода n_c по формуле $n_c = (n_2 - n_1) / t$. Если полученное значение n_c более 0,5 дел/ч, то требуется выполнить регулирование собственной ЭДС по методике, указанной в приложении М.

Проверка измерительной цепи должна выполняться при отключенном датчике. При помощи тестера проверяют отсутствие обрыва цепи в интеграторе Х-603 между клеммой «1» и каждой из остальных, а в интеграторе Х-607 – между клеммой «30» и каждой из остальных. Запрещается подключать тестер к клемме «–» во избежание повреждения интегратора. Если при проверке обнаружено нарушение контакта и восстановить контакт на месте невозможно, интегратор следует направить в ремонт. После восстановления контакта необходимо провести проверку интегратора с датчиком соответственно 6.7.5.

6.4 Проведение измерений при перерывах в работе регистрирующего прибора

6.4.1 При перерыве в работе регистрирующего прибора (профилактика прибора, ремонт, перерывы в электроснабжении) должны производиться измерения часовых сумм радиации при помощи интеграторов. Если регистратор отключается персоналом станции, то момент его отключения должен быть приурочен к концу часа по истинному времени, чтобы измерения с интеграторами начать в момент начала следующего часа. На диаграммной ленте необходимо записать время остановки прибора, продвинуть от руки диаграммную ленту на 2 – 3 см и отметить, что датчики переключены на интеграторы. Обратное переключение датчиков с интеграторов на регистрирующий прибор рекомендуется произвести также в момент целого часа по истинному времени.

6.4.2 Перед переключением датчиков на интеграторы следует снять начальные показания n_{0S} , n_{0D} , n_{0R} , n_{0Q} , n_{0B} по интеграторам, подключенным к датчикам прямой

солнечной, рассеянной, суммарной, отраженной радиации и радиационного баланса соответственно и записать в рабочую тетрадь. После этого подключить датчики и записать дату и время начала измерений.

6.4.3 По истечении целого часа по истинному времени с погрешностью не более 1 минуты, независимо от момента начала интегрирования, снять первые отсчеты $n_{1S}, n_{1D}, n_{1R}, n_{1Q}, n_{1B}$ по шкале интеграторов, подключенных к соответствующим датчикам, и записать их в рабочую тетрадь, указав время снятия отсчетов. Вычислить разности N_1 между первыми и начальными отсчетами по каждому интегратору: $N_{1D} = n_{1D} - n_{0D}$; $N_{1S} = n_{1S} - n_{0S}$; $N_{1R} = n_{1R} - n_{0R}$; $N_{1Q} = n_{1Q} - n_{0Q}$; $N_{1B} = n_{1B} - n_{0B}$.

6.4.4 По истечении второго часа аналогичным образом снять и записать в рабочую тетрадь вторые отсчеты $n_{2S}, n_{2D}, n_{2R}, n_{2Q}, n_{2B}$. Вычислить и записать показания для второго часа: $N_{2D} = n_{2D} - n_{1D}$; $N_{2S} = n_{2S} - n_{1S}$; $N_{2R} = n_{2R} - n_{1R}$; $N_{2Q} = n_{2Q} - n_{1Q}$; $N_{2B} = n_{2B} - n_{1B}$. Таким образом выполнять наблюдения и далее.

6.4.5 В процессе проведения наблюдений внимательно следить, чтобы указатели интеграторов не вышли за пределы шкалы. Если отсчет выполнен в конце шкалы, нужно вернуть указатель в начало шкалы и через 1 мин снять отсчет n'_j . В этом случае в следующий час вычислить разность между показанием в конце часа и показанием n'_j , снятым после перемещения указателя в начало шкалы. Например, пусть по интегратору с датчиком суммарной радиации в конце первого часа получен отсчет n_{1Q} , в конце второго – n_{2Q} , после чего указатель был передвинут в начало шкалы и установлен на отметке n'_{1Q} , а в конце третьего часа снят отсчет n_{3Q} . Тогда $N_{2Q} = n_{2Q} - n_{1Q}$; $N_{3Q} = n_{3Q} - n'_{1Q}$.

6.4.6. При перерывах в работе регистрирующего прибора датчики вместо интеграторов можно подключать к электронному блоку с табло производства ОАО «Пеленг». Табло должно быть рассчитано на несколько каналов. С него нужно в середине каждого часового интервала снимать показания (в милливольтках) всех измеряемых видов радиации.

6.5 Проведение измерений для определения характеристик прозрачности атмосферы

6.5.1 Если в программу работы пункта не включены срочные наблюдения, то в сроки, указанные в 5.1.1, при состоянии диска Солнца $\square^2$ необходимо проверить и откорректировать нацеливание актиометра, а затем на диаграммную ленту регистратора нанести метку с указанием среднего солнечного времени с погрешностью не более 1 мин. Необходимо учесть, что часовые суммы радиации должны определяться по истинному времени.

6.5.2 В рабочую тетрадь записать дату, время нанесения метки, значения температуры воздуха, парциального давления водяного пара, атмосферного давления и количество облачности по результатам ближайшего метеорологического срока.

6.5.3 На диаграммной ленте регистратора найти точку, соответствующую моменту нанесения метки, отложить 10 мм по ходу движения ленты и на этом участке определить среднюю ординату H_s , отсчитав ее от линии записи места нуля актиометра с погрешностью не более 0,2 дел. Записать в рабочую тетрадь полученное значение H_s , а также время середины 10-минутного интервала.

Примечание – При скорости движения диаграммной ленты, не равной 60 мм/ч, ширину участка необходимо брать соответствующей 10-минутному интервалу.

6.6 Обработка результатов регистрации

6.6.1 Общие указания по обработке

6.6.1.1 Если обработка результатов регистрации производится в центре обработки (Республиканском гидрометеоцентре), то в пункте актиометрических наблюдений выполняют только первичную обработку, заключающуюся в определении среднечасовых

ординат и дополнительной информации, состав и способ определения которой указан в 6.3.9.

6.6.1.2 При необходимости получения актинометрической информации на месте выполняют полную обработку, в результате которой определяют значения часовых сумм радиации, среднечасового альбедо подстилающей поверхности и коэффициента прозрачности атмосферы.

6.6.1.3 В случаях пропусков в регистрации и искажений показаний датчиков необходимо производить обработку с восстановлением данных по 6.6.4.

6.6.2 Первичная обработка результатов регистрации для представления в центр обработки

6.6.2.1 Разметить диаграммную ленту по времени. Для этого значения среднего солнечного времени τ_m , отмеченные на ленте по 6.3.8, необходимо перевести в истинное время τ_o по формуле:

$$\tau_o = \tau_m + \Delta\tau, \quad (6.1)$$

где $\Delta\tau$ – поправка к среднему солнечному времени (уравнение времени), указанная в таблице Д.1 (приложение Д).

Нанести на ленту отметки по истинному времени и путем интерполяции между ними нанести отметки, соответствующие каждому целому часу истинного времени, предполагая, что скорость движения диаграммной ленты равномерна. Через нанесенные отметки провести часовые линии, делящие ленту на часовые промежутки. При перерывах в регистрации разметка по времени должна производиться с учетом времени перерыва.

Примечание – Если метки на диаграммной ленте нанесены по истинному времени, то пересчет по формуле (6.1) не выполняют.

6.6.2.2 Провести на диаграммной ленте нулевую линию для каждого датчика следующим образом:

- если датчик подключен без смещения места нуля и на канале 6 (или другом) производится запись места нуля регистратора, то нулевая линия датчика совпадает с линией канала 6;
- если датчик подключен со смещением места нуля или если запись места нуля регистратора на канале 6 не производится, то нулевая линия должна быть проведена по точкам регистрации места нуля датчиков (в соответствии с 6.3.8.5).

Примечание – Линию регистрации сигналов актинометра или пиранометра в темное время суток использовать в качестве нулевой линии допускается только в крайнем случае.

6.6.2.3 По каждой кривой для каждого часового интервала определить среднюю ординату, отсчитав ее от соответствующей нулевой линии, и округлить до 0,1 дел. Если кривая проходит плавно (при ясном, малооблачном или пасмурном небе), то среднечасовую ординату можно определять методом равных площадей. Этот метод заключается в том, что для участка кривой между двумя соседними часовыми линиями определяют положение некоторой средней линии, параллельной нулевой линии и разделяющей этот участок кривой на две части таким образом, чтобы площадь, ограниченная средней линией и одной частью кривой (под средней линией), была равна площади, ограниченной средней линией и другой частью кривой (над средней линией).

При разбросе точек (в условиях переменной облачности) среднечасовую ординату необходимо определять либо как среднее арифметическое из ординат всех точек в часовом интервале, либо с помощью палетки Савиковского. Использование метода равных площадей допускается только при условии, что среднечасовая ордината будет определена с погрешностью не более 0,5 дел.

Палетка Савиковского представляет собой прозрачную линейку, на которой нанесена сетка, шириной 60 и длиной 200 мм. Сетка разделена на полосы шириной, равной 5 делениям диаграммной ленты. Против каждой полосы указано значение ординаты для середины полосы. В полосе 0 проведена пунктиром линия с ординатой, равной нулю. Для определения средней за час ординаты палетку накладывают так, чтобы ее нулевая линия (пунктирная) совпадала с нулевой линией записи обрабатываемого вида радиации. Подсчитывают число точек, попавших в каждую полосу. Принимают, что для всех точек, попавших в одну полосу, ординаты одинаковы и равны значению, указанному против полосы, т. е. ординате ее середины. Среднечасовую ординату H для точек в данном часовом интервале определяют по формуле:

$$H = \frac{\sum n_i \cdot H_i}{\sum n_i}, \quad (6.2)$$

где n_i – количество точек в i -й полосе;

H_i – ордината середины i -й полосы, дел.

6.6.2.4 Отметку среднечасовой ординаты H нанести на диаграммную ленту в соответствующем часовом интервале в виде штриха параллельно нулевой линии на расстоянии от нулевой линии, равном числу делений среднечасовой ординаты H . На свободном участке диаграммной ленты записать полученное значение H . Значения среднечасовых ординат необходимо записать также в рабочую тетрадь (рисунок 6.1). Среднечасовую ординату обозначают индексом, соответствующим виду радиации. При этом ординату, полученную по балансомеру, установленному в теновом кольце, обозначают H_B .

6.6.2.5 Если в течение данного месяца был изменен переводный множитель какого-либо датчика с регистратором или заменен датчик, то для представления в центр обработки необходимо выполнить пересчет среднечасовых ординат для их приведения к одному переводному множителю. Для этого среднечасовые ординаты, полученные при новом значении переводного множителя β'_J , приводят к значению переводного множителя β_J , применявшемуся в работе с начала месяца, путем умножения на коэффициент пересчета C , определяемый по формуле $C = \beta'_J / \beta_J$ и в материалах, направляемых в центр обработки, указывают одно значение переводного множителя β_J . Если переводный множитель изменился в начале месяца, то в целях уменьшения объема пересчета данные приводят к новому его значению β'_J , для чего среднечасовые ординаты, полученные до изменения переводного множителя, умножают на коэффициент C , определяемый по формуле $C = \beta_J / \beta'_J$, и в центр обработки сообщают значение β'_J .

6.6.3 Полная обработка результатов регистрации

6.6.3.1 Выполнить первичную обработку материала регистрации по 6.6.2.

6.6.3.2 Вычислить значение часовой суммы прямой солнечной радиации $\sum_{\text{ч}} S$ до 0,01 МДж/м² по формуле:

$$\sum_{\text{ч}} S = 3,6 \beta_{ST} \cdot H_S, \quad (6.3)$$

где β_{ST} – переводный множитель актиометра с регистратором, кВт/(м²·дел), при температуре воздуха T ;

H_S – значение среднечасовой ординаты записи сигналов актиометра, дел.

Значение β_{ST} определяют по формуле:

$$\beta_{ST} = \beta_S / [1 - 0,0008 \cdot (T - 20)], \quad (6.4)$$

где β_S – переводный множитель при температуре 20 °С, кВт/(м²·дел);

T – значение температуры воздуха для данного часа, определяемого по 6.2.7, °С.

Для упрощения вычислений значения величины $[1 - 0,0008 \cdot (T - 20)]$ указаны в приложении Л.

6.6.3.3 Вычислить значения часовых сумм рассеянной $\sum_{\text{ч}} D$, отраженной $\sum_{\text{ч}} R_{\text{к}}$, суммарной $\sum_{\text{ч}} Q$ радиации по формулам:

$$\sum_{\text{ч}} D = 3,6 \cdot \beta_D \cdot H_D, \quad (6.5)$$

где β_D – переводной множитель пиранометра D с регистратором, кВт/(м²·дел);

H_D – средняя ордината за час для рассеянной радиации, дел.

$$\sum_{\text{ч}} R_{\text{к}} = 3,6 \cdot \beta_R \cdot H_R, \quad (6.6)$$

где β_R – переводной множитель пиранометра $R_{\text{к}}$ с регистратором, кВт/(м²·дел);

H_R – средняя ордината за час для отраженной радиации, дел.

$$\sum_{\text{ч}} Q = 3,6 \cdot \beta_Q \cdot H_Q, \quad (6.7)$$

где β_Q – переводной множитель пиранометра Q с регистратором, кВт/(м²·дел);

H_Q – средняя ордината за час для суммарной радиации, дел.

Примечание – Значения $\sum_{\text{ч}} Q$, полученные по незатененному пиранометру, используют для контроля и восстановления пропусков в регистрации (приложение Ж и 6.6.4).

6.6.3.4 Вычислить значение часовой суммы радиационного баланса без прямой солнечной радиации по формуле:

$$\sum_{\text{ч}} (B - S') = 3,6 \cdot \beta_B \cdot H_{B'} \cdot \Phi_V, \quad (6.8)$$

где β_B – переводный множитель балансомера с регистратором, кВт/(м²·дел);

$H_{B'}$ – средняя ордината за час, дел;

Φ_V – поправочный множитель балансомера на скорость ветра V , указанный в поверочном свидетельстве;

V – скорость ветра, определяемая по 6.2.7 для данного часа, м/с.

6.6.3.5 Определить значение часовой суммы суммарной радиации $\sum_{\text{ч}} Q^*$ по формуле:

$$\sum_{\text{ч}} Q^* = \sum_{\text{ч}} D + \sin h \sum_{\text{ч}} S, \quad (6.9)$$

где h – высота Солнца в момент середины рассматриваемого часового интервала, определяемая по приложению Д.

6.6.3.6 Определить значение часовой суммы радиационного баланса $\sum_{\text{ч}} B$ по формуле:

$$\sum_{\text{ч}} B = \sum_{\text{ч}} (B - S') + \sin h \sum_{\text{ч}} S. \quad (6.10)$$

Если балансомер используется без теневого кольца, то часовую сумму радиационного баланса определяют по формуле (6.5), в которую вместо $H_{B'}$ подставляют значение H_B .

6.6.3.7 Определить значение среднечасового альбедо $A_{\text{к}}$ подстилающей поверхности по формуле:

$$A_{\text{к}} = \sum_{\text{ч}} R_{\text{к}} / \sum_{\text{ч}} Q^* \cdot 100\%. \quad (6.11)$$

6.6.3.8 Определить значения часовых сумм баланса коротковолновой $\sum_{\text{ч}} B_{\text{к}}$ и длинноволновой $\sum_{\text{ч}} B_{\text{д}}$ радиации по формулам:

$$\sum_{\text{ч}} B_{\text{к}} = \sum_{\text{ч}} Q^* - \sum_{\text{ч}} R_{\text{к}}, \quad (6.12)$$

$$\sum_{\text{ч}} B_{\text{д}} = \sum_{\text{ч}} (B - S') + \sum_{\text{ч}} R_{\text{к}} - \sum_{\text{ч}} D. \quad (6.13)$$

6.6.3.9 Определить значение коэффициента прозрачности атмосферы по методике, указанной в приложении Д, используя данные, полученные по 6.5. При этом значение прямой солнечной радиации S должно быть определено по формуле:

$$S = \beta_{ST} \cdot H_s. \quad (6.14)$$

6.6.4 Обработка результатов регистрации, выполненной с пропусками и искажениями

6.6.4.1 Пропуски при регистрации появляются при отключении регистратора на период грозы, при выполнении регламентных или ремонтных работ, при отсутствии электроэнергии в сети, а также при отключении датчика или когда датчик был закрыт на период выпадения осадков. Искажения регистрируемых сигналов датчика появляются в случаях сбоя нацеливания актинометра на Солнце, сбоя затенения пиранометра или балансомера, при затенении датчика окружающими объектами, при отложении гидрометеоров, при выпадении снега, задерживающегося на датчиках, при запотевании стеклянного колпака пиранометра. В этих случаях допускается выполнять обработку с восстановлением данных. Способ восстановления зависит от следующих факторов:

- от продолжительности перерыва или искажения;
- от видов радиации, для которых требуется восстановление, и их количества;
- от причины пропуска, например из-за закрывания датчика от осадков.

6.6.4.2 Если продолжительность пропуска или искажения менее 20 мин в данном часовом интервале, то определяют среднюю ординату по точкам, нанесенным на диаграммную ленту в течение остальных 40 мин или более, и принимают ее в качестве среднечасовой ординаты. Сюда относится также случай, когда перерыв продолжался более 20 мин, но распределен в двух соседних часовых интервалах таким образом, что в каждом из них длился не более 20 мин. Если перерыв произошел внутри часового интервала, то среднюю ординату определяют по формуле:

$$H = (H_1 \cdot t_1 + H_2 \cdot t_2) / (t_1 + t_2), \quad (6.15)$$

где H_1 , H_2 – средняя ордината для участка кривой до перерыва и после него соответственно, дел;

t_1 , t_2 – продолжительность регистрации (в минутах) в данном часовом интервале до перерыва и после него,

6.6.4.3 Если продолжительность пропуска или искажения от 20 до 60 мин в рассматриваемом часовом интервале, то восстановление пропущенных данных производится путем интерполяции. Для этого конец и начало правильной записи на диаграммной ленте соединяют прямой штриховой линией, и определяют среднечасовую ординату с учетом восстановленного участка. Искаженную часть кривой при этом перечеркивают. Сюда относится также случай, когда перерыв возник в начале одного часа, а прекратился в конце следующего. При восстановлении данных о прямой солнечной радиации необходимо учитывать данные, полученные по гелиографу, и в случае отсутствия солнечного сияния считать, что значения ординат равны нулю.

6.6.4.4 При перерывах в работе регистратора более целого часового интервала восстановление путем интерполяции не рекомендуется, и используют результаты измерений с интеграторами. Если имел место перерыв или искажение записи только для отдельных датчиков, то восстанавливаемые часовые суммы определяют по значениям часовых сумм других видов радиации, используя следующие формулы:

- для прямой солнечной радиации

$$\sum_{\text{ч}} S = (\sum_{\text{ч}} Q - \sum_{\text{ч}} D) / \sin h; \quad (6.16)$$

- для рассеянной радиации

$$\sum_{\text{ч}} D = \sum_{\text{ч}} Q - \sin h \sum_{\text{ч}} S; \quad (6.17)$$

- для отраженной радиации

$$\sum_{\text{ч}} R_{\text{к}} = A_{\text{к}} \sum_{\text{ч}} Q^*, \quad (6.18)$$

если же при этом регистрация прямой солнечной радиации не выполнялась, то

$$\sum_{\text{ч}} R_{\text{к}} = A_{\text{к}} \sum_{\text{ч}} Q, \quad (6.19)$$

где $A_{\text{к}}$ – среднее из значений альбедо, полученных по результатам измерений за остальные часы или в другие дни при аналогичных условиях облачности, состояния подстилающей поверхности и диска Солнца;

- для радиационного баланса

$$\sum_{\text{ч}} B = \sum_{\text{ч}} Q^* - \sum_{\text{ч}} R_{\text{к}}; \quad (6.20)$$

если при этом регистрация отраженной радиации не выполнялась, то

$$\sum_{\text{ч}} B = (1 - A_{\text{к}}) \sum_{\text{ч}} Q^*, \quad (6.21)$$

если не выполнялась регистрация прямой солнечной радиации, то в формулах (6.20) и (6.21) вместо $\sum_{\text{ч}} Q^*$ используют $\sum_{\text{ч}} Q$.

6.6.4.5 Если актиометр был закрыт от осадков и в это время диск Солнца был закрыт облаками, то при определении среднечасовой ординаты принимают, что в пропущенном интервале ординаты записи сигналов актиометра равны нулю. Если при этом было отмечено наличие солнечного сияния, то часовую сумму прямой солнечной радиации определяют по формуле (6.16).

6.6.4.6 Если балансомер был закрыт от осадков, то в темное время суток принимают, что значения ординат записи сигналов балансомера равны нулю. В светлое время суток при перерыве менее 20 мин обработку выполняют по 6.6.4.2, при перерыве от 20 мин и более – по формуле (6.20) или (6.21).

6.6.5 Обработка результатов измерений, выполненных с интеграторами

6.6.5.1 В центр обработки должны быть представлены значения разностей отсчетов N_S , N_D , N_R , N_Q и N_B , полученные по 6.4, а также дополнительная информация, определяемая по 6.3.9.

6.6.5.2 Значения часовых сумм радиации должны быть определены по формуле:

$$\sum_{\text{ч}} J = A_J N_J, \quad (6.22)$$

где J – обозначение вида радиации;

A_J – переводный множитель датчика с интегратором, МДж/(м² · дел);

N_J – значение разности отсчетов по интегратору, полученное для данного часа (в делениях) по 6.4,

При вычислении значение $\sum_{\text{ч}} J$ округляют до 0,01 МДж/м².

6.6.5.3 Значения переводных множителей датчиков с интеграторами должно быть определено по методике, указанной в 6.7.7.

6.7 Контроль рабочих приборов

6.7.1 Общие указания

6.7.1.1 При выполнении регистрации в пункте наблюдений должен регулярно проводиться контроль всех рабочих приборов, который включает:

- проверку переводных множителей рабочих датчиков с соответствующим измерительным прибором (на стойке для сравнительных наблюдений);
- текущий контроль рабочих датчиков, подключенных к регистратору.

6.7.1.2 Проверка переводных множителей должна выполняться по контрольному актинометру при состоянии диска Солнца $\square^2$ желательно в околополуденные часы, когда значения прямой солнечной радиации меняются меньше, чем в другое время дня.

6.7.1.3 Проверку необходимо выполнять по возможности ежемесячно (при наличии соответствующих погодных условий) для всех приборов, включенных в работу:

- для сравнительных приборов, т. е. для актинометра, пиранометра и балансомера, установленных на актинометрической стойке для сравнительных наблюдений и подключенных к гальванометрам;
- для рабочих датчиков, т. е. для актинометра, трех пиранометров и балансомера, подключенных к регистратору.

В случае замены датчика или измерительного прибора должна быть проведена внеочередная проверка.

6.7.1.4 Для выполнения проверки необходимы следующие технические средства:

- контрольная пара или образцовый актинометр;
- поверочная труба;
- секундомер;
- приборный стол.

6.7.1.5 При выполнении проверки рабочие датчики должны быть подключены к тем же измерительным приборам, с которыми они используются в работе. В случае необходимости при установке пиранометра или балансомера в поверочную трубу допускается удлинить соединительные провода, используя для этого медный провод с сечением жилы не менее 0,5 мм² (диаметр 0,8 мм) при длине каждого конца не более 3 м.

6.7.1.6 Текущий контроль рабочих датчиков, подключенных к регистратору, должен проводиться ежедневно путем сравнения результатов измерений, получаемых в процессе выполнения регистрации, с результатами параллельно выполненным измерений по приборам на сравнительной стойке без перерыва работы регистрирующей установки.

6.7.1.7 Материалы проверок и текущего контроля должны быть высланы в Республиканский гидрометеорологический центр для их анализа и заключения о состоянии рабочих приборов и переводных множителей.

6.7.2 Проверка переводных множителей сравнительных приборов

6.7.2.1 Проверка переводных множителей сравнительных приборов и обработка полученных результатов должна выполняться аналогично периодическому контролю приборов, предназначенных для срочных наблюдений (в соответствии с 5.7.1 – 5.7.8).

6.7.3 Текущий контроль рабочих датчиков с регистратором

6.7.3.1 Текущий контроль датчиков с регистрирующим прибором предназначен для проверки состояния рабочих приборов в процессе их непрерывной работы и должен проводиться по возможности ежедневно.

6.7.3.2 Контроль должен выполняться при стабильной радиации в следующих условиях:

- для актинометра – при состоянии диска Солнца $\square^2$ в течение не менее 10 мин;
- для пиранометра суммарной радиации при любых условиях (кроме указанных в 6.7.1.7), когда ординаты точек на кривой записи суммарной радиации различаются между собой не более, чем на 1 деление, в течение не менее 10 мин;
- для пиранометра рассеянной радиации – при состоянии диска Солнца $\square^2$ или $\square$, если границы колебания кривой записи рассеянной радиации не превышают 1 деления в течение 10 мин, а также при состоянии диска Солнца Π , когда оно закрыто плотными непросвечивающими облаками в зоне радиусом не менее 10° (на ширину ладони вытянутой руки) в течение более 10 мин;
- для пиранометра отраженной радиации – при состоянии подстилающей поверхности таком же, как под сравнительным пиранометром;
- для балансомера в теневом кольце – при условиях, указанных для пиранометров рассеянной и отраженной радиации.

6.7.3.3 Порядок проведения контроля датчиков должен быть следующим:

- перед началом контроля проверить состояние всех датчиков, откорректировать нацеливание на Солнце рабочего актинометра (установленного на гелиостате), проверить затенение пиранометра и балансомера на теневых стойках;
- на диаграммной ленте регистратора поставить отметку t_0 по истинному времени, включив секундомер в момент нанесения отмечаемой точки. Секундомер не останавливать до конца контроля;
- подготовить к работе сравнительные приборы таким же образом, как для выполнения срочных наблюдений (см. 5.5.1) и определить значения места нуля для актинометра n_s , пиранометра n_π и балансомера n_b , а также температуру T_r по термометру гальванометра, подключенного к актинометру. Определить характеристики облачности, состояние подстилающей поверхности и диска Солнца, а также температуру воздуха T .
- откорректировать нацеливание сравнительного актинометра и затенение пиранометра, снять по секундомеру отсчет времени t_1 начала первой серии измерений и выполнить ряд синхронных отсчетов N'_s по актинометру и N'_D по пиранометру в течение 6 мин с интервалами между парами отсчетов не более 40 с. Записать время t_2 последнего отсчета и сразу же закрыть крышкой пиранометр в теневом кольце для обозначения на диаграммной ленте места окончания 1-й серии (дополнительно к отметкам времени).
- установить сравнительный пиранометр приемной поверхностью вниз. Откорректировать затенение сравнительного балансомера, записать время t_3 (по секундомеру) начала 2-й серии и выполнить по возможности синхронно ряд отсчетов N'_R по пиранометру, V' по ручному анемометру и N'_B по балансомеру в течение 6 мин. Записать время t_3 последнего отсчета и снять крышку с пиранометра в теневом кольце для обозначения на диаграммной ленте места окончания 2-й серии измерений. Остановить секундомер.
- закрыть сравнительные приборы, как это указано в 5.5.1.8.

Примечание – Если при измерениях радиация была недостаточно стабильной, то серию продлить до 10 мин.

6.7.4 Обработка результатов текущего контроля

6.7.4.1 По показаниям сравнительных приборов вычислить средние значения N_s , N_D , N_R , N_B , V из соответствующих отсчетов N'_s , N'_D , N'_R , N'_B , V' , полученных по 6.7.3.3. Ввести все необходимые поправки и определить значения прямой солнечной S , рассеянной D , отраженной R радиации радиационного баланса без прямой солнечной радиации $B - S'$

(или радиационного баланса B , если балансомер не затенен) в соответствии с 5.6.3.1-5.6.3.5. Определить значение прямой солнечной радиации на горизонтальной поверхности S' (по 5.6.3.6) для времени середины 1-й серии, равного $(t_0 + t_1 + 3)$ мин, и вычислить значение суммарной радиации Q по формуле $Q = D + S \cdot \sin h$.

6.7.4.2 На диаграммной ленте найти участки регистрации за время выполнения 1-й и 2-й серий измерений и поставить отметки времени t_1 , t_2 , t_3 и t_4 , отсчитывая от отметки t_0 . Для контроля правильности нахождения этих участков принять во внимание, что после момента t_2 пиранометр рассеянной радиации был закрыт крышкой, а после момента t_4 – открыт.

6.7.4.3 Между отметками t_1 и t_2 в результатах записи сигналов актинометра, пиранометра рассеянной и пиранометра суммарной радиации отбросить первую и последнюю точки, а по остальным точкам определить средние значения ординат H_S , H_D и H_Q . Ординаты отсчитывать от линии места нуля, определяемой в соответствии с 6.6.2.2. Между отметками t_3 и t_4 аналогичным образом найти средние ординаты H_R для пиранометра отраженной радиации и H_B для балансомера.

6.7.4.4 Значения радиации разделить на соответствующие ординаты и получить значения переводных множителей для всех наблюдаемых элементов. Осреднив значения переводных множителей за каждый день, получим средний переводной множитель, который используется для обработки информации за месяц.

6.7.5 Контроль переводных множителей рабочих датчиков с интеграторами

6.7.5.1 Специальных измерений для контроля переводных множителей рабочих датчиков с интеграторами производить не требуется. Значения этих переводных множителей должны быть определены расчетным способом по характеристикам, указанным в свидетельствах о поверке датчиков и интеграторов по формуле:

$$A_i = 3,6 \cdot E (R_i + R_6 + R_n) / 10^5 K, \quad (6.23)$$

где A – переводный множитель датчика с интегратором на диапазоне i , МДж/(м²·дел);

E – емкость 100 делений шкалы интегратора, мкА · ч;

R_i – сопротивление интегратора на диапазоне i , Ом;

R_6 , R_n – сопротивление термобатареи датчика и соединительной линии соответственно, Ом;

K – коэффициент преобразования (чувствительность) датчика, мВ/(кВт·м²).

Расчет значений A_i должен быть выполнен для всех диапазонов интегратора.

Примечание – Если в результате поверки был указан только переводный множитель β для датчика с регистратором, то значение чувствительности датчика может быть определено как $K = \lambda / \beta$. При этом значение λ должно регулярно проверяться при поверке регистратора.

6.7.5.2 Характеристики интегратора должны проверяться раз в 3 года при его поверке в ССИ, группе актинометрии Республиканского гидрометеоцентра или при проверке пункта наблюдений.

6.7.5.3 Если изменилась хотя бы одна из характеристик датчика или интегратора, то значения A_i должны быть пересчитаны.

6.8 Состав комплекта технических средств для обеспечения непрерывных наблюдений

6.8.1 Описание технических средств, используемых для обеспечения непрерывных наблюдений приведены в приложении М. Установку, монтаж, наладку, ввод в эксплуатацию и ремонт технических средств должна производить ССИ, либо ремонтные группы областных гидрометеоцентров. Рекомендации по выполнению этих работ

приведены в разделе М.3 (приложение М). Замену датчиков, штативов и отдельных деталей, не требующих специальной наладки или настройки, должен выполнять персонал станции.

Таблица 6.3 – Состав комплекта технических средств для обеспечения регистрации

Наименование	Количество, шт.			
	рабочих	контрольных	запасных	всего
Актинометр М-3	2	1	1	4
Пиранометр М-80	4	1	4	9
Балансомер М-10М	2	—	4	6
Гальванометр ГСА-1 или ГСА-1М	3	1	3	7
Самопишущий прибор: КСП-4 или А682	1	—	1	2
Интегратор: Х-603 или Х-607	5	—	2	7
Анемометр ручной АРИ-49	1	—	1	2
Анемометр дистанционный	1	—	1	2
Прибор комбинированный Ц4360	1	—	—	1
Стойка актинометрическая М-13а	1	—	—	1
Ящик для гальванометров	1	—	—	1
Стойка для анемометра	2	—	—	2
Поверочный стол	1	—	—	1
Поверочная труба ПО-11	2	—	—	2
Стойка для датчиков Q и R _к	1	—	—	1
Гелиостат	1	—	—	1
Блок питания	1	—	1	2
Часы электропервичные П413-2БР-Р24-012	1	—	1	2
Стойка для гелиостата	1	—	—	1
Стойка теневая М-41 или ПЗ-1	2	—	—	2
Соединительная коробка	1	—	—	1
Распределительный щит	1	—	—	1
Монтажный провод МКЭШ 2 х 0,35 (52 м)	1	—	—	1
Кабель КСРБ 4 х 1,0 (60 м)	1	—	—	1
КСРБ 10 х 1,0 (500 м)	1	—	—	1
КСРБ 19 х 1,0 (500 м)	1	—	—	1
КРПТ 2 х 0,75 м (30 м)	1	—	—	1
Ключ 7811-0003 ДЖД21хр	1	—	—	1
Ключ 7811-0022 ДЖД21хр	1	—	—	1
Ключ 7811-0046 ДЖД21хр	1	—	—	1
Ключ 7813-0036 ДЖД21хр	1	—	—	1
Напильник 2820-0031	1	—	—	1
Отвертка 7810-0324 КБ21хр	3	—	—	3
Паяльник ПСР-40	1	—	—	1
Плоскогубцы	1	—	—	1

6.8.2 Сведения о нормах на расходные материалы, требуемые для выполнения работ по программе наблюдений, приведены в приложении Н.

6.9 Требования к состоянию технических средств и эксплуатационному обслуживанию

6.9.1 В процессе эксплуатации технических средств на станции должен осуществляться контроль их состояния и приниматься меры по устранению недостатков. Если обнаруженный дефект не может быть устранен на месте, средство измерений или вспомогательное оборудование должно быть заменено.

6.9.2 Наружные поверхности деталей всех стоек, штативов, ящика для гальванометров и гелиостата не должны иметь участков без покрытия, защищающего от коррозии; в случае обнаружения нарушения покрытия, оголенные участки должны быть закрашены. Трущиеся поверхности подвижных соединений у всех стоек, штативов, гелиостата должны быть смазаны для предохранения от коррозии.

6.9.3 Все линии связи должны иметь сопротивление изоляции не менее 10 МОм; проверяется мегомметром при обязательном отключении датчиков и измерительных приборов; методика проверки указана в 3.3.20 (приложение М).

Соединительные провода, проходящие снаружи, не должны иметь повреждения изоляции и обрывов. Нарушенный контакт в измерительной цепи восстанавливают пайкой в месте обрыва, а оголенные участки обматывают изоляционной лентой или заменяют соединительный провод.

6.9.4 Контактные поверхности клемм датчиков, измерительных приборов и доступных осмотру клемм переключателей не должны быть загрязнены или окислены. При обнаружении загрязнения или окисления контактные поверхности чистят мелким наждаком.

6.9.5 Покрытие приемных поверхностей датчиков не должно иметь повреждений. В крайнем случае (при отсутствии запасных датчиков) допускается использовать: актинометр с нарушенным покрытием не более 1 % площади приемной поверхности; пиранометр с отслоившейся краской не более, чем на 10 % площади приемной поверхности; балансомер с нарушением покрытия не более чем на 10 % площади приемной поверхности, если при этом разность чувствительностей сторон в пределах допуска (не более 5 %).

6.9.6 Покрытие наружных поверхностей каждого датчика не должно иметь повреждений более чем на 20 % площади.

6.9.7 Сопротивление изоляции должно быть не менее 1,0 Мом у актинометра и не менее 0,5 МОм у пиранометра и балансомера. Проверку производят между одним из выводов термобатареи и неокрашенной металлической частью корпуса при помощи омметра с источником питания напряжением не более 4 В.

6.9.8 У актинометра с открытой трубкой приемная поверхность, диафрагмы и стенки трубки должны быть чистыми, т. е. при визуальном осмотре не должно наблюдаться соринок, пыли, паутины, насекомых и пр. В случае загрязнения приемной поверхности актинометр направляют в ССИ; чистить ее на станции не разрешается. Трубку и диафрагму очищают мягкой кисточкой движениями к входному отверстию трубки, повернув актинометр вниз, чтобы при чистке соринки не падали на приемник.

6.9.9 Стекланный колпак пиранометра должен быть чистым и не иметь трещин. В случае запыления или отложения гидрометеоров наружные стекланные поверхности протирают чистой мягкой гигроскопичной салфеткой. При загрязнении или обмерзании для чистки используют спирт-ректификат. Если обмерзший колпак таким способом очистить не удастся, допускается прогреть рукой отложившийся слой, и сразу же протереть насухо салфеткой. В случае невозможности очистки на месте прибор снимают и очищают в помещении. В случае запотевания колпака изнутри проверяют состояние слоя клея между колпаком и оправой, целостность стеклнного колпака, проверяют также наличие смазки на резьбе между оправой колпака и корпусом, между оправой сушилки и корпусом, целостность стеклнного баллона сушилки, слоя клея между баллоном и оправой, герметизацию выводов. При появлении трещины в стеклнном колпаке его заменяют и проводят внеочередную поверку. Если пиранометр не имеет перечисленных дефектов, но появилось запотевание при понижении температуры воздуха, то снимают

колпак, просушивают и проветривают на воздухе, а затем устанавливают колпак, соблюдая осторожность, во избежание повреждения приемной поверхности. При этом оправа должна быть навинчена до совмещения рисок, нанесенных краской.

6.9.10 У балансомера приемные поверхности должны быть чистыми. При появлении на них пыли, соринок или изморози следует сдуть резиновой грушей или смахнуть мягкой кисточкой, делая это очень осторожно, чтобы не повредить черное покрытие. В случае выпадения росы на приемную поверхность балансомера, водяные капли аккуратно промокают кусочком чистой мягкой ткани, стараясь не повредить черное покрытие приемной поверхности, а затем балансомер сушат лампой накаливания или на солнце.

6.9.11 У гальванометра не должно быть трещин в защитном окне и зазоров в местах его крепления к оправе; в случае появления неисправности необходимо заменить окно, приклеить его к оправе без зазоров. Шкала должна иметь четко видимые риски и цифры, а зеркальная полоска должна давать отчетливое изображение стрелки; в противном случае гальванометр направляют в ремонт.

6.9.12 У интеграторов Х-603 и Х-607 не должно быть разрыва капли-указателя и ее выхода за пределы шкалы. В случае выхода за пределы шкалы указатель возвращают в исходное положение, результат измерения бракуют и выполняют проверку самохода по методике изложенной в 6.3.14. В случае разрыва капли-указателя необходимо прочистить капилляр путем прогона указателя вдоль всего капилляра до его устья и в момент соединения разорванных частей в одну каплю сразу же переключить тумблер в положение прогона указателя в противоположное направление; доводят до устья, переключают обратно и доводят до противоположного устья; еще раз прогоняют указатель от устья до устья и устанавливают на нулевой отметке шкалы. Прогон необходимо повторять до соединения капель. Измеренное значение не бракуют, если капля разделилась только на две части и расстояние между ними не более 1 деления шкалы. В таком случае показание, отсчитанное по правому краю правой части разорванного указателя, уменьшают на 0,5 расстояния между частями, выраженного в делениях шкалы интегратора.

6.9.13 У самопишущих измерительных приборов диаграммная лента должна перемещаться без деформаций; наносимые отпечатки должны быть четкими. В противном случае корректируют установку диаграммной ленты, обновляют пропитку краской красящих деталей в соответствии с рекомендациями технического описания и инструкции по эксплуатации, прилагаемой к прибору заводом-изготовителем.

6.10 Погрешности результатов наблюдений (при непрерывных наблюдениях)

6.10.1 При выполнении непрерывных наблюдений с помощью самопишущего измерительного прибора погрешность $\Delta \sum_{\text{ч}} J$ определения часовой суммы $\sum_{\text{ч}} J$ радиации находится по формуле (6.24) и округляется до 0,01 МДж/м²:

$$\Delta \sum_{\text{ч}} J = b + c \sum_{\text{ч}} J, \quad (6.24)$$

где b и c - коэффициенты, значения которых указаны в таблице 6.4

Таблица 6.4 – Значения коэффициентов b и c в формуле 6.24

Наименование часовой суммы радиации и ее обозначение	b (МДж/м ²)	c
Часовая сумма прямой солнечной радиации $\sum_{\text{ч}} S$	0,04	0,03
Часовая сумма рассеянной радиации $\sum_{\text{ч}} D$	0,04	0,15
Часовая сумма отраженной радиации $\sum_{\text{ч}} R$	0,04	0,17

Часовая сумма суммарной радиации $\sum_{\text{ч}} Q$	0,07	0,03
Часовая сумма радиационного баланса $\sum_{\text{ч}} B$	0,03	0,25

7 Правила выполнения наблюдений для определения суточных сумм радиации путем интегрирования

7.1 Общие указания

7.1.1 При выполнении наблюдений, предназначенных для определения суточных сумм суммарной радиации путем интегрирования (по программе реперных станций) должны использоваться технические средства, указанные в таблице 7.1. Порядок их установки и ввода в работу приведен в приложении М.

7.1.2 Рабочий, запасной и контрольный комплекты (пиранометр с интегратором), поступившие в пункт наблюдений, должны иметь свидетельства о поверке интегратора и комплекта.

7.1.3 После ввода в работу рабочий пиранометр должен непрерывно находиться на рабочем месте, при этом должны выполняться указанные в 7.3 операции по поддержанию пиранометра и интегратора в рабочем состоянии. Запасной и контрольный комплекты должны храниться в запираемом шкафу в сухом отапливаемом помещении при отсутствии паров кислот, щелочей и других газов, вызывающих коррозию.

7.1.4 В процессе выполнения наблюдений должны выполняться отсчеты по интегратору и вестись дополнительные наблюдения за состоянием подстилающей поверхности и диска Солнца.

7.1.5 В пункте наблюдений должны вестись журнал наблюдений и контроля рабочего комплекта в соответствии с указаниями приложения Б (результаты контроля могут записываться на 1-ой странице таблицы ТИ-1), а также рабочая тетрадь для записи результатов ежедневно выполняемых дополнительных наблюдений. Результаты дополнительных наблюдений можно записывать в соответствующие графы таблицы ТИ-1.

7.2 Условия проведения наблюдений

Наблюдения должны выполняться при любых условиях, за исключением выпадения града. На время выпадения града пиранометр необходимо закрыть для защиты стеклянного колпака от повреждения.

7.3 Выполнение наблюдений

7.3.1 Ежедневно после восхода Солнца следует проверить состояние стеклянного колпака пиранометра и в случае запотевания изнутри протереть его чистой мягкой сухой салфеткой, просушить и сменить силикагель в сушилке (5.9.9). Отметить это в рабочей тетради. Проверить горизонтальность пиранометра по уровню на штативе и при необходимости откорректировать. После этого протереть наружную поверхность стеклянного колпака, а в случае заметного на глаз загрязнения – с применением спирта-ректификата. Следует избегать касания голыми руками стеклянной поверхности колпака.

7.3.2 В течение дня следить за тем, чтобы указатель не вышел за пределы шкалы интегратора, так как при зашкаливании произойдет изменение самохода интегратора и потребуются его регулировка (методика приведена в М.3.3.17). Если указатель приблизился к концу шкалы в светлое время суток и возможно зашкаливание, следует записать отсчет n_2 и время, переместить указатель в начало шкалы и через 2 мин снять и записать отсчет n_3 , а в конце суток снять и записать отсчет n_4 . Все отсчеты снимать с погрешностью не более 0,5 дел.

7.3.3 Переключение интегратора на другой диапазон должно выполняться по согласованию с Республиканским гидрометеоцентром. В весенне-летний период диапазон уменьшается (так как с ростом продолжительности дня появляется опасность зашкаливания интегратора), а в осенний и зимний периоды диапазон увеличивается (если в течение полностью ясного дня указатель интегратора перемещается менее чем на 50 дел). Переключение диапазона необходимо производить после захода Солнца, чтобы не усложнять обработку результатов измерений.

7.3.4 Не реже чем 1 раз в 3 ч, выполнить наблюдения за состоянием подстилающей поверхности в соответствии с 5.2.10, определить состояние диска Солнца согласно 5.2.3 и записать в рабочую тетрадь либо на верхнем поле КМ-1. Проверить состояние стеклянного колпака пиранометра и, если появилось запотевание изнутри, отметить это в рабочей тетради и указать принятые меры и время. Особо отметить случай, когда после очистки на стеклянном колпаке возобновляется отложение гидрометеоров (иней, изморози, обледенения) или выпадающий снег задерживается на стеклянном колпаке пиранометра. Пример записи в рабочей тетради приведен на рисунке 7.1.

7.3.5 Через 1 ч после захода Солнца снять по интегратору конечный отсчет n_2 (записать в графу 4) указать время отсчета (графа 2). Перевести указатель интегратора в начало шкалы и не менее чем через 2 мин снять отсчет n_1 . Значения n_2 и n_1 записать в журнал наблюдений в соответствии с рисунком Б.3 (приложение Б). При этом значение n_1 следует записать в строку следующего дня, для которого оно будет являться начальным отсчетом и указать время отсчета. Номер диапазона интегратора необходимо указывать при его изменении. Переключение пиранометра на другой диапазон интегратора рекомендуется приурочить к первому числу месяца. После выпадения осадков каждый раз необходимо протереть стеклянный колпак пиранометра.

7.3.6 Не реже 1 раза в месяц после захода Солнца прочистить капилляр интегратора путем прогона указателя вдоль шкалы в обе стороны (по 6.3.12.4). В этом случае отсчет n следует выполнить после прочистки капилляра и установления указателя в начало шкалы.

Дата	Время, ч мин	Состояние		Состояние стеклянного колпака пиранометра
		диска Солнца	подстилающей поверхности	
10.03.97	9-30	П	Снег чистый сухой	Изморозь восстанавливается
	12-30	П	“	То же
	15-30	П	“	Снег задерживается на колпаке
	18-30	□	“	Колпак чистый
11.03.97	9-30	□ ²	“	Колпак чистый
	12-30	□ ²	Снег чистый влажный	Колпак запотел изнутри; 12.30 – 12.45 просушка колпака, замена силикагеля
	15-30	□ ²		Колпак чистый

Рисунок 7.1 – Пример записей в рабочей тетради

7.3.7 Один раз в месяц в день без осадков выполнить контроль рабочего комплекта по контрольному путем сравнения результатов измерений, выполненных по обоим комплектам в течение времени, за которое указатель интегратора сместится не менее чем на 30 дел. В летний период для этого бывает достаточно четырех околополуденных часов, а в зимний – сутки и более. Во время выполнения контроля текущие наблюдения не прерываются. Результаты измерений при каждом контроле необходимо направить в Республиканский гидрометеорологический центр для их анализа и принятия решения в

сомнительных случаях.

7.3.8 Порядок проведения контроля

7.3.8.1 Установить указатель интегратора контрольного комплекта (в дальнейшем – контрольный интегратор) в начало шкалы. Включить контрольный интегратор на такой же диапазон, как и рабочий интегратор. Пиранометр контрольного комплекта (в дальнейшем – контрольный пиранометр) установить на стойке рядом с рабочим пиранометром, снять крышку, развернуть номером на юг, подключить выводы, идущие от контрольного интегратора, соблюдая полярность, и выждать не менее 0,5 ч.

7.3.8.2 Снять первые отсчеты n_1 синхронно по контрольному и рабочему интеграторам. Отметить время t_1 начала контроля. Значения отсчетов t_1 записать в журнал в соответствии с рисунком Б.2 (приложение Б).

7.3.8.3 Во время выполнения контроля следить за показаниями интеграторов во избежание зашкаливания, а также проверять состояние стеклянных колпаков у пиранометров. В случае запотевания изнутри или отложения гидрометеоров результаты контроля бракуются, и он должен быть выполнен заново. Сравнительные наблюдения необходимо проводить в дни без осадков.

7.3.8.4 По окончании контроля снять вторые отсчеты n_2 синхронно по контрольному и рабочему интеграторам в такой же последовательности, как и при выполнении отсчетов n_1 . Записать значения n_2 в журнал, а также время t_2 окончания контроля.

7.3.8.5 Вычислить значения сумм радиации по показаниям контрольного $\sum Q_k$ и рабочего $\sum Q_p$ комплектов по формуле:

$$\sum Q = A_i (n_2 - n_1), \quad (7.1)$$

где A_i – переводный множитель комплекта на диапазоне i , определенный с учетом сопротивления линии связи R_n (приложение М), МДж/(м²·дел);

n_1 и n_2 – первый и второй отсчеты по интегратору, дел.

7.3.8.6 Вычислить разность Δ_{pk} между полученными значениями $\sum Q_p$ и $\sum Q_k$ и выразить в процентах от значения $\sum Q_k$. Если значение Δ_{pk} лежит в пределах допуска, равного 10 %, то контроль считают законченным. Контрольный пиранометр необходимо снять и поместить в шкаф для хранения до следующего контроля. Если значение Δ_{pk} три и более раз подряд получилось с одинаковым знаком, по решению методиста Республиканского гидрометеоцентра переводной множитель рабочей пары может корректироваться.

7.3.8.7 Если значение Δ_{pk} превысило допуск, то необходимо сначала выполнить внешний осмотр обоих комплектов и устранить обнаруженный дефект (оголенные участки проводов, загрязненные или окисленные клеммы, ненадежный контакт и пр.), а затем провести сравнения рабочего, запасного и контрольного комплектов аналогичным образом. По результатам сравнений определить значения сумм суммарной радиации по рабочему $\sum Q_p$, контрольному $\sum Q_k$ и запасному $\sum Q_z$ комплектам, а также значения разностей между ними по формулам $\Delta_{pk} = \sum Q_p - \sum Q_k$, $\Delta_{zk} = \sum Q_z - \sum Q_k$, $\Delta_{pz} = \sum Q_p - \sum Q_z$.

7.3.8.8 Если полученные в результате сравнения значения Δ_{pk} и Δ_{pz} превышают допуск, а значение Δ_{zk} в пределах допуска, то в работу необходимо установить запасной комплект, а рабочий отправить в поверку.

7.3.8.9 На некоторых станциях, работающих по программе интеграторных наблюдений, в качестве контрольной пары используется комплект актинометр-гальванометр и контроль за изменениями переводных множителей рабочих приборов проводится с помощью градуировок. Для того, чтобы создать для актинометра и пиранометра аналогичные условия (измерение прямой радиации) пиранометр помещают в трубу ПО-11.

7.3.8.10 Интегратор переключают на 1 или 2 диапазон и измеряют сколько он пройдет делений Δl в за 15 – 20 минут. В течение этого времени по контрольной паре актинометр-

гальванометр через каждую минуту снимаются отсчеты. Подсчитывают значение прямой радиации формуле:

$$S = (N_{cp} + \Delta N - n_o) a, \quad (7.2)$$

где N_{cp} – среднее значение из отсчетов по паре актинометр - гальванометр;

ΔN – шкаловая поправка к отсчету по гальванометру;

n_o – место нуля гальванометра;

a - переводной множитель контрольной пары при данной температуре t_{cp} (взят с градуировочного графика).

Переводной множитель для рабочей пары пиранометр-интегратор вычисляют по формуле:

$$A = ST / (n_2 - n_1), \quad (7.3)$$

где S – это значение прямой радиации, полученное по контрольной паре; МДж/м²;

T – продолжительность градуировки, минуты;

n_1 и n_2 - начальный и конечный отсчеты по интегратору, дел.

7.3.9 Один раз в 3 месяца необходимо проверить напряжение источника питания интегратора по методике, указанной в 6.3.13.

7.3.10 Один раз в 6 месяцев необходимо проверить самоход интегратора в соответствии с методикой, указанной в 6.3.14.

7.3.11 Один раз в год после поступления из ССИ поверенного комплекта необходимо заменить рабочий комплект. По получении нового комплекта следует произвести его внешний осмотр, проверить сопротивление изоляции и отсутствие обрыва в цепи термобатареи пиранометра (согласно приложения М), проверить отсутствие обрыва в измерительной цепи и напряжение источника питания интегратора (по 6.3.13). В случае обнаружения дефекта комплект необходимо направить в ССИ и запросить другой.

7.3.12 Выполнить сравнения поступившего нового комплекта с контрольным комплектом. Для этого вновь прибывший комплект нужно установить на место контрольного, а контрольный - на место рабочего комплекта. В период проведения сравнений не должно быть пропуска в наблюдениях. Для этого включаемый в работу комплект требуется установить и подключить накануне проведения сравнений (в конце суток), согласно 7.3.5 перевести указатель интегратора в начало шкалы и снять начальный отсчет для последующего определения суточной суммы суммарной радиации по этому комплекту. В журнале наблюдений отметить это, записать номер диапазона и значение переводного множителя. Провести контроль и обработку результатов контроля согласно 7.3.8.

7.3.13 Если расхождения в значениях сумм радиации, полученных сравниваемым комплектам, отличаются друг от друга не более чем на 10 % , то эти комплекты можно использовать в работе, причем новый комплект – в качестве контрольного, а бывший контрольный в качестве рабочего комплектов. Бывший рабочий комплект необходимо направить в поверку.

7.3.14 Если по результатам сравнений показания нового комплекта отличаются от показаний запасного и контрольного комплектом более чем на 10 % , то необходимо выполнить сравнения между вновь прибывшим комплектом и рабочим. Если расхождения между их показаниями будут менее 10 % , вопрос о том, какой из старых комплектов оставлять на станции должен решаться в Республиканском гидрометеорологическом центре.

7.4 Обработка результатов наблюдений

7.4.1 При обработке результатов наблюдений должны использоваться данные, записанные в журнале наблюдений (в соответствии с Б.5.3) и в рабочей тетради (7.3.4). При выполнении первичной обработки для представления материалов наблюдений в центр обработки для каждого дня необходимо определить значение разности Δl между конечным N и начальным l отсчетами, выполненными по интегратору (в соответствии с 7.3.5 и Б.5.3), вычислить значение радиации, а также определить следующие характеристики:

- продолжительность солнечного сияния по показаниям гелиографа согласно указаниям раздела 8 ТКП 17.10.12;
- преобладающее за светлое время суток состояние подстилающей поверхности по результатам наблюдений, выполненных в соответствии с 7.3.4;
- характеристика ясности дня, оценка которой производится согласно таблице 6.2 на основании наблюдений за состоянием диска Солнца, выполненных в соответствии с 5.2.3, а также с учетом продолжительности солнечного сияния по гелиографу;
- атмосферные явления, взятые по результатам метеорологических наблюдений и по результатам проверки состояния пиранометра (7.3.4). При этом из числа наблюдавшихся атмосферных явлений указывают только следующие: дождь, продолжавшийся более половины светлого времени суток; снег, задерживающийся на стеклянном колпаке пиранометра и продолжавшийся более половины светлого времени суток; отложение гидрометеоров на стеклянном колпаке, восстанавливающееся после его очистки.

Примечание – Если в течение дня для предотвращения зашкаливания указатель интегратора был перемещен в начало шкалы (см. 7.3.2), то по выполненным отсчетам необходимо найти сумму двух разностей: между отсчетом n_2 и начальным n_1 и между отсчетом n_4 после захода Солнца и отсчетом n_3 , т. е. $(n_2 - n_1) + (n_4 - n_3)$.

7.4.2 Все результаты первичной обработки должны определяться ежедневно за предыдущий день и заноситься в рабочий журнал Б.3 (приложение Б). В журнале работы приборов необходимо указывать время и причину перерыва в наблюдениях, связанного с обслуживанием установки (замена силикагеля в сушилке пиранометра, чистка контактов и др.) и продолжавшегося более 10 мин, а также случаи, когда на стеклянном колпаке пиранометра имело место отложение гидрометеоров, налипание мокрого снега или запотевание изнутри в течение 3 ч и более. Например: «12.30-12.50 – восстановление контакта в цепи», «мокрый снег на колпаке», «изморозь на колпаке» и так далее.

7.4.3 По истечении месяца в центр обработки или Республиканский гидрометеоцентр в установленный срок должны быть направлены материалы наблюдений, занесенные в таблицу ТИ-1 согласно рисункам Б.2 и Б.3 (приложение Б).

7.4.4 В большинстве случаев в пункте наблюдений выполняют полную обработку, в результате которой определяют значения суточных сумм суммарной радиации $\sum_c Q$, округляя до 0,01 МДж/м², по формуле:

$$\sum_c Q = A_i (n_2 - n_1), \quad (7.4)$$

где A_i – переводный множитель рабочего комплекта на i -ом диапазоне, МДж/м²·дел;
 n_2 и n_1 – значения конечного и начального отсчетов по интегратору за сутки, дел.

7.4.5 Результаты наблюдений по интеграторам после окончания месяца с помощью специальной программы заносятся на компьютер и высылаются в группу актинометрии по электронной почте.

7.5 Состав комплекта технических средств для обеспечения интеграторных наблюдений

7.5.1 Описание технических средств и рекомендации по их установке приведены в приложении М. Установку, монтаж, наладку, ввод в эксплуатацию и ремонт технических средств должна производить ССИ Республиканского гидрометеоцентра или отделы техники областных гидрометеоцентров. Рекомендации по выполнению этих работ приведены в М.3 (приложение М). Замену датчиков, штативов и отдельных деталей, не требующих специальной наладки или настройки, должен выполнять персонал станции.

Таблица 7.1 – Состав комплекта технических средств для определения суточных сумм суммарной радиации путем интегрирования

Наименование	Количество, шт.			
	рабочих	контрольных	запасных	всего
Пиранометр М-80	1	1	1	3
Интегратор Х-607	1	1	1	3
Стойка для пиранометра	1	–	–	1
Соединительный кабель между метеоплощадкой и помещением станции (6-жильный)	1	–	–	1

7.5.2 Сведения о нормах на расходные материалы, требуемые для выполнения работ, приведены в приложении Н.

7.6 Требования к состоянию технических средств и эксплуатационному уходу

7.6.1 В процессе эксплуатации технических средств на станции должен осуществляться контроль их состояния и приниматься меры по устранению недостатков в соответствии с указаниями, следующими ниже. Если обнаруженный дефект не может быть устранен на месте, средство измерений или вспомогательное оборудование должно быть заменено.

7.6.2 Наружные поверхности деталей всех стоек не должны иметь участков без покрытия, защищающего от коррозии; в случае обнаружения нарушения покрытия оголенные участки должны быть покрашены. Трущиеся поверхности подвижных соединений у всех стоек должны быть смазаны.

7.6.3 Все линии связи должны иметь сопротивление изоляции не менее 10 МОм; проверяется мегомметром при обязательном отключении датчиков и измерительных приборов; методика проверки указана в приложении М.

Соединительные провода, проходящие снаружи, не должны иметь повреждения изоляции и обрывов. Нарушенный контакт в измерительной цепи восстанавливают пайкой в месте обрыва, а оголенные участки обматывают изоляционной лентой или заменяют соединительный провод.

7.6.4 Контактные поверхности клемм датчиков, измерительных приборов и доступных осмотру клемм переключателей не должны быть загрязнены или окислены. При обнаружении загрязнения или окисления контактные поверхности чистят мелким наждаком.

7.6.5 Покрытие приемных поверхностей датчиков не должно иметь повреждений. При отсутствии запасных датчиков допускается использовать пиранометр с отслоившейся краской или размазанной поверхностью термобатареи не более чем на 10 % площади приемной поверхности.

7.6.6 Покрытие наружных поверхностей каждого датчика не должно иметь повреждений более чем на 20 % площади.

7.6.7 Сопротивление изоляции у пиранометра должно быть не менее 0,5 МОм. Проверку производят между одним из выводов термобатареи и неокрашенной металлической частью корпуса при помощи омметра с источником питания напряжением не более 4 В.

7.6.8 Стекланный колпак пиранометра должен быть чистым и не иметь трещин. В случае запыления или отложения гидрометеоров наружные стекланные поверхности протирают чистой мягкой гигроскопичной салфеткой. При загрязнении или обмерзании для чистки используют спирт-ректификат. Если обмерзший колпак таким способом очистить не удастся, допускается прогреть рукой отложившийся слой, и сразу же протереть насухо салфеткой. В случае невозможности очистки на месте прибор снимают и очищают в помещении. В случае запотевания колпака изнутри проверяют состояние слоя клея между колпаком и оправой, целостность стеклнного колпака, проверяют также наличие смазки на резьбе между оправой колпака и корпусом, между оправой сушилки и корпусом, целостность стеклнного баллона сушилки, слоя клея между баллоном и оправой, герметизацию выводов. При появлении трещины в стеклнном колпаке его заменяют и проводят внеочередную поверку. Если пиранометр не имеет перечисленных дефектов, но появилось запотевание при понижении температуры воздуха, то снимают колпак, просушивают и проветривают на воздухе, а затем устанавливают колпак, соблюдая осторожность, во избежание повреждения приемной поверхности. При этом оправа должна быть навинчена до первоначального положения, определяемого совмещением рисок, нанесенных краской, на нижних сторонах оправы и корпуса.

7.6.9 У интеграторов Х-603 и Х-607 не должно быть разрыва капли-указателя и ее выхода за пределы шкалы. В случае выхода за пределы шкалы указатель возвращают в исходное положение, результат измерения бракуют и выполняют проверку самохода по методике 6.3.14. В случае разрыва капли-указателя необходимо прочистить капилляр путем прогона указателя вдоль всего капилляра до его устья и в момент соединения разорванных частей в одну каплю сразу же переключить тумблер в положение прогона указателя в противоположное направление; доводят до устья, переключают обратно и доводят до противоположного устья; еще раз прогоняют указатель от устья до устья и устанавливают на нулевой отметке шкалы. Прогон необходимо повторять до соединения капель. Измеренное значение не бракуют, если капля разделилась только на две части и расстояние между ними не более 1 деления шкалы; в этом случае показание, отсчитанное по правому краю правой части разорванного указателя, уменьшают на 0,5 расстояния между частями, выраженного в делениях шкалы интегратора.

7.7 Погрешности результатов наблюдений (при интеграторных наблюдениях)

7.7.1 Погрешность $\Delta \sum_c Q$ определения суточной суммы суммарной радиации по результатам измерений, выполненных при помощи пиранометра с электролитическим интегратором, находится по формуле (7.5) и округляется до 0,01 МДж/м²:

$$\Delta \sum_c Q = 0,10 + 0,21 \sum_c Q, \quad (7.5)$$

где $\sum_c Q$ – суточная сумма суммарной радиации.

8 Правила выполнения теплобалансовых наблюдений

8.1 Общие сведения

8.1.1 Исходные положения

8.1.1.1 Подсистема наблюдений за составляющими теплового баланса деятельной поверхности является составной частью системы гидрометеорологических

(геофизических) наблюдений. Она предназначена для получения данных о расходе солнечной радиации, поступающей на земную поверхность, поэтому тесно связана с подсистемой актинометрических наблюдений, составляя с ней единое целое.

8.1.1.2 Тепловой баланс деятельной поверхности записывается в виде уравнения теплового баланса, которое является частным случаем сохранения энергии:

$$B + P + L + V = 0, \quad (8.1)$$

где B – радиационный баланс деятельной поверхности, кВт/м²;

P – поток тепла в почве, кВт/м²;

L – турбулентный поток тепла в приземном слое атмосферы, кВт/м²;

V – затрата тепла на испарение с деятельной поверхности или его выделение при конденсации водяного пара на этой поверхности, кВт/м².

Поскольку теплобалансовые наблюдения предназначаются в первую очередь для оценки расхода радиационного тепла, для деятельной поверхности уравнение теплового баланса можно записать в виде равенства:

$$B = P + L + V. \quad (8.2)$$

Члены уравнения (8.2) называют составляющими теплового баланса деятельной поверхности.

Примечание - Термин деятельная поверхность здесь и ниже условно используется вместо более точного термина деятельный слой.

В зависимости от продолжительности интервала для которого они определяются, различают их «срочные» значения и «суммы» (суточные, месячные, за сезон, вегетационный период, год и т. п.). Срочные значения выражают в кВт/м² точностью до сотых, суммы за соответствующий период – в МДж/м² с точностью до целых.

Уравнение (8.2) включает в себя только основные составляющие теплового баланса. Наряду с ними на деятельную поверхность влияют и менее существенные источники прихода и расхода тепла, связанные, например, с затратой тепла на таяние льда и снега, выделением тепла при замерзании воды, затратой тепла в процессе фотосинтеза и т. д. Сумма всех этих видов прихода и расхода тепла значительно меньше каждого из значений четырех основных составляющих, входящих в уравнение (8.2). Такие источники прихода или расхода тепла учитывают при специальных исследованиях, когда в отдельных районах или в отдельные периоды может возникнуть необходимость дополнить уравнение членами, выражающими, например, расход тепла на снеготаяние или выделение тепла при формировании ледового покрова и т. п. Несколько иной вид уравнение (8.2) приобретает для поверхностей крупных водоемов и поверхностей, покрытых древесной растительностью или сельскохозяйственными культурами. В этом случае как наблюдения, так и обработка их проводятся по другой методике.

8.1.1.3 Радиационный баланс деятельной поверхности (B), или «остаточная радиация», представляет собой разность между приходом и расходом лучистой энергии. Приход состоит из поглощенной коротковолновой прямой и рассеянной солнечной радиации и длинноволнового излучения атмосферы, расход – из коротковолновой отраженной радиации и длинноволнового излучения деятельной поверхности. Если приходная часть больше расходной, т. е. поверхность поглощает больше лучистой энергии, чем отражает и излучает, то радиационный баланс положителен; избыток полученной энергии расходуется на прогрев почвы и воздуха и на испарение с деятельной поверхности. Если же приходная часть радиационного баланса меньше расходной, т. е. поверхность излучает и отражает больше лучистой энергии, чем

поглощает, то радиационный баланс отрицателен. В этом случае потеря энергии поверхностью возмещается теплом, отнимаемым ею от почвы и воздуха и выделяющимся при конденсации на ней водяного пара.

В умеренных широтах положительные значения радиационного баланса характерны для дневных часов, особенно в теплое время года, отрицательные значения – для ночных часов и в зимнее время.

8.1.1.4 Поток тепла в почве (P) характеризует собой теплообмен между деятельной поверхностью и нижележащими слоями.

Теплообмен в почве имеет характер молекулярной теплопроводности, аналогичной теплопроводности в твердом теле. Поток тепла в почве зависит от величины и знака разности температур деятельной поверхности и нижележащих слоев, а также от коэффициента молекулярной теплопроводности почвы λ [Вт/(м·К)].

Если температура деятельной поверхности больше температуры нижележащих слоев, то поток тепла направлен от поверхности вглубь и почва прогревается; такой поток тепла в почве принято считать положительным. Если же деятельная поверхность холоднее нижележащих слоев, то поток тепла направлен из глубины к поверхности и почва охлаждается; такой поток тепла в почве принято считать отрицательным. При определении теплообмена в почве необходимо иметь также сведения об ее объемной теплоемкости c [Дж/(м³·К)] и коэффициенте температуропроводности α (м²/с). Эти характеристики почвы в свою очередь зависят от ее состава, структуры и особенно влажности.

8.1.1.5. Турбулентный поток тепла (L) характеризует собой теплообмен между деятельной поверхностью и приземным слоем атмосферы. Этот теплообмен осуществляется благодаря турбулентному перемешиванию атмосферы и прекращается при его отсутствии. Над достаточно обширной ровной и однородной деятельной поверхностью турбулентный поток тепла в приземном слое мало изменяется с высотой, поэтому принимается равным потоку, уходящему от деятельной поверхности в атмосферу или поступающему к ней из атмосферы. Турбулентный поток тепла зависит от разности температур поверхности и прилегающего к ней слоя атмосферы, а также от интенсивности турбулентного перемешивания в этом слое.

Если температура деятельной поверхности выше температуры воздуха, то турбулентный поток тепла направлен от поверхности в воздух; такой поток 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 принято считать отрицательным. Отдавая тепло поверхности, воздух охлаждается.

Отличительной особенностью турбулентного теплообмена в атмосфере по сравнению с молекулярным теплообменом в почве является значительно большая его интенсивность при одинаковой разности температур.

8.1.1.6 Затрата тепла на испарение (V) также связана с турбулентным перемешиванием в приземном слое атмосферы и с переносом водяного пара в этом слое. Поток водяного пара, направленный от деятельной поверхности к атмосфере, принято считать положительным. Такой поток возможен лишь тогда, когда с деятельной поверхности происходит испарение. На испарение затрачивается тепло. Следовательно, при положительном потоке водяного пара деятельная поверхность теряет тепло на испарение. Поток водяного пара, направленный от атмосферы к деятельной поверхности, принято считать отрицательным. Такой поток связан с процессами, противоположными испарению, т. е. с конденсацией или сублимацией водяного пара на поверхности. При этих процессах выделяется тепло. Следовательно, при отрицательном потоке водяного пара деятельная поверхность получает тепло конденсации или сублимации.

8.1.1.7 В настоящее время из четырех составляющих теплового баланса на станциях непосредственно измеряется только радиационный баланс. Остальные составляющие

рассчитываются по данным градиентных наблюдений над температурой и влажностью воздуха, скоростью ветра, а также над температурой и влажностью почвы на различных глубинах. Остальные составляющие рассчитываются по данным градиентных наблюдений над температурой и влажностью воздуха, скоростью ветра, а также над температурой и влажностью почвы на различных глубинах.

8.1.1.8 Кроме составляющих теплового баланса, результаты теплораспределительных наблюдений позволяют определять ряд других важных характеристик, таких, как интенсивность турбулентного перемешивания в приземном слое атмосферы, характеризуемая коэффициентом турбулентности, параметр шероховатости подстилающей поверхности, состояние вертикальной устойчивости в приземном слое воздуха и др., а результаты наблюдений за температурой и влажностью почвы – ряд теплофизических характеристик почвы: теплопроводность, объемную теплоемкость.

Примечание – приземным слоем атмосферы называется тот нижний ее слой, в котором изменение основных метеорологических элементов определяется непосредственными механическими, тепловыми и другими воздействиями деятельной поверхности. В частности, распределение с высотой скорости ветра определяется в этом слое силой трения, зависящей от шероховатости поверхности, и термической стратификацией слоя, а распределение температуры и влажности воздуха – притоком лучистой энергии, 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 от нескольких метров до нескольких десятков метров.

8.1.2 Принципы расчета составляющих теплового баланса

8.1.2.1. Расчет потока тепла в почве основан на данных об изменении температуры почвы с глубиной и во времени при известных теплофизических характеристиках почвы. Для точного определения этого потока следовало бы рассматривать весь слой почвы, в котором за данный интервал времени отмечается изменение температуры, однако для простоты иногда ограничиваются лишь глубиной 20 см. На этой глубине колебания температуры, как правило, еще не прекращаются, но основной теплообмен за короткие интервалы времени между сроками наблюдений совершается в пределах этого слоя.

Поток тепла в почве за интервал между двумя соседними сроками находится по результатам измерения температуры и влажности почвы до глубины 80 см по формуле

$$P_1 = \frac{c}{\tau} S, \quad (8.3)$$

где c – средняя для слоя 0 – 80 см объемная теплоемкость почвы, определяемая с учетом измерений влажности почвы, Дж/(м³·К);

τ – продолжительность интервала, за который находится поток P_1 , с;

S – величина, характеризующая изменение температуры 80-сантиметрового слоя почвы за интервал τ , °С.

Если наблюдения проводятся только до глубины 20 см, то поток тепла в почве может быть рассчитан по формуле:

$$P_2 = \frac{c}{\tau} \left(S_1 - \frac{\alpha}{H_2 - H_1} S_2 \right), \quad (8.4)$$

где S_1 – величина, характеризующая изменение температуры 20-сантиметрового слоя почвы за интервал τ , °С;

α – средний коэффициент теплопроводности верхнего 20-сантиметрового слоя почвы, Вт/(м²·К);

H_1 и H_2 – фиксированные глубины в этом слое, причем $H_2 > H_1$, см;

S_2 – величина, характеризующая изменение во времени разности температур на глубинах H_1 и H_2 .

Расчет P , S_1 , a и S_2 производится в соответствии с 8.5.2.

Формула (8.4) содержит член с S_2 , характеризующий поток тепла в почве ниже уровня H_1 и зависящий от средней теплопроводности слоя почвы до глубины H_1 и от разности температур на глубинах H_1 и H_2 . При расчете потока тепла по данным о температуре на глубинах 5, 10, 15 и 20 см принимают $H_1 = 10$ см, $H_2 = 20$ см. При приближенных оценках второе слагаемое в некоторых случаях может быть опущено.

Формулы (8.3) и (8.4) используются не только для расчета потока тепла в почве, среднего за интервал между сроками, но и для определения его суточных сумм. Путем интерполяции величин P_1 можно определить поток тепла в почве P в срок наблюдений.

Объемной теплоемкостью почвы (c) называется количество тепла, требующееся для нагревания 1 см³ почвы на 1 °С. Объемная теплоемкость влажной почвы определяется по ее плотности, удельной теплоемкости и влажности. Ее можно представить в виде суммы теплоемкости сухой части почвы и теплоемкости воды, содержащейся в единице объема влажной почвы, и записать в виде:

$$c = c_n g + c_w g w, \quad (8.5)$$

где c – объемная теплоемкость влажной почвы, Дж/(м³·К);

c_n – удельная теплоемкость сухой части почвы, Дж/(кг·К);

c_w – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·К);

g – плотность сухой части почвы, г/см³;

w – влажность почвы, %.

В этой формуле $c_n g$ – объемная теплоемкость сухой части почвы; $c_w g w$ – объемная теплоемкость воды; $g w$ – количество воды в 1 см³ почвы (при условии, что влажность почвы определена как отношение массы воды к массе сухой ее части).

Плотность сухой части почвы g , т. е. масса 1 см³ абсолютно сухой почвы при ненарушенной структуре, вычисляется как отношение массы абсолютно сухой части пробы почвы к объему бура или цилиндра, которым взята эта проба. Плотность сухой части почвы на станциях определяется при организации наблюдений над тепловым балансом специалистом Республиканского гидрометеоцентра или агрометеостанции в соответствии с Руководством по определению агрогидрологических свойств почвы на гидрометеостанциях ТКП 17.10-09. Отличие состоит лишь в том, что определяется средняя плотность слоя 0 – 20 см. Определение плотности сухой почвы в дальнейшем повторяется 1 раз в 3 года.

При расчете объемной теплоемкости на станции плотность сухой части почвы в период между ее определениями принимается постоянной.

Удельной теплоемкостью сухой части почвы c_n называется количество тепла, необходимое для нагревания 1 г сухой почвы на 1 °С. Каждому виду почв соответствует определенная удельная теплоемкость (таблица 8.4).

8.1.2.2 Движение воздуха в естественных условиях никогда не является 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 отдельные объемы воздуха (вихри) разных размеров. Это беспорядочное перемещение объемов воздуха и называется турбулентным перемешиванием. В процессе перемешивания турбулентные вихри переносят с собою тепло, водяной пар, аэрозоль и различные другие свойства того объема воздуха, который они захватывают, осуществляя интенсивный теплообмен и влагообмен между деятельной поверхностью и атмосферой.

Интенсивность турбулентного перемешивания количественно характеризуется коэффициентом турбулентности (k), который может быть различным для разных субстанций.

Коэффициент турбулентности тем больше, чем шероховатее деятельная поверхность и чем больше скорость ветра. Коэффициент турбулентности в приземном слое атмосферы возрастает с высотой. С целью получения сравнимых результатов его принято при всех измерениях определять для одинаковой высоты – 1 м. Значение k на этой высоте обозначают через k_1 и выражают в м²/с с точностью до сотых долей.

8.1.2.3 В соответствии с характером перераспределения радиационного тепла и с закономерностями изменений 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 за это время года положительной или отрицательной.

Если радиационный баланс деятельной поверхности положителен, то обычно имеет место уменьшение температуры и влажности воздуха с высотой и температуры почвы с глубиной. Над поверхностями с малым увлажнением 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 поверхностях с избыточным увлажнением испарение так велико, что радиационного баланса иногда может не хватить для обеспечения теплом столь большого испарения. Тогда некоторое количество тепла «отнимается» деятельной поверхностью от прилегающего к ней слоя атмосферы, в связи с чем в этом слое устанавливается инверсия.

Если температура воздуха у поверхности меньше, чем в вышележащих слоях, т. е. имеется инверсия, то создается устойчивое состояние атмосферы, уменьшающее интенсивность турбулентного перемешивания. Если же температура воздуха у поверхности больше, чем в вышележащих слоях, то создается неустойчивое состояние атмосферы, усиливающее турбулентное перемешивание.

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

Если радиационный баланс деятельной поверхности отрицателен, то происходит охлаждение почвы и обычно наблюдается увеличение температуры и влажности воздуха с высотой, т. е. инверсия температуры и влажности, а температура почвы возрастает с глубиной.

Существенное влияние на изменение метеорологических элементов с высотой оказывает ветер. С увеличением скорости ветра усиливается турбулентное перемешивание воздуха, что приводит к выравниванию температуры и влажности на разных высотах, в частности к ослаблению инверсий.

8.2 Организация наблюдений

8.2.1 Содержание наблюдений

8.2.1.1 Теплобалансовые наблюдения выполняются на метеорологических станциях, проводящих актинометрические наблюдения. В объем работы теплобалансовых станций входит:

- проведение систематических наблюдений;
- контроль и сравнение приборов;
- первичная обработка результатов наблюдений;
- составление таблицы ТМ-16;
- технический контроль материалов.

8.2.1.2 Теплобалансовые наблюдения проводятся по полной или по сокращенной программе. Наблюдения по полной программе включают:

- измерение (или регистрацию) радиационного баланса и его составляющих;

- измерение температуры и влажности воздуха (упругости водяного пара) на уровнях 0,5 и 2 м (по пяти отсчетам в срок наблюдений на каждом уровне);
- измерение скорости ветра на тех же уровнях (в некоторых случаях допускается измерение скорости ветра на одном уровне – 1 м);
- измерение температуры деятельной поверхности и температуры на глубинах 5, 10, 15, 20 см под естественным травяным покровом;
- определение влажности верхнего слоя почвы (до 20 см);
- наблюдение за направлением ветра, облачностью, интенсивностью солнечного сияния, состоянием деятельной поверхности, высотой растительного или снежного покрова, характером погоды.

Для расчета упругости водяного пара проводятся измерения давления воздуха.

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

8.2.2 Организация наблюдений за элементами теплового баланса

8.2.2.1 Наблюдения за составляющими теплового баланса организуются на всех актинометрических станциях и на станциях, имеющих площадку (репрезентативную) для проведения этих наблюдений.

В отдельных случаях могут быть организованы и специальные теплобалансовые наблюдения для определения всех или некоторых составляющих теплового баланса. Такие наблюдения проводятся по особой программе.

8.2.2.2 Площадка для 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. 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 имеющаяся метеорологическая площадка отвечает этому требованию, то с юга к ней прирезается дополнительный участок 10х26 м, на котором и размещаются необходимые установки. Если метеорологическая площадка (далее – метеоплощадка) не соответствует этим требованиям, то установки для теплобалансовых наблюдений следует вынести за ее пределы. При значительном отличии поверхности выбранного участка от поверхности основной метеорологической площадки за пределы последней нужно выносить также и актинометрические наблюдения.

Полностью открытые, ровные и однородные площадки встречаются лишь в степях, пустынях, тундре. В лесостепях, на лесных полянах и в других местностях 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).

Одновременно с выбором площадки для теплобалансовых наблюдений выбирается постоянный участок для наблюдений над влажностью почвы площадью около 100 – 150 м². Этот участок и площадка для теплобалансовых наблюдений должны иметь сходные условия: рельеф, естественный покров, почву, глубину залегания грунтовых вод, условия снегонакопления, ориентировку и расстояние до лесных массивов, полос, зарослей кустарника.

Теплобалансовые наблюдения должны проводиться над естественным покровом, характерным для выбранного района. Этому требованию должна удовлетворять не только площадка для наблюдений, но и местность вокруг нее радиусом 100 – 200 м.

8.2.2.3 Уход за площадкой для теплобалансовых наблюдений должен быть таким же, как за основной метеорологической площадкой. Главная задача состоит в том, чтобы сохранить естественное состояние травяного покрова, предохранить его от вытаптывания и проводить периодическое подкашивание травы. Высота травы на площадке не должна

превышать 20 см. При большей высоте траву необходимо скашивать не только на площадке, но и в радиусе 100 – 200 м вокруг нее, а также на участке для наблюдений над влажностью почвы.

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

8.2.2.4 Ежегодно в начале теплого сезона составляется описание площадки для теплобалансовых наблюдений и окружающей местности и дается характеристика открытости площадки 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, плотность и удельная теплоемкость сухой части). Описание площадки присылается в центр сбора и обработки материалов.

Пример - Станция Николаевское

Площадка расположена на склоне возвышенности, имеющей небольшое понижение к С. На С в 100 м – шоссейная дорога, вдоль дороги – строения поселка высотой 5 – 6 м, сады и огороды. На ЮЗ в 200 м – заболоченный лес высотой 10 – 15 м. На В в 80 м – узкая полоса кустарника шириной 3 – 4 м, высотой до 1,5 м. Вокруг площадки поле с отдельными кустами. Почва – легкий суглинок. Плотность сухой части почвы 1,38 г/см³, удельная теплоемкость 0,84 кДж/(кг К).

8.2.3 Приборы и их установка

8.2.3.1 При проведении теплобалансовых наблюдений на актинометрических станциях актинометрические приборы дополнительно не устанавливаются.

Если теплобалансовые наблюдения проводятся на специальных площадках, то для измерения радиационного баланса следует установить балансомер и актинометр. Методика установки актинометрических приборов описана в приложении М.

8.2.3.2 Для измерения температуры и влажности воздуха и их градиентов (разностей) используют аспирационные психрометры, а для измерения скорости ветра и его разности – ручные (МС-13) или контактные (М-25) анемометры.

Наблюдения над температурой почвы выполняют с помощью ртутных термометров: метеорологических (ТМ-3) и коленчатых (Савинова ТМ-5) или термометров сопротивления установки М-54-1.

Для определения влажности почвы необходимы: почвенный бур, весовые стаканчики ВС-1, сушильный шкаф и технические весы с разновесом.

Направление ветра определяется по М-63М-1, «Пеленг СФ-03» или по флюгеру.

8.2.3.3 Установки для теплобалансовых наблюдений размещаются на площадке так, как показано на рис. 8.1. По согласованию с Республиканским гидрометеоцентром допускаются отклонения от этой рекомендации, особенно при невозможности увеличения стандартных размеров метеоплощадки или если она защищена с какой-либо стороны. Однако расположение установок при этом должно быть таким, чтобы они были открыты для прямых лучей солнца и не находились в ветровой тени со стороны преобладающего направления ветра.

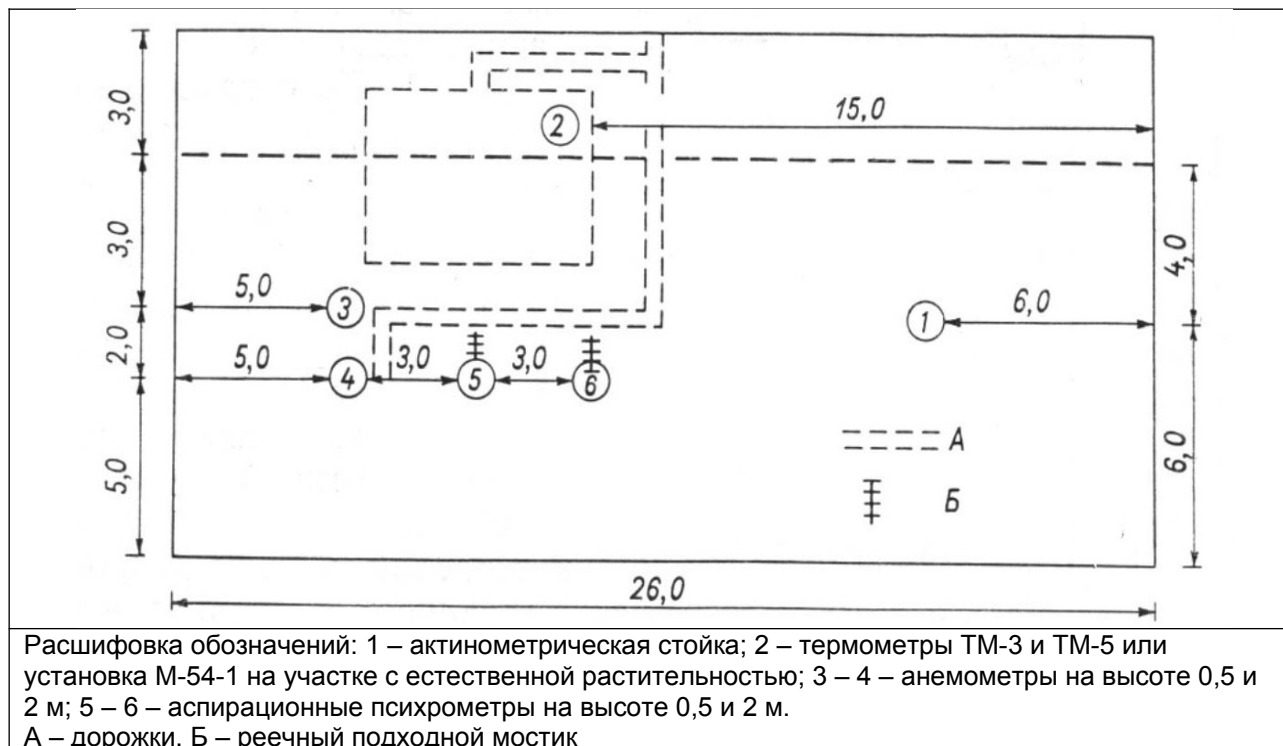


Рисунок 8.1 – План размещения приборов и оборудования на участке метеоплощадке, отведенном под теплобалансовые наблюдения

8.2.3.4 Психрометры устанавливают на отдельных стойках (рисунок 8.2) в горизонтальном положении на специальных кронштейнах так, чтобы резервуары термометров находились на уровнях 0,5 и 2 м над дефальтной поверхностью.

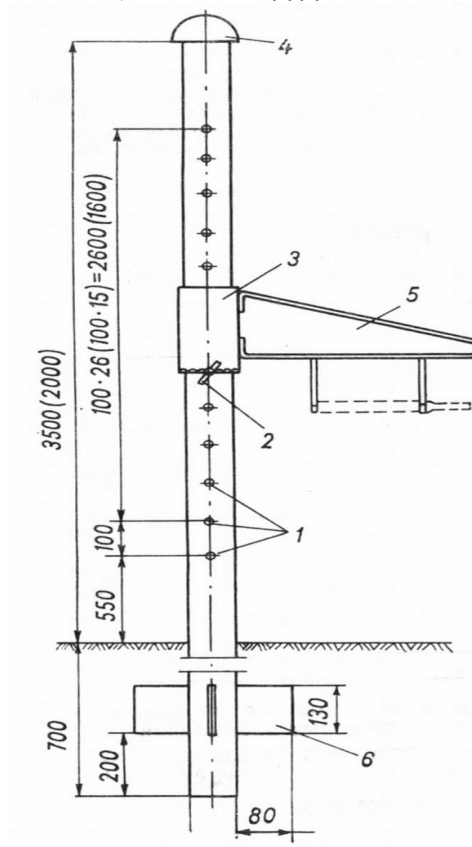


Рисунок 8.2 Стойка для психрометров

Трубки психрометра устанавливают навстречу ветру (но с защитой от солнца), поэтому необходимо предусмотреть возможность поворачивания кронштейна.

Основным требованием при установке психрометров является строгая вертикальность стоек и горизонтальность кронштейнов.

Для отсчетов по психрометру, установленному на высоте 2 м, нужно иметь переносную лесенку высотой 70 см. Чтобы не вытаптывать естественный покров возле стойки с психрометром на высоте 0,5 м, следует иметь реечный настил или мостик от дорожки до стойки.

Для производства теплобалансовых наблюдений могут применяться специальные установки, снабженные электрическими психрометрами и контактными анемометрами.. Психрометры с электромотором устанавливают так же, как и обычные аспирационные. Важно лишь принять меры предосторожности при подводке электропитания.

8.2.3.5 Стойки для психрометров изготавливаются из металлических или асбестоцементных труб диаметром до 60 мм. В трубах через каждые 100 мм просверливают сквозные отверстия 1 диаметром 5 – 8 мм для опорного штыря 2 (шпильки), фиксирующего муфту 3 с кронштейном 5 на заданной высоте. Верх трубы закрывают заглушкой 4. К нижней части металлической трубы приваривают четыре якоря 6 в виде пластин 80x130x4 мм для лучшего укрепления трубы в грунте.

Длина стойки для установки психрометра на уровне 0,5 м должна составлять 1 м (с учетом погружения в почву на 30-40 см), а на уровне 2 м - 3 м (с учетом погружения в грунт на 60-80 см).

8.2.3.6 Анемометры устанавливают на отдельных вертикальных деревянных или металлических стойках. Допустима любая конструкция стоек, обеспечивающая устойчивое положение анемометра и удобство эксплуатации.

На рисунке 8.3 показаны стойки для установки анемометров на уровнях 0,5 и 2 м. Раздвижные стойки изготавливают из труб разного диаметра. Нижнюю неподвижную трубу диаметром 45 – 55 мм зарывают в землю на 500 – 700 мм.

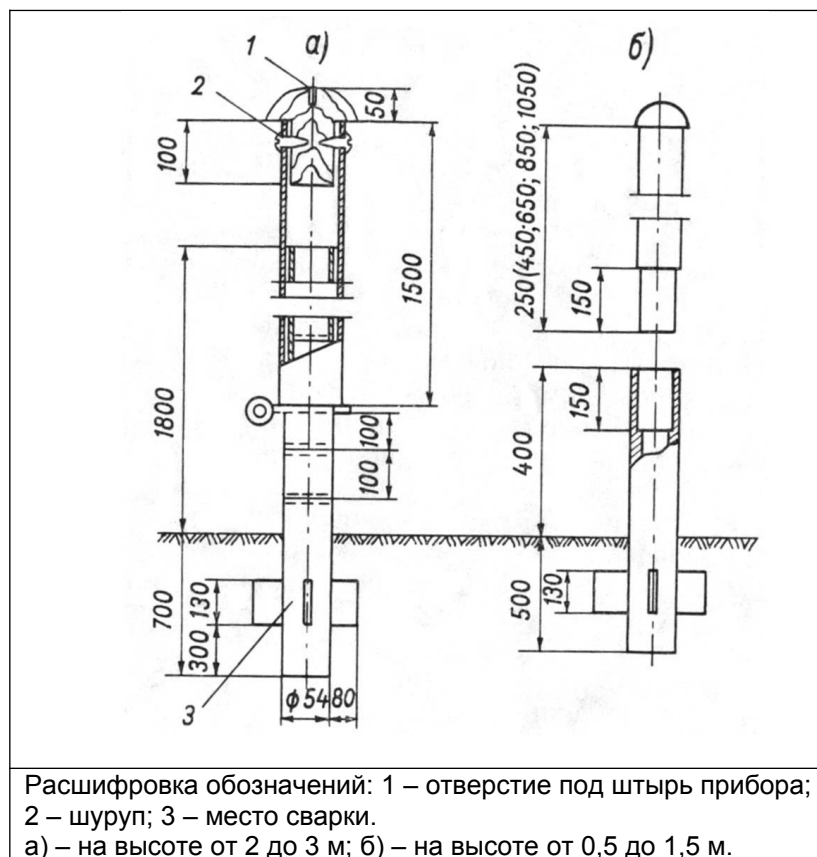


Рисунок 8.3 – Стойки для установки анемометров

Для большей устойчивости к нижней части трубы приваривают такие же якоря, как к стойкам для психрометров. В выступающей над землей части трубы просверливают 10 сквозных отверстий через каждые 100 мм для опорного штыря, фиксирующего анемометр на высотах от 2 до 3 м. Верхняя подвижная труба, внутренний диаметр которой должен на 2 – 5 мм превышать наружный диаметр нижней трубы, надевается на неподвижную трубу сверху и удерживается опорным штырем на выбранной высоте. В верхний конец трубы вставляется деревянная заглушка, закрепляемая шурупами через отверстия в трубе. В заглушке делается отверстие для установочного штыря анемометра; чтобы отверстие не разбалтывалось, в него забивается отрезок медной трубки, имеющей внутренний диаметр 5 – 6 мм.

Стойка для установки анемометра на уровне 0,5 м (рисунок 8.4 б) состоит из нижней неподвижной трубы, диаметром 36 – 54 мм, укрепляемой в земле, и нескольких вставляемых в нее деревянных стержней, различных по длине, позволяющих менять высоту анемометра. Нижние концы их должны обтачиваться по внутреннему диаметру трубы.

Для постоянной стойки можно использовать также сплошную металлическую штангу или шест из твердого дерева (дуб, лиственница).

Для ввинчивания анемометра на стойках из металлических труб в верхнюю часть трубы плотно вставляется деревянная пробка с отверстием. Чтобы отверстие не разбалтывалось, рекомендуется на деревянную пробку набить металлическую пластинку с отверстием, диаметр которого соответствует диаметру установочного винта анемометра. Для наблюдений в зимнее время, когда по мере роста снежного покрова необходимо перемещать анемометры, рекомендуется снабжать стойки специальными насадками или заранее устанавливать дополнительные стойки. 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 шпунта или толстого гвоздя укрепляется на стойке на нужной высоте.

8.2.3.7 На поверхности почвы устанавливают два термометра. Термометры размещаются на специально отведенной площадке размером 4X6 м² с естественным растительным покровом на расстоянии 10 см друг от друга.

Площадка для термометров на поверхности почвы и коленчатых термометров должна быть ровной и покрытой однородным растительным покровом (если он характерен для данной местности).

При установке термометров в почву необходимо сохранить ее естественную структуру и растительный покров. Коленчатые термометры устанавливают весной после схода снежного покрова и достаточного подсыхания почвы.

Перед установкой термометров выясняются сроки их поверки и проверяется отсутствие амальгамирования шкал. Неисправность можно обнаружить, просматривая шкалы термометров в лупу против света при низкой температуре, когда ртуть не заполняет капилляр. Термометры с амальгамированными шкалами устанавливать не разрешается.

В случае, если амальгамирование шкалы будет замечено в процессе эксплуатации установки, термометры с такими шкалами заменяют, о чем делается соответствующая отметка. На исправные коленчатые термометры наносят кольцевые метки, как описано в ТКП 17.10.12.

Установка коленчатых термометров под дерн производится в центре площадки для термометров.

Примечание – По линии восток-запад делается выемка длиной 40 см и шириной 25 – 30 см. Северная стенка выемки должна быть отвесной. Дерн аккуратно подрезается и откладывается в сторону, а почва осторожно вынимается и складывается на лист картона, фанеры, брезент или плотную бумагу.

При правильной установке термометра нанесенная на нем кольцевая метка должна располагаться в горизонтальной плоскости на уровне верхнего края почвы или дерна, а выступающая часть термометра имеет наклон 45° . В таком положении термометр засыпают землей, которую размельчают и осторожно уплотняют пальцами или палочкой. Почву укладывают в выемку в порядке естественного чередования слоев, а дерн – на одном уровне с окружающей почвой. Дерн нужно умеренно полить и слегка прижать для устранения оставшихся под ним пустот. Надо следить, чтобы в дальнейшем на этом месте нормально развивался растительный покров.

Резервуары термометров ТМ-3, устанавливаемых на поверхности, следует наполовину погружать в дерн или почву (если растительный покров отсутствует) так, чтобы они имели с ней хороший контакт. Для этого термометры осторожно вдавливают в почву или плотно укладывают на дерн. Рыхление почвы производить не следует. Лишь в случае, если почва очень плотная, можно разрыхлить поверхностный слой под резервуарами на глубину 1 – 2 см. Не нужно также специально прореживать растительный покров.

При установке термометров трава бережно разводится в стороны, а после установки свободно расправляется над ними. Для подхода к термометрам используется откидной реечный помост (ТКП 17.10.12).

8.2.3.8 Если на основной метеорологической площадке для измерения температуры почвы применяется установка М-54-1, то она может быть использована и для теплосбалансовых наблюдений. Если же термометры М-54-1 устанавливаются специально для градиентных измерений, то целесообразно предварительно проверить исправность прибора в бюро поверки Республиканского гидрометеоцентра.

Установка термометров от М-54-1 на площадке для теплосбалансовых наблюдений производится так, как указано в ТКП 17.10.12 со следующими изменениями. Один из термометров устанавливается на глубине 2 см, другой — на поверхности, на расстоянии 15 см от южного шурфа так, чтобы половина его была вдавлена в дерн. Провод от этого термометра в двух местах прижимается к почве тонкими металлическими скобами из мягкой проволоки или шпильками для волос. Кроме того, достаточно установить термометры до 80 см, т. е. на глубинах 0,5, 10, 15, 20, 40 и 80 см.

Наблюдения по термометрам установки М-54-1 нужно начинать на следующий день после их установки, в срок 13 ч. О правильности установки термометров можно судить по графику вертикального распределения температуры. Если термометры исправны и установлены на нужных глубинах, то изменение температуры с глубиной в 13 ч при ясном небе должно быть плавным и все точки должны укладываться на кривую (рис. 8.4).

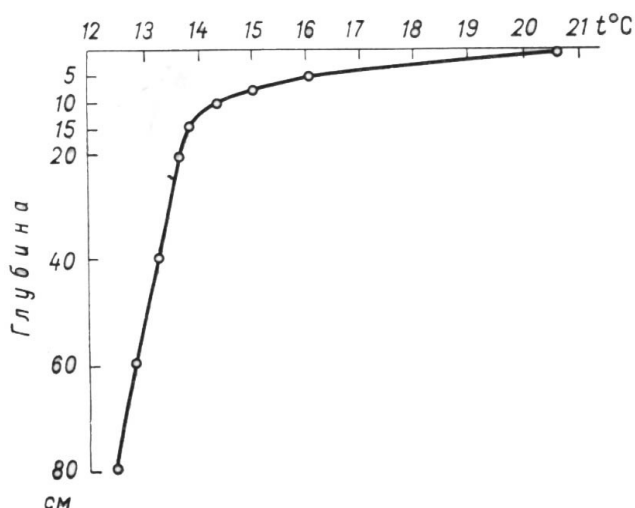


Рисунок 8.4 – Распределение температуры почвы в 13 ч по данным измерения с помощью установки М-54-1.

8.2.3.9 Влажность почвы определяется на специально выбранном участке в соответствии с 8.3.3 путем взятия проб почвы с глубин 0 – 10 и 10 - 20 см. Для этого участок делится на четыре делянки. На каждой из них берется по одной пробе с каждой глубины. Каждая последующая проба должна быть взята на расстоянии около 1 м от предыдущей. Методика наблюдений за влажностью почвы изложена в ТКП 17.10-09.

8.2.4 Уход за приборами и оборудованием

8.2.4.1 Аспирационные психрометры всегда следует брать в руки за верхнюю часть оправы, под аспирационной головкой. После наблюдений металлические части прибора должны протираться мягкой тряпкой. В промежутках между наблюдениями прибор должен храниться в футляре. Аспиратор следует заводить осторожно, чтобы не сорвать пружину. Нужно следить за работой аспиратора, и в случае заметного уменьшения скорости вращения барабана заменить головку психрометра исправной.

Батист на резервуаре смоченного термометра должен всегда быть чистым. По мере загрязнения его следует менять. Для смены батиста необходимо: отвинтить головку с аспиратором, вынуть термометр из оправы прибора, промыть резервуар термометра дистиллированной водой, смочить в дистиллированной воде новый кусочек батиста и плотно, без складок, обернуть им резервуар термометра так, чтобы под резервуаром батист выступал на 3 – 4 мм, а двойной его слой закрывал не более $\frac{1}{4}$ поверхности резервуара; завязать батист белыми нитками выше и ниже резервуара; обрезать свободный конец батиста на 2 – 3 мм ниже резервуара. Для смены батиста термометр удобно закладывать в книгу так, чтобы резервуар выступал на 8 – 10 см.

Необходимо следить за концентрическим расположением внутренних и внешних защитных трубок относительно резервуаров термометров. Оно нарушается при небрежном завинчивании защитных трубок или в случае, если при их сборке не вкладываются изоляционные прокладки.

8.2.4.2 Ручные и контактные анемометры следует оберегать от загрязнения, толчков и ударов. Нельзя трогать полушария и верхний винт. Переносить и перевозить приборы необходимо в футляре, а вынимать из футляра только за корпус. Если во время наблюдений на приборы попадут капли дождя или снег, то необходимо фильтровальной бумагой осторожно снять капли воды с полушарий и вытереть корпус. Чтобы избежать порчи анемометров при частых установках, разрешается на время между наблюдениями не снимать их со стойки, а закрывать цилиндрическими колпачками, опирающимися на крестовину, укрепленную на верхнем конце стойки. Удобны для этой цели также полиэтиленовые мешочки, укрепляемые надетой на стойку круглой резинкой.

Прибор рассчитан на 120 рабочих часов. В связи с этим требуется его частая поверка.

8.2.4.3 Особенностью ухода за ртутными термометрами на поверхности почвы и коленчатыми термометрами (при наличии травяного покрова) является контроль положения резервуаров напочвенных термометров. Также необходимо следить, чтобы вокруг напочвенных термометров покров был таким же, как над коленчатыми. Необходимо следить за тем, чтобы резервуары термометров находились в наиболее характерном для выбранного участка месте, которое не должно быть как совершенно оголенным, так и совершенно затененным. Над термометрами не должно быть крупнолистных растений, создающих густую тень (люцерна, подорожник, одуванчик, цикорий и т. п.). Такие растения должны систематически удаляться с площадки, особенно в местах расположенных рядом с термометрами.

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

8.2.5 Контроль и сравнение приборов на станциях

8.2.5.1 Приборы для теплобалансовых наблюдений на станциях необходимо систематически контролировать.

Контроль психрометров состоит в сравнении их показаний с контрольным прибором и в определении времени одного оборота барабана аспиратора. За контрольный принимается по возможности новый психрометр с поправками термометров в пределах $0,1^{\circ}$ и со скоростью вращения барабана, отличающейся от указанной в паспорте не более чем на 10 с. Для обычных наблюдений контрольный психрометр не используется.

Сравнение показаний психрометров проводится один раз в месяц в дневное время при устойчивой желательной малооблачной погоде и скорости ветра не более 5 м/с. Рабочие психрометры (их смоченные термометры должны иметь батист, использованный в работе) вместе с контрольным и запасным психрометрами проверяются на метеорологической площадке. Для этого все они помещаются на одном уровне, удобном для отсчетов, но не ниже 1 м. Психрометры устанавливаются в горизонтальном положении резервуарами термометров навстречу ветру. Необходимо, чтобы на расстоянии 10 – 15 м со стороны ветра не было никаких препятствий. Для установки психрометров в горизонтальном положении можно использовать рейку с гвоздями, на которой психрометры нужно подвесить так, чтобы резервуары термометров выступали за рейку. Расстояние между психрометрами должно составлять 40 – 50 см.

После выдержки, необходимой для того, чтобы психрометры восприняли температуру окружающего воздуха, психрометры смачиваются и заводятся. Через 3 – 4 мин после завода поочередно отсчитываются показания всех термометров. Затем психрометры под заводятся и в течение последующих 10 мин через равные интервалы времени еще четыре раза отсчитываются показания всех термометров, причем через 5 мин психрометры под заводятся, а если есть необходимость, то дополнительно смачиваются. После этого термометры рабочих психрометров обвязываются чистым батистом, производится смачивание и психрометры вновь сравниваются с контрольным в том же порядке.

Форма для записи и обработки результатов сравнения психрометров приведена на рисунке П.6 (приложение П).

При температурах ниже -10°C поверка психрометров производится в помещении и состоит в сравнении показаний термометров без батиста. Для этого заведенные психрометры укладываются на стол (желательно не вблизи печей или батарей отопления) резервуарами термометров в сторону от наблюдателя. В течение 10 мин производится пять отсчетов каждого термометра с под заводом через 5 мин.

Психрометр считается пригодным для теплосбалансовых наблюдений при следующих условиях:

- различие показаний сухих термометров данного и контрольного психрометра не превышает $0,1^{\circ}\text{C}$;
- различие упругости водяного пара, найденной по данному и контрольному психрометрам, не превышает 0,1 мбар.

Если различия превышают указанные допуски, то следует повторить сравнение. Если допуск снова не выдерживается, то необходимо заменить соответствующий термометр или сам психрометр. Если различие показаний сухих термометров рабочих и контрольного психрометров составляет $0,2^{\circ}\text{C}$, но одинаково у всех термометров, то использовать психрометры для дальнейших наблюдений разрешается.

8.2.5.2 Время одного оборота барабана психрометра проверяется 1 и 15 числа каждого месяца. Проверка производится в помещении следующим образом:

- полностью заводят пружину аспиратора;
- психрометр укладывают горизонтально и через окно в головке наблюдают за появлением метки на барабане;
- когда вертикальная часть метки совпадает с риской на окне головки, пускают секундомер;

- замечают момент следующего совпадения метки с рисккой, останавливают секундомер и записывают с точностью до одной секунды полученное время одного оборота барабана;

- отсчеты повторяют три раза, причем каждый раз психрометр подзаводят.

Если среднее из трех определений время оборота барабана отличается от указанного в сертификате более чем на 10 с, то психрометр неисправен.

Термометры психрометров с электромотором проверяются так же, как и термометры обычных психрометров. Для контроля скорости аспирации психрометры с электромотором ежегодно направляются в ССИ Республиканского гидрометеоцентра.

8.2.5.3 При проверке ручных и контактных анемометров за контрольный принимается анемометр, не используемый для обычных наблюдений и ежегодно поверяемый в Бюро поверки. Проверка рабочих и запасных анемометров проводится один раз в месяц в удобное для наблюдателя время при скорости ветра от 2 до 5 м/с.

Для проверки анемометры устанавливаются на горизонтальной рейке на расстоянии 50 см один от другого. Рейка располагается на высоте не ниже 1 – 1,5 м над поверхностью земли на открытом месте перпендикулярно направлению ветра. После 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.

Форма для записи и обработки результатов сравнения анемометров приведена на рисунке П.8 (приложение П).

Анемометр считается пригодным, если полученная по нему средняя скорость ветра за 10 мин отличается от скорости, полученной по контрольному анемометру, не более чем на 0,2 м/с. Если это условие во время первой проверки не выдерживается, то проверку следует повторить. Если это подтверждается, то прибор нужно заменить.

8.3 Порядок производства теплобалансовых наблюдений

8.3.1 Сроки и период наблюдений

8.3.1.1 Теплобалансовые наблюдения производятся во все сезоны года. В районах, где нет устойчивого снежного покрова и устойчивых отрицательных температур воздуха ниже минус 5 °С, они весь год проводятся по полной программе. В районах с устойчивыми отрицательными температурами ниже минус 5 °С и устойчивым снежным покровом наблюдения по полной программе проводятся только в теплое время года; в холодное время года они проводятся по сокращенной программе.

По полной программе наблюдения проводятся ежедневно в сроки 1, 7, 10, 13, 16 и 19 ч местного среднего солнечного времени, по сокращенной программе – только в сроки 1 и 13 ч. Дата весеннего перехода с сокращенной программы на полную определяется в зависимости от того, какой прибор используется для измерения температуры почвы. Если использовались коленчатые термометры, то переход производится после наступления устойчивых положительных температур почвы, а если термометры установки М-54-1 – то после исчезновения снежного покрова на площадке и в радиусе 100 – 200 м вокруг нее. Осенний переход с полной программы на сокращенную производится при использовании коленчатых термометров после наступления устойчивых отрицательных температур почвы, а при использовании термометров установки М-54-1 – после образования устойчивого снежного покрова.

8.3.2 Наблюдения за радиационным балансом

8.3.2.1 В состав теплобалансовых наблюдений на гидрометеорологических станциях всегда должны входить наблюдения за радиационным балансом (за исключением специализированных наблюдений, проводимых по особой программе).

В случае если теплобалансовые наблюдения проводятся на метеорологической площадке, и следуют за актинометрическими наблюдениями, используются данные о

радиационном балансе, полученные при проведении этих наблюдений за тот же срок. Если теплобалансовые наблюдения требуют специальной установки актинометрических приборов (балансомера и актинометра), то наблюдения по ним входят в состав теплобалансовых наблюдений и выполняются в моменты, указанные в таблице 8.1. При наличии прямой радиации измерения ведутся по затененному балансомеру и по актинометру, а при ее отсутствии – только по незатененному балансомеру. В отведенное время производится три отсчета гальванометра при балансомере и два – при актинометре. Отмечается также состояние диска солнца. Методика измерения по этим приборам изложена в пункте 5.5.

8.3.3 Наблюдения за градиентами температуры и влажности воздуха

8.3.3.1 Последовательность выполнения полной программы наблюдений одним наблюдателем приведена в таблице 8.1, а последовательность выполнения наблюдений по сокращенной программе в таблице 8.2.

Таблица 8.1 – Последовательность выполнения теплобалансовых наблюдений по полной программе (для срока 13 ч)

Время	Наблюдаемый элемент	Наименование прибора и установки	Выполняемая работа
12-15	–	Анемометры, психрометры, напочвенные термометры	Осмотр и установка приборов
12-40	Температура и влажность воздуха	Психрометры	Смачивание и завод
12-42	Температура поверхности почвы	Термометры ТМ-3	Первый отсчет
12-43	Состояние поверхности почвы	Визуально	Определение состояния поверхности на площадке и в радиусе 200 м
12-44	Температура и влажность воздуха	Психрометры	Первый отсчет термометров, подзавод
12-45	Скорость ветра	Анемометры	Включение
12-47	Температура и влажность воздуха	Психрометры	Второй отсчет термометров
12-49	Температура и влажность воздуха	Психрометры	Третий отсчет термометров; вторичное смачивание и подзавод
12-51	Облачность	Визуально	Количество облаков (общее и нижнего яруса)
12-52	Радиационный баланс (при его измерении)	Балансомер, актинометр	Отсчеты по гальванометрам
12-54	Температура и влажность воздуха	Психрометры	Четвертый отсчет термометров, подзавод
12-55	Скорость ветра	Анемометры	Выключение
12-56	Температура почвы	Термометры ТМ-3 и коленчатые термометры	Отсчеты термометров
12-58	Температура и влажность воздуха	Психрометры	Пятый отсчет термометров
12-59	Направление ветра	Флюгер	Определение направления ветра
13-00	Давление воздуха	Барометр	Отсчет по шкале

Последовательность наблюдений разработана применительно к сроку 13 ч. Аналогична она и для других сроков. Моменты начала и окончания наблюдений при необходимости могут смещаться в пределах 10 – 15 мин.

Примечания

- 1 Перед каждым отсчетом психрометра на высоте 0,5 м записывается состояние диска солнца значками согласно таблице 8.3.
- 2 Наблюдения за атмосферными явлениями проводятся в течение всего периода наблюдений согласно указаниям 8.3.7.
- 3 Если температура почвы измеряется с помощью установки М-54-1 и ее пульт расположен в помещении станции, то измерения по ней выполняются после возвращения наблюдателя с площадки.
- 4 Если вместо флюгера используется М-63 или другой дистанционный прибор, то направление ветра также определяется по возвращении наблюдателя с площадки перед отсчетами по М-54-1 и барометру.

Таблица 8.2 - Последовательность выполнения теплобалансовых наблюдений по сокращенной программе

Время	Наблюдаемый элемент	Наименование прибора и установки	Выполняемая работа
1-10	Высота снежного покрова	Снегомерная рейка	Измерение высоты снежного покрова
12-15	—	Анемометры, психрометры, напочвенные термометры,	Осмотр и установка приборов, смачивание и завод психрометров
12-40	Температура и влажность воздуха	Психрометры	Завод
12-41	Скорость ветра	Анемометры	Включение
12-42	Температура деятельной поверхности	Термометры ТМ-3	Первый отсчет
12-43	Состояние поверхности	Визуально	Определение состояния поверхности на площадке и в радиусе 200 м
12-44	Температура и влажность воздуха	Психрометры	Первый отсчет термометров и подзавод
12-48	Температура и влажность воздуха	Психрометры	Второй отсчет термометров, подзавод
12-49	Облачность	Визуально	Количество облаков (общее и нижнего яруса)
12-50	Температура деятельной поверхности	Термометры ТМ-3	Второй отсчет
12-51	Скорость ветра	Анемометры	Выключение
12-52	Температура и влажность воздуха	Психрометры	Третий отсчет термометров
12-58	Направление ветра	Флюгер	Определение направления ветра
13-00	Давление воздуха	Барометр	Отсчет по шкале

8.3.3.2 Наблюдения за температурой и влажностью воздуха выполняются последовательно двум аспирационным психрометрам на уровнях 0,5 и 2 м в течение 14 мин. Наблюдение состоит из выполнения пяти отсчетов показаний каждого термометра в соответствии с порядком, изложенным в таблице 8.1. Всего в срок производится 20 отсчетов показаний термометров.

При этом учитывается следующее:

- психрометры выносятся из помещения и размещаются на стойках за 25 – 30 мин до первого отсчета;

- смачивание термометра, завод aspirатора и отсчет по термометрам производится сначала по нижнему (на уровне 0,5 м) и сразу же по верхнему (на уровне 2 м) психрометрам (желательно перейти от нижнего психрометра к верхнему как можно быстрее);

- первые отсчеты по термометрам проводятся через 3 – 4 мин после смачивания и завода aspirатора;

- при непрерывной работе в течение 15 – 20 мин необходим подзавод психрометров через каждые 5 мин (таблица 8.1);

- после подзавода отсчеты показаний термометров производятся через 2 – 3 мин;

- при температуре воздуха выше 15 °С, относительной влажности менее 50 % или скорости ветра более 5 м/с необходимо вторичное смачивание, которое производится после третьего отсчета; перед смачиванием нужно осторожно и плавно остановить aspirатор, пропуская в отверстие головки психрометра бумажную полоску или травинку.

Измерения упрощаются при наличии аспирационных психрометров с электромотором, так как исключается трудоемкий ручной завод aspirаторов, а также появляется возможность быстрой остановки aspirатора перед дополнительным смачиванием путем выключения электропитания.

8.3.3.3 Особенности наблюдений за температурой и влажностью при температуре воздуха ниже 0 °С состоят в следующем:

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

- смачивание производится один раз, за 30 мин до наблюдений (согласно методике указанной в ТКП 17.10.12);

- отсчеты по смоченному термометру производятся только при температуре воздуха выше минус 10 °С, а по сухому – до тех пор, пока их показания не выходят за нижний предел шкалы; для определения состояния воды на батисте (лед или незамерзшая вода) наблюдатель должен прикоснуться карандашом к батисту только в конце серии наблюдений.

При высоте снежного покрова менее 30 см наблюдения проводятся в обычном порядке, необходимо лишь ежедневно отмечать высоту снежного покрова. При высоте снежного покрова 40 см нижний психрометр следует соответственно поднять на 10 см и делать это в дальнейшем по мере повышения снежного покрова на каждые 10 см. При высоте снега, равной 70 см, необходимо изменить высоту установки как у нижнего, так и у верхнего психрометра, соблюдая между ними разность высот в 1 м. При таянии снежного покрова и уменьшении его высоты на каждые 10 см психрометры перемещаются на более низкие уровни с соблюдением вышеуказанных правил.

8.3.3.4 В исключительных случаях, при выходе из строя одного из психрометров и отсутствии запасного, градиентные наблюдения можно выполнять с помощью одного психрометра, последовательно перемещая его с нижнего уровня на верхний и обратно. Примерный порядок наблюдения с одним психрометром:

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

- подзавод, установка на уровне 2 м и через 4 мин – первый отсчет, а еще через 1 мин – второй;

- подзавод, перестановка на уровень 0,5 м и через 4 мин – первый отсчет, а еще через 1 мин – второй.

Таким образом, при наличии лишь одного психрометра наблюдения состоят из четырех отсчетов на уровне 0,5 м и двух отсчетов на уровне 2 м в течение 15 минут.

При необходимости в дополнительном смачивании, его рекомендуется проводить перед перестановкой на уровень 2 м или перед вторичной установкой на уровень 0,5 м.

8.3.3.5 Градиентные наблюдения за температурой и влажностью воздуха с помощью аспирационных психрометров не проводятся в следующих случаях:

- при выпадении осадков (в том числе и при обильном отложении гидрометеоров), за исключением твердых осадков слабой интенсивности или редких отдельных капель слабого дождя, не смачивающих заметно поверхность балансомера и поверхность почвы;

- при скорости ветра на уровне 10 м более 15 м/с;

- при туманах;

- при метелях (за исключением низовых или поземка слабой интенсивности), пыльных или песчаных бурях (за исключением пыльного поземка слабой интенсивности).

В таких случаях используются показания сухого и смоченного термометров, расположенных в будках на уровне 2 м.

8.3.4 Наблюдения за градиентами скорости ветра

8.3.4.1 Наблюдения за градиентами скорости ветра состоят в последовательном включении на 10 мин ручных или контактных анемометров. Сначала включается анемометр на уровне 0,5 м, а затем на уровне 2 м, время включения и выключения указано в таблицах 8.1 и 8.2.

При нарастании или сходе снежного покрова анемометры следует перемещать при изменении высоты снежного покрова на каждые 10 см.

При осадках, тумане, метелях, пыльной буре и при скорости ветра на высоте 10 м больше 15 м/с скорость ветра измеряется только на уровне 2 м.

8.3.5. Наблюдения за температурой почвы

8.3.5.1. Наблюдения за температурой почвы производятся при любой погоде. Температура деятельной поверхности определяется по двум срочным термометрам или по термометру сопротивления два раза в течение срока наблюдений (в начале и конце, согласно таблицам 8.1 и 8.2. Сначала отсчитываются показания термометра, расположенного ближе к наблюдателю.

Температура на глубинах 5, 10, 15 и 20 см по коленчатым термометрам определяется один раз в течение срока (таблица 8.1). Порядок этих наблюдений такой же, как для термометров, установленных на оголенной почве (в соответствии с ТКП 17.10.12).

Наблюдения по установке М-54-1 производятся в соответствии с этим же ТКП.

8.3.6 Наблюдения за влажностью почвы

8.3.6.1 Влажность почвы определяется 8, 18 и 28 числа каждого месяца. Дополнительные ее измерения проводятся после обложного дождя с количеством осадков более 5 мм в час и после ливневого дождя с количеством осадков более 15 мм в час. Если в день очередного определения влажности почвы выпадают значительные осадки, то взятие почвенных проб можно перенести на ближайший день без существенных осадков. Если дополнительное определение влажности было сделано не более чем за два дня до очередного, то очередное определение не производится. 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 день начала наблюдений за температурой почвы на глубинах. Если эти наблюдения начинаются за 3 – 4 дня до очередного определения влажности почвы, то первое ее определение можно произвести в очередной день. В районах, где наблюдения за 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. Наблюдение за влажностью почвы производится в соответствии с ТКП 17.10-09.

Весовые стаканчики вместе с крышками ежегодно перед началом сезона тщательно взвешиваются на технических весах с точностью до 0,05 г. В середине лета производится контрольное их взвешивание. Если определения влажности почвы производятся в течение всего года, то вес стаканчиков проверяется в середине лета и зимой. Контрольное взвешивание стаканчиков производится накануне одного из очередных определений влажности.

8.3.7 Сопутствующие наблюдения

8.3.7.1. Теплобалансовые наблюдения сопровождаются рядом визуальных наблюдений за состоянием погоды и деятельной поверхности, количеством облаков (общим и нижнего яруса), наличием атмосферных явлений, а также измерением высоты снежного покрова и направления ветра. Все эти наблюдения производятся в соответствии с ТКП 17.10.12.

Наблюдения за направлением ветра производятся один раз в конце срока наблюдений.

Количество облаков определяется один раз за срок: при полной программе – после третьего отсчета по психрометрам, а при сокращенной – после второго.

Наблюдения за атмосферными явлениями производятся только в случае, если теплобалансовые наблюдения выполняются не на площадках метеорологических станций.

8.3.7.2 Высота травостоя отдельно на площадке и вокруг площадки измеряется 8, 18 и 28 числа каждого месяца. Кроме того, она измеряется дважды в день скашивания травы: до и после скашивания. Измерения производятся с точностью до 1 см с помощью рейки с делениями. Высота травы определяется как среднее из 10 измерений в различных местах площадки. Среднюю высоту травостоя вокруг площадки вычисляют также из 10 измерений, выполненных в радиусе 100 м.

Высота снежного покрова определяется ежедневно в 13 ч по рейке, установленной на площадке для теплобалансовых наблюдений. Если в этот срок выпадает снег, то производится дополнительное измерение в срок 1 ч следующих суток.

8.3.7.3. Состояние деятельной поверхности на площадке и в радиусе 200 м вокруг нее определяется визуально в соответствии с указаниями главы 7. Выбранная характеристика должна наиболее полно отражать свойства поверхности, характер покрова и увлажнение. Например, в случае оголенной поверхности почвы необходимо указать ее характер (песок, галька, камень, рыхлая или плотная почва и т. п.). В зимнее время следует указывать: рыхлым или плотным является 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 («сухая» и «влажная»), следует использовать еще одну – «мокрая». Характеристика «влажная» должна употребляться в случае, когда поверхность смочена, но луж нет, а характеристика «мокрая» – когда вода застаивается, образуя лужи.

8.4 Запись и первичная обработка теплобалансовых наблюдений

8.4.1. Запись наблюдений

8.4.1.1 Запись результатов теплобалансовых наблюдений производится в «Книжке для записи теплобалансовых наблюдений» КМ-16 в соответствии с приложением П.

8.4.1.2 На первой странице КМ-16 записываются: название станции, координатный номер, область (республика, край) на территории которых расположена данная станция, месяц и год. Отдельные строки отводятся для фамилий и инициалов начальника станции и наблюдательского состава.

8.4.1.3 На второй странице КМ-16 приводятся сведения о рабочих и контрольных приборах, об их состояниях и изменениях в установке. Обязательно указывается тип приборов (отсутствующий прибор вычеркивается), сведения об изменении в установке приборов. При изменениях высоты подвески приборов в связи с нарастанием или таянием снежного покрова записывается, когда и на какую высоту были подняты или опущены приборы.

*Пример – 28.12 заменен психрометр на высоте 2 м (разбит термометр); термометр сухой 1883, смоченный 686;
15.01 анемометры подняты на 10 см (уровни установки над поверхностью земли 70 и 220 см);
25.01 нижний психрометр поднят на 10 см (уровень установки над землей 60 см).*

8.4.1.4 На третьей странице помещаются сведения о высоте травы. Записывается число, результаты отдельных измерений высоты травы на площадке и вокруг нее, подсчитываются и заносятся в таблицу средние из отдельных измерений.

На эту же страницу вписываются сведения о скашивании травы, а также примечания.

В примечаниях помещаются следующие сведения:

- даты смены батиста и даты проверки установки ртутных термометров (ТМ-3, коленчатых) или установки М-54-1;
- результаты контрольного взвешивания весовых стаканчиков;
- причины отсутствия наблюдений;
- особые явления.

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

8.4.1.5 На следующих страницах КМ-16 записываются результаты наблюдений. Каждая страница рассчитана на запись наблюдений за два срока. Если по какой-то причине наблюдение над каким-либо элементом не произведено, то на месте записи наблюдений ставится прочерк (–); если наблюдения выполнялись, но какого либо явления не было, то запись в соответствующей строке не производится.

8.4.1.6 В первых трех строках записывается месяц, число и срок наблюдений. Далее записывается давление на уровне станции.

В следующей строке записывается количество общей и нижней облачности в баллах. При облачности 10 баллов с просветами значение облачности заключается в квадрат. В тех случаях, когда количество облаков определить невозможно из-за метели, пыльной бури, мглы или по другим причинам, проставляется знак вопроса «?».

8.4.1.7 В строке «Диск солнца» записываются результаты наблюдений за состоянием диска солнца, выполняемых перед отсчетами показаний сухого термометра. Состояние диска солнца оценивается по таблице 8.3. Строка «Диск солнца» не заполняется, если состояние диска солнца определить невозможно из-за условий погоды (пыльная буря, мгла и т. д.) или если наблюдение производится в часы до восхода или после захода солнца. Если диск солнца не виден в часы, близкие к восходу или заходу, из-за закрытости горизонта, то делаются прочерки.

8.4.1.8 В следующих строках записывается по пять отсчетов сухого и смоченного термометров на нижнем и верхнем уровнях, а также их среднее значение и поправки к ним.

Если по условиям погоды градиентные наблюдения заменяются наблюдениями по сухому и смоченному термометрам в психрометрической будке, то отсчеты записываются в строке «среднее» для записи температуры на верхнем уровне и отмечаются знаком «*». В строке, где должна записываться температура на нижнем уровне, при этом делается прочерк.

Далее записываются вычисленные значения упругости водяного пара [6] на двух уровнях (нижнем и верхнем).

Таблица 8.3 – Состояние диска солнца

Обозначения состояния диска солнца
☐ ² – на солнечном диске и в зоне 5° вокруг него не заметно следов облаков, тумана или клубов дыма, пыли; зона в 5° (10 диаметров солнца) приблизительно соответствует ширине ладони вытянутой руки;
☐ – солнце просвечивает сквозь облако, туман или клубы дыма; тени от предметов (в том числе от экранов для затенения) и кольца актинометра различимы, трубку актинометра можно нацелить на солнце;
☐ ⁰ – солнце слабо просвечивает сквозь слой плотных облаков; тени от предметов неразличимы; нацелить трубку актинометра на солнце невозможно;
☐ – окрестности освещены солнцем, но приборы на самой площадке затеняются местными предметами;
— — — диск солнца не виден вследствие большой закрытости горизонта;
П – солнечный диск не виден сквозь плотные облака.

8.4.1.9 Направление ветра записывается в 16 румбах по коду КН-01; при штиле ставится 0.

В строку «Скорость ветра» на нижнем и верхнем уровнях записываются показания анемометров: в правой части – до включения, в левой – после выключения.

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

8.4.1.10 В строке «Атмосферные явления» записываются условными знаками атмосферные явления, которые имели место в срок наблюдений. При отсутствии атмосферных явлений эта графа не заполняется.

Погода между сроками наблюдений (*W*) записывается словами согласно коду КН-01.

8.4.1.11 В первой строке «Температура почвы на поверхности и глубинах» записываются четыре отсчета температуры на поверхности почвы (два отсчета по северному термометру, два – по южному). В следующие четыре строки записываются значения температуры почвы для глубин 5, 10, 15, 20 см. Отсчеты показаний термометров записываются в графе «Отсчет».

8.4.1.12 Состояние деятельной поверхности на площадке определяется визуально и записывается сокращенно словами с указанием вида поверхности и ее увлажнения.

По характеру покрова деятельные поверхности подразделяются на:

- покрытые растительностью (трава);
- покрытые растительным и снежным покровом менее 50 % (трава, снег);
- покрытые снегом более 50 % (снег, трава);
- оголенные.

Состояние растительного покрова характеризуется цветом (зеленый, пожелтевший) и густотой (редкая, с просветами, сплошная).

Состояние снежного покрова характеризуется чистотой (чистый, загрязненный) и степенью покрытия (более половины – снег более 50 %; вся поверхность – снег, лед).

Увлажнение растительного покрова характеризуется градациями: сухой, влажный, мокрый (лужи), замерзший.

Увлажнение снежного покрова характеризуется: сухой, влажный, обледеневший.

8.4.1.13 Таблица «Влажность почвы», которая формируется в конце КМ-16, заполняется только в дни измерения влажности, т. е. 8, 18 и 28 числа в срок 1 ч. Допускается смещение даты на 1 – 2 дня.

При дополнительных измерениях влажности почвы после значительных дождей запись производится в порядке:

- если определение влажности сделано 7, 17 или 27 числа месяца, то наблюдения в очередной день, т. е. 8, 18 и 28 числа не производятся, и величины записываются в срок 1 ч 8, 18 и 28 числа соответственно;

8.4.1.14 Результаты контроля и сравнения психрометров и анемометров записываются в конце КМ-16 в соответствии с приложением П.

Если отведенных страниц не хватит, то следует вклеить дополнительные страницы.

В соответствующих строках указываются дата и время проверки, номера психрометров и термометров. При сравнении психрометров в естественных условиях записываются высота их подвески, облачность, направление и скорость ветра. 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 проверки скорости вращения барабана указываются дата и номера психрометров. Далее помещается время оборота барабана каждого проверяемого психрометра, указанное в его сертификате. В следующих строках записывается фактическое время, полученное при трех сериях проверки.

Для анемометров указывается дата сравнения, высота установки, направление и скорость ветра по флюгеру или другому стационарному прибору, номера анемометров (контрольного, рабочих и запасного).

В строке «Начальный отсчет» помещаются показания анемометров до включения; в строке «Первый отсчет» – показания после 10 мин их работы, в строке «Второй отсчет» – показания после второй серии проверки.

8.4.2 Первичная обработка результатов наблюдений

8.4.2.1 Первичная обработка температуры воздуха сводится к вычислению среднего из пяти отсчетов (при сокращенной программе – из трех) по сухому и смоченному термометрам для каждого уровня, введению поправок к средним величинам и вычислению по исправленным их значениям упругости водяного пара (e) для каждого уровня с помощью психрометрических таблиц. А также вычислению разности температуры и упругости водяного пара на различных уровнях (0,5 и 2 м) по формулам:

$$\Delta t = t_{0,5} - t_2, \quad (8.6)$$

$$\Delta e = e_{0,5} - e_2. \quad (8.7)$$

8.4.2.2 Обработка наблюдений за ветром сводится к вычислению средней скорости ветра за 10 мин. Если наблюдения велись ручным анемометром, то для вычисления средней скорости необходимо разность между конечным и начальным отсчетами разделить на 600 с. По полученному числу делений в секунду с помощью сертификата данного анемометра определить скорость ветра в м/с. При использовании контактных анемометров скорость ветра определяется с помощью поверочного графика по числу контактов за 10 мин. Вычисляется разность между скоростью ветра на разных высотах по формуле:

$$\Delta u = u_2 - u_{0,5}. \quad (8.8)$$

8.4.2.3 Обработка наблюдений за температурой почвы производится в соответствии с ТКП 17.10-09. К каждому из отсчетов вводится поправка, а затем подсчитывается среднее значение t почвы.

При наблюдениях по сокращенной программе, когда температура на поверхности почвы измеряется только в основные сроки и с точностью до целого градуса, на месте десятых долей ставится 0.

8.4.2.4 Обработка результатов определения влажности почвы производится на специально отведенных страницах КМ-16. В них указывается дата определения, время

начала и конца бурения, номер повторности, глубина взятия образца, номера стаканчиков, их масса, масса с пробой влажной и высушенной почвы. На этой же странице записываются результаты обработки.

Обработка наблюдений над влажностью почвы производится в соответствии с ТКП 17.10-09. Влажность на каждой глубине вычисляется путем деления веса испарившейся воды на вес сухой почвы, выражается в процентах и записывается с точностью до 0,1 %. Затем вычисляется средняя из четырех определений влажности на каждой глубине. Средняя влажность всего слоя 0 – 20 см определяется как среднее арифметическое из средних влажностей на глубинах 0 – 10 и 10 – 20 см и записывается с точностью до 1 %. Форма для записи и вычисления влажности почвы приведена на рисунке П.5 (приложение П).

8.4.2.5 Обработка результатов сравнения психрометров до и после смены батиста состоит в следующем:

- для каждого термометра вычисляется среднее из пяти отсчетов, вводится поправка и записывается исправленная величина. По исправленным значениям вычисляется упругость водяного пара;
- вычисляется разность между средней температурой по сухому термометру контрольного психрометра и средними температурами по сухим термометрам рабочих и запасного психрометров.

Аналогичная разность вычисляется для упругости водяного пара.

При обработке результатов проверки скорости вращения барабана аспиратора вычисляется среднее из трех отсчетов $\tau_{\text{ср}}$ и разность между временем τ по сертификату и средним фактическим временем:

$$\Delta = \tau - \tau_{\text{ср}}. \quad (8.9)$$

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

При обработке результатов сравнения анемометров вычисляются разности между первым отсчетом n_1 и начальным отсчетом n_0 , между вторым отсчетом n_2 и первым отсчетом n_1 . Полученные разности делятся на 600, т. е. определяется число делений в секунду. По этим данным из сертификатов находятся средние скорости ветра за время первой и второй проверок.

Далее для каждого анемометра вычисляется средняя из скоростей за обе проверки и разность между средней скоростью по контрольному и проверяемому анемометру. Аналогично проводится обработка результатов сравнения контактных анемометров.

8.4.3 Технический контроль результатов наблюдений

8.4.3.1 Текущий контроль книжек КМ-16 на станции производится 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 проведении контроля прежде всего необходимо проверить, правильно ли вносятся данные в книжку во время наблюдений. Кроме того, проверяется правильность:

- вычисления средних температур воздуха и деятельной поверхности за каждый срок и введения поправок к ним;
- вычисления упругости водяного пара;
- вычисления скорости ветра;
- вычисления разностей температуры воздуха, упругости водяного пара и скорости ветра;
- шифровки направления ветра, состояния диска солнца и деятельной поверхности, атмосферных явлений;
- определения влажности почвы;

- обработки результатов контрольных сравнений психрометров и анемометров;
- расчета высоты подвески психрометров в зимний период при снежном покрове.

Следует тщательно проверить, соблюдены ли все правила по заполнению строк, отчетливо ли поставлен знак минус у отрицательных и плюс у положительных величин, там где это необходимо.

8.5 Обработка материалов теплобалансовых наблюдений и расчет тепловых потоков

8.5.1 Общие положения

8.5.1.1 Обработка результатов теплобалансовых наблюдений включает:

- определение теплофизических характеристик почвы и параметров, входящих в расчетные формулы (8.3) и (8.4) (c , a , S_1 и S_2);
- вычисление разностей температуры воздуха (Δt), упругости водяного пара (Δe) и скорости ветра (Δu) для уровней 0,5 и 2 м.;
- определение коэффициента турбулентности на уровне 1 м (k_1);
- расчет составляющих теплового баланса P , L и V ;
- составление месячной таблицы теплобалансовых наблюдений ТМ-16;

Обработка материалов теплобалансовых наблюдений на станциях и расчеты составляющих теплового баланса производятся за каждый срок наблюдений по средним декадным и средним месячным значениям радиационного баланса, температуры на поверхности почвы и на глубинах, разностей скорости ветра, температуры и влажности воздуха.

В результате расчета определяются средние декадные и средние месячные значения потока тепла в почве, турбулентного потока тепла и затрат тепла на испарение для каждого срока и их суммы за декаду и за месяц. Для специальных целей по этой же методике потоки могут вычисляться и по значениям, осредненным за любой другой интервал времени, в том числе и за конкретные сроки наблюдений, однако они будут иметь меньшую точность.

8.5.2 Расчет потока тепла в почве

8.5.2.1 Расчеты потока тепла в почве производятся по формулам (8.3) или (8.4) за интервалы времени 3 или 6 ч ($\tau = 180$ или 360 мин) и заносятся в отдельную таблицу ТМ-16р, которая прилагается к ТМ-16.

Прежде чем произвести расчет P_1 или P_2 , определяются теплофизические характеристики почвы: при расчете P_1 определяется только объемная теплоемкость (c), а при расчете P_2 еще и коэффициент температуропроводности почвы (α).

8.5.2.2 Объемная теплоемкость влажной почвы определяется по ее плотности, удельной теплоемкости и влажности. Ее можно представить в виде суммы теплоемкости сухой части почвы (c_n) и теплоемкости воды (c_b), содержащейся в единице объема влажной почвы. Расчет объемной теплоемкости почвы производится по формуле:

$$c = c_n g + c_b g w, \quad (8.10)$$

где c – объемная теплоемкость влажной почвы, Дж/(м³·К);

c_n – удельная теплоемкость сухой почвы, Дж/(кг·К);

g – плотность почвы, г/см³;

c_b – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·К);

w – влажность, %.

При расчете объемной теплоемкости сухой части почвы плотность ее в период между определениями принимается постоянной, а удельная теплоемкость различных почв (c_n) находится из таблицы 8.4. В формуле первое слагаемое ($c_n g$) для почвы на данной

станции меняется мало, второе же слагаемое ($c_{вгw}$) изменяется в связи с изменением влажности почвы.

Таблица 8.4 – Удельная теплоемкость сухой части различных почв (c_n)

Вид почвы	Удельная теплоемкость, кДж/(кг · К)	Вид почвы	Удельная теплоемкость, кДж/(кг · К)
Торф	2,18	Суглинок	0,84
Гумус	1,84	Лесной суглинок	0,80
Чернозем суглинистый	1,26	Песок	0,80
супесчаный	1,09	Супесь	0,71
выщелоченный	0,84	Подзол	0,75
оподзоленный	0,84	Солонец	0,59
Глина	0,92		

Расчеты объемной теплоемкости проводятся для декад и месяца, в связи с чем используются средние декадные и средние месячные значения влажности почвы (w_{cp}).

8.5.2.3 Средние декадные и средние месячные значения w_{cp} вычисляются с учетом величин, полученных при основных и дополнительных определениях влажности почвы:

- если запись результатов определения влажности почвы произведена 8 числа, то

$$w_{cp}^I = \frac{1}{2} (w' + w_8), \quad (8.11)$$

где w_{cp}^I – средняя влажность за 1 декаду;

w' – влажность за последнюю декаду предшествующего месяца по состоянию на 28 число;

w_8 – влажность за 8 число данного месяца.

Аналогично подсчитывается влажность за 2 декаду (берется влажность за 8 и 18 числа). Влажность за месяц получается как среднее из трех декад.

8.5.2.4 Средняя за декаду и месяц величина S_1 вычисляется по формуле

$$S_1 = \sum S_i = S_0 + S_5 + S_{10} + S_{15} + S_{20}, \quad (8.12)$$

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} есть средние за тот же период разности температуры почвы в последующий и предыдущий сроки наблюдений на глубине, соответствующей индексу при Δt . Например, Δt_0 – разность температур на поверхности почвы в последующий и предыдущий сроки, Δt_5 – аналогичная разность температур на глубине 5 см и т. д.

Вычисление S_1 производится по следующей схеме:

- находятся средние за период разности температур почвы в последующий и предыдущий сроки на всех глубинах (Δt_i), т. е. вычисляются Δt_0 , Δt_5 , Δt_{10} , Δt_{15} , Δt_{20} ;

- разности Δt_i умножаются на соответствующие численные коэффициенты для разных глубин $i \approx 0,5, 10, 15, 20$ см и находятся величины S_0 , S_5 , S_{10} , S_{15} , S_{20} (при ручной обработке эти величины находятся с помощью таблицы П.1);

- полученные произведения подставляются в формулу (8.6).

По этой схеме вычисляются S_1 между всеми соседними сроками наблюдений.

8.5.2.5 При расчете P_1 и P_2 за интервал 22 – 1 ч по ежедневным данным расчет S_1 производится по температуре почвы в 22 ч данных суток и в 1 ч следующих суток. При определении потока за тот же интервал по средней декадной и средней месячной температуре используется ее значение за 22 ч данной декады или месяца, а средняя температура за срок 1 ч рассчитывается следующим образом:

- при вычислении средней температуры за первую декаду из декадной суммы температур за срок 1 ч на каждой глубине вычитается температура в этот же срок за 1-е число и прибавляется температура за 11-е число.

Пример – Декадная сумма температур на глубине 5 см в срок 1 ч составляет 143,5°. Из этой суммы вычитается температура за 1-е число (10,9°) и прибавляется температура за 11-е число (16,0°). Средняя температура в срок 1 ч равна 14,9°.

$$t_{cp} = \frac{143,5 - 10,9 + 16,0}{10} = 14,9.$$

Аналогично при вычислении средней температуры за вторую декаду из декадной суммы вычитается температура за 11-е число и прибавляется за 21-е число, для третьей декады – из сумм вычитается температура за 21-е число и прибавляется за 1-е число текущего месяца;

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

8.5.2.6 Для расчета P_1 за данный интервал времени значение S_1 умножается на c/τ . Вместо расчетов можно воспользоваться приложением П.

Таблица П.2 является вспомогательной, позволяющей непосредственно находить значения P_1 за интервал 3 ч по известным значениям S_1 и объемной теплоемкости c . Таблица заполнена значениями S_1 интервалам которых соответствует определенное значение P_1 . Найдя в левом столбце заданное c и отыскивая в этой строке интервал, содержащий заданное (рассчитанное) S_1 , находим в верхней строке искомое P_1 (следует учитывать, что значения S_1 в каждом столбце означают окончание интервала). Если промежуток времени между сроками был не 3, а 6 часов (1 – 7) и (19 – 1), то значение P_1 нужно разделить на два.

Для определения потока тепла в почве непосредственно в сроки наблюдений вычисляется среднее из потоков за два соседних интервала, примыкающих к данному сроку.

Пример –

$$P_{10ч} = \frac{P_1(7 - 10) + P_1(10 - 13)}{2},$$

где $P_{10ч}$ – искомый поток в срок 10 ч; $P_1(7 - 10)$ и $P_1(10 - 13)$ – средние потоки для интервалов 7 – 10 и 10 – 13 часов.

После вычисления P за отдельные сроки рассчитывается суточная сумма потока тепла в почве. Для этого суммируются S_1 за все интервалы и полученная сумма умножается на объемную теплоемкость.

Значение S_1 можно получить и другим методом. Для этого для всех глубин находим разности средних температур за «сдвинутую» (значение температуры в срок 1 ч. за 1-е число вычитается, а за 11-е прибавляется) и «не сдвинутую» декады. По полученным значениям Δt_i с помощью таблицы П.1 определяем S_i на различных глубинах и по формуле (8.12) определяем S_1 .

8.5.3 Определение коэффициента турбулентности

8.5.3.1 Коэффициент турбулентности рассчитывается для двух целей: 1) для получения данных о его значении в суточном и годовом ходе; 2) для использования при расчетах турбулентного потока тепла и затрат тепла на испарение. Коэффициент турбулентности k_1 рассчитывается по методу теплового баланса или на основании полуэмпирической теории турбулентности; в результате расчета определяется значение k_1 на высоте 1 м ($\text{в м}^2/\text{с}$) с точностью до сотых.

Расчет производится отдельно для каждого срока наблюдений по средним декадным или средним месячным исходным данным.

8.5.3.2 По методу теплового баланса коэффициент турбулентности рассчитывается только в случаях, когда $(B - P)$ больше или равно $0,14 \text{ кВт/м}^2$, Δt больше или равно $0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ и Δe больше или равно $0,3 \text{ мбар}$, т. е. когда разность между радиационным балансом и потоком тепла в почве положительная и составляет $0,14 \text{ кВт/м}^2$ и более, а градиенты температуры и влажности воздуха также положительны и составляют не менее $0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ и $0,3 \text{ мбар}$.

8.5.4 Расчет турбулентного потока тепла и затрат тепла на испарение

Основным методом расчета турбулентного потока тепла (L) и затрат тепла на испарение (V) на станциях является метод теплового баланса, позволяющий определить значения L и V из теплобалансового соотношения, т. е. из формулы (8.1).

Метод теплового баланса используется в тех случаях, когда $(B - P)$ больше или равно $0,07 \text{ кВт/м}^2$, Δt больше или равно $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ и Δe больше или равно $0,1 \text{ мбар}$. Если хотя бы одно из этих условий не выполняется, то для расчетов используется метод турбулентной диффузии.

8.6 Составление таблиц теплобалансовых наблюдений (ТМ-16 и ТМ-16а)

8.6.1 Таблица ТМ-16 содержит результаты ежедневных теплобалансовых наблюдений, проводимых в течение месяца, и вычисления декадных и месячных средних значений характеристик: Δt , Δe , Δu , u_2 , k_1 и составляющих теплового баланса B , L , V и P .

Таблица ТМ-16 предусмотрена для занесения данных наблюдений по полной программе за сроки 1, 7, 10, 13, 16 и 19 ч, а таблица ТМ-16а – по сокращенной программе за сроки 1 и 13 ч.

В графе «Облачность, баллы» записывается количество облаков – общих и нижнего яруса. Количество 10 баллов с просветами записывается как «10*». Если количество облаков не определялось из-за метели, пыльной бури, мглы или по другим причинам, то в таблице проставляются прочерки (–).

В графе «Диск солнца» печатается соответствующий знак шифра. Если состояние диска солнца не определено в таблице проставляется знак «Х». При наблюдениях в часы до восхода и после захода солнца графа «Диск солнца» не заполняется.

8.6.2 В графе «Радиационный баланс» записываются его значения с точностью до сотых долей в кВт/м^2 . Значения радиационного баланса выписываются за соответствующие сроки из КМ-12. Знак «*» указывает на то, что наблюдения не производились из-за осадков. В этих случаях за дневные сроки в таблицу помещаются значения баланса коротковолновой радиации, а за ночные – проставляются нули со звездочкой. При расчете средних декадных и месячных значений эти данные включаются в подсчет числа случаев.

8.6.3 В графах «Температура воздуха» и «Упругость водяного пара», а также разностей температуры Δt и упругости водяного пара Δe заносятся данные с точностью до десятых долей.

При атмосферных явлениях, указанных в п.8.3.3.5, когда градиентные наблюдения за температурой и влажностью воздуха заменяются отсчетами показаний сухих и смоченных термометров, расположенных в психрометрической будке, в таблице данные

температуры и упругости водяного пара на нижнем уровне отсутствуют. При этом на месте разностей температуры и упругости водяного пара ставятся нули со звездочкой, которые входят в подсчет числа случаев при расчете средних декадных и месячных величин.

Средние декадные и месячные значения упругости водяного пара вычисляются только в случае, если эта величина определена более четырех раз за декаду или более 12 раз за месяц.

8.6.4 В графе «Направление ветра» записываются данные, зашифрованные по международному коду КН-01.

Графа «Скорость ветра» заполняется данными с точностью до десятых м/с. При осадках, тумане, метелях, пыльной буре, когда скорость ветра измеряется только на уровне 2 м, графа 0,5 остается незаполненной. В этом случае: если u_2 меньше или равно 1 м/с, то разность Δu обозначается «0*», который входит в подсчет числа случаев при расчете средних декадных и месячных значений Δu ; если u_2 больше 1 м/с, то графа «Разность для слоя 150 см» не заполняется. Средние декадные и месячные значения скорости ветра, а также разности скорости ветра (Δu) вычисляются только, если эта величина определена более четырех раз за декаду или более 12 раз за месяц.

8.6.5 В последующие пять граф помещаются результаты наблюдений над температурой поверхности почвы и температурой на глубинах 5, 10, 15, 20 см с точностью до десятых долей. и шифр состояния деятельной поверхности на площадке.

При наблюдениях по сокращенной программе, когда наблюдения за температурой почвы не проводятся, эти графы не заполняются.

8.6.6 В последней графе записывается шифр состояния деятельной поверхности на площадке в соответствии с таблицей 5.4.

8.6.7 На предпоследней странице ТМ-16 заполняется табличка «Влажность и объемная теплоемкость почвы». Для этого из КМ-16 выписываются значения влажности и объемной теплоемкости, полученные при наблюдениях, и по ним рассчитываются средние значения за декады и месяц.

8.6.8 В таблице «Выборки разностей температуры воздуха и упругости водяного пара» вместе со значениями разностей, выбранных для условий ясного и пасмурного неба в сроки 1 и 13 ч, фиксируются даты их наблюдений.

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

Градации «ясно» и «пасмурно» в срок 13 ч определяются по цифре кода состояния диска солнца. К градации «ясно» относятся случаи с цифрами кода – 4 и 8; к градации «пасмурно» – 0 и 5. Для каждой даты при наличии этих градаций в сроки 1 и 13 ч выписываются значения Δt и Δe . В конце выборки подсчитывается месячная сумма, число случаев и среднее значение.

В нижней части таблицы выписываются абсолютные максимальные и минимальные значения Δt и Δe , а также даты и срок их наблюдения. Максимальные и минимальные значения Δt и Δe выбираются из всех сроков наблюдений с учетом знака разности. При этом под максимумом подразумевается наибольший из положительных градиентов, а при отсутствии положительных разностей – наименьшее по абсолютной величине отрицательное значение. За минимум при наличии отрицательных разностей принимается наибольшее по абсолютной величине отрицательное значение, а при отсутствии отрицательных разностей – наименьшая положительная величина.

8.6.9 В таблице «Результатов градиентных наблюдений и расчетов составляющих теплового баланса (приложение Р) содержатся:

- средние декадные и месячные значения, рассчитанные за каждый срок наблюдений:
 - а) разности температуры (Δt), упругости водяного пара (Δe) и скорости ветра (Δu) в слое 0,5 – 2 м;

б) скорости ветра на высоте 2 м (u_2);

в) коэффициента турбулентности на высоте 1 м (k_1);

г) составляющих теплового баланса (B , P , L и V);

- средние за срок, декадные и месячные суммы испарения с подстилающей поверхности (E);

- осредненные по декадам и за месяц средние суточные значения указанных характеристик;

- среднесуточные, декадные и месячные суммы составляющих теплового баланса;

Таблица «Результаты градиентных наблюдений и расчетов составляющих теплового баланса» составляется с помощью «Памятки» (приложение Р)

Приложение А **(информационное)**

Понятия об актинометрических величинах и краткие сведения об использовании актинометрической информации

А.1 Актинометрические величины и их единицы

А.1.1 Актинометрия – раздел геофизики, в котором изучается энергия, излучаемая Солнцем, поверхностью Земли и атмосферой, и ее преобразования. Терминология, принятая в актинометрии, определена в [1].

А.1.2 Радиационный режим земной поверхности создается лучистой энергией, приходящей к земной поверхности и уходящей от нее. Для земли основным источником лучистой энергии является Солнце. Лучистая энергия Солнца, проходя через атмосферу, рассеивается и поглощается. Вследствие рассеивания лучистая энергия солнца на уровне земной поверхности наблюдается не только в виде параллельного пучка лучей, идущих от Солнца, но также и в виде рассеянной радиации, падающей от всех точек небесного свода. Достигая земной поверхности, солнечная радиация частично отражается, в результате чего возникает отраженная радиация. Неотраженная часть радиации поглощается, превращаясь в тепло. Нагретая поверхность в свою очередь становится источником собственного излучения, направленного в атмосферу. Атмосфера, нагреваемая за счет теплообмена с земной поверхностью, также является источником излучения.

А.1.3 Слой земной поверхности, в котором происходит поглощение радиации, называется деятельным слоем. Его толщина зависит от свойств поверхности и может составлять от долей сантиметра (для уплотненной почвы) до десятков метров (для прозрачной воды). В метеорологии чаще пользуются термином «подстилающая поверхность».

А.1.4 В актинометрии изучают энергетическую освещенность, создаваемую излучением, приходящим от Солнца, атмосферы и земной поверхности. В соответствии с [1] ее принято называть радиацией. В зависимости от источника излучения и, следовательно, спектрального состава в актинометрии различают солнечную, земную и атмосферную радиацию.

А.1.5 Солнечная радиация, которая сосредоточена в интервале длин волн 0,3 – 4,0 мкм, в актинометрии называется коротковолновой радиацией. Земная и атмосферная радиация, которая занимает спектральную область 4 – 100 мкм, в актинометрии называется длинноволновой радиацией.

А.1.6 Солнечную (коротковолновую) радиацию подразделяют на: прямую S (от диска Солнца), рассеянную D (от небесной сферы) и отраженную коротковолновую R_k (от подстилающей поверхности).

А.1.7 Земная радиация E_z создается тепловым излучением подстилающей поверхности, которое для большинства видов поверхности Земли близко к излучению черного тела.

А.1.8 Под атмосферной радиацией E_a понимают энергетическую освещенность, создаваемую тепловым излучением атмосферы.

А.1.9 Тепловое излучение атмосферы, отраженное от подстилающей поверхности, создает отраженную атмосферную радиацию R_d , но ее значения малы по сравнению с земной радиацией E_z и при изучении радиационного режима величину R_d обычно не учитывают.

А.1.10 В пунктах актинометрических наблюдений по результатам непосредственных измерений определяют пять основных видов радиации (прямую солнечную, рассеянную, суммарную, отраженную радиацию и радиационный баланс), по значениям которых

вычисляют ряд дополнительных характеристик. Если нет дополнительных указаний, то имеется в виду, что полученные данные относятся к горизонтальной поверхности на высоте 1,5 м от земной поверхности.

A.1.11 Прямой солнечной радиацией S называют энергетическую освещенность, создаваемую излучением, поступающим в виде практически параллельного пучка лучей от диска Солнца и околосолнечной зоны радиусом 5° . Она измеряется на поверхности, перпендикулярной направлению солнечных лучей. Прямую солнечную радиацию на горизонтальной поверхности S' вычисляют по значению S по формуле $S' = S \cdot \sin h$, где h – высота Солнца в момент наблюдения.

A.1.12 Рассеянной радиацией D называют энергетическую освещенность, создаваемую рассеянным в атмосфере солнечным излучением, поступающим на горизонтальную поверхность от всего небосвода (из телесного угла 180°), за исключением диска Солнца и околосолнечной зоны радиусом 5° .

A.1.13 Суммарная радиация Q включает рассеянную радиацию и прямую солнечную радиацию на горизонтальной поверхности, т. е. $Q = D + S'$.

A.1.14 Отраженная коротковолновая радиация R_k создается коротковолновым излучением, отраженным от подстилающей поверхности.

A.1.15 Отношение отраженной коротковолновой радиации к суммарной является характеристикой подстилающей поверхности и называется коротковолновым альбедо A_k , т.е. $A_k = R_k / Q$.

A.1.16 В целом приход радиации к горизонтальной поверхности складывается из прямой солнечной радиации S' , рассеянной радиации D и атмосферной радиации E_a . Уходящая от подстилающей поверхности радиация складывается из отраженной коротковолновой радиации R_k и излучения земной поверхности E_z . Разность между энергетическими освещенностями, создаваемыми приходящим и уходящим от подстилающей поверхности излучением, называют радиационным балансом B . В литературе радиационный баланс B иногда называют остаточной радиацией. С другими видами радиации он связан следующим образом: $B = D + S' + E_a - R_k - E_z - R_d$. Величина B может также рассматриваться как сумма баланса коротковолновой радиации B_k и баланса длинноволновой радиации B_d , т. е. $B = B_k + B_d$.

A.1.17 Баланс коротковолновой радиации, или коротковолновый баланс B_k , представляет собой разность между суммарной и отраженной радиацией, т. е. $B_k = Q - R_k = D + S' - R_k = Q \cdot (1 - A_k)$. Величина B_k характеризует поглощение коротковолнового излучения подстилающей поверхностью.

A.1.18 Баланс длинноволновой радиации, или длинноволновый баланс B_d , представляет собой разность между атмосферной радиацией E_a , земной радиацией E_z и отраженной длинноволновой радиацией R_d , т. е. $B_d = E_a - E_z - R_d$.

Величина B_d , взятая с обратным знаком, называется эффективным излучением подстилающей (деятельной) поверхности и обозначается $E_{эф}$. Атмосферная E_a , земная E_z и отраженная длинноволновая радиация R_d при выполнении актинометрических наблюдений не определяются. Косвенным путем определяют только коротковолновый B_k и длинноволновый B_d баланс.

A.1.19 Величина B определяется в результате непосредственных измерений по незатененному балансомеру или вычисляется по формуле: $B = (B - S') + S'$, где $B - S'$ – радиационный баланс без прямой солнечной радиации, измеренный по затененному балансомеру.

A.1.20 Длинноволновый баланс вычисляется по формуле $B_d = B - B_k = B - Q + R_k$. Ночью значение B_k равно нулю и радиационный баланс B становится равным балансу длинноволновой радиации, т. е. ночью $B = B_d$. Схематично приход радиации к деятельной поверхности представлен на рисунке А.1.

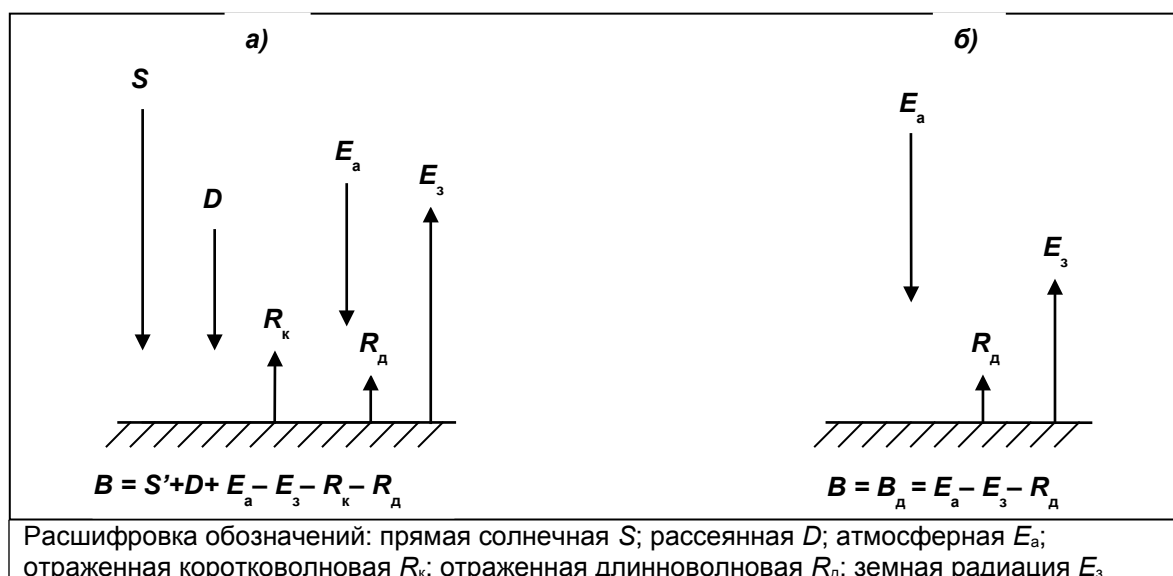


Рисунок А.1 – Радиационный баланс B в светлое (а) и темное (б) время суток.

А.1.21 Воздействие излучения зависит от энергетической экспозиции (количества облучения), равной произведению энергетической освещенности на время ее действия. В актинометрии как синоним этой характеристики применяется термин «сумма радиации». Энергетическая экспозиция, соответствующая целому часовому интервалу, определяется термином «часовая сумма радиации». В практике актинометрических наблюдений используется также энергетическая экспозиция за сутки (суточная сумма), за декаду (декадная сумма), за месяц (месячная сумма) и за год (годовая сумма). Для обозначения суммы используется символ Σ с индексом, обозначающим интервал времени, за который оценивается экспозиция, и буква, обозначающая вид радиации. Например, месячная сумма суммарной радиации обозначается $\Sigma_m Q$.

А.1.22 В качестве единицы измерения радиации на государственной сети гидрометеорологических наблюдений используют киловатт на квадратный метр (кВт/м^2). Суммы радиации выражают в мегаджоулях на квадратный метр (МДж/м^2).

А.1.23 В таблицах, справочниках, монографиях значения радиации и ее сумм могут быть представлены в других единицах. Для возможности сравнения значений, выраженных в различных единицах, следует использовать соотношения:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Вт} &= 1 \text{ Дж/с}; & 1 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин}) &= 0,698 \text{ кВт/м}^2; \\ 1 \text{ кВт/м}^2 &= 1000 \text{ Вт/м}^2; & 1 \text{ кал/см}^2 &= 0,0419 \text{ МДж/м}^2; \\ 1 \text{ кВт/м}^2 &= 0,1 \text{ Вт/см}^2; & 1 \text{ ккал/см}^2 &= 41,9 \text{ МДж/м}^2; \\ 1 \text{ МДж/м}^2 &= 100 \text{ Дж/см}^2; & 1 \text{ кал/см}^2 &= 4,19 \text{ Дж/см}^2. \end{aligned}$$

Примеры

1 Дано значение $Q = 1,12 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$;

$$Q = 1,12 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин}) = 0,698 \cdot 1,12 = 0,78 \text{ кВт/м}^2.$$

2 Дано: $Q = 0,56 \text{ кВт/м}^2$;

$$Q = 0,56 \text{ кВт/м}^2 = 0,56/0,698 = 0,80 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин}).$$

3 Дано: $\Sigma_{\text{ч}} Q = 53 \text{ кал/см}^2$;

$$\Sigma_{\text{ч}} Q = 53 \text{ кал/см}^2 = 0,0419 \cdot 53 = 2,22 \text{ МДж/м}^2.$$

4 Дано: $\Sigma_{\text{ч}} Q = 1,79 \text{ МДж/м}^2$;

$$\Sigma_{\text{ч}} Q = 1,79 \text{ МДж/м}^2 \cdot 1,79/0,0419 = 43 \text{ кал/см}^2.$$

А.1.24 Для перевода суточных и месячных сумм радиации из одной системы единиц измерения в другую используют тот же коэффициент, что и для часовых сумм, т. е. 0,0419.

A.1.25 Шкала измерения радиации несколько раз менялась по мере уточнения эталонных приборов. В частности, актинометрические данные бывшего СССР, полученные до 31 декабря 1956 г., представлены в Европейской пиргелиометрической шкале; в период с 1 января 1957 г. по 31 декабря 1980 г. – в Международной пиргелиометрической шкале (МПШ-56), которая выше Европейской на 1,5 %; начиная с 1 июля 1982 г. – в шкале Международного радиометрического эталона (МРЭ), которая выше МПШ-56 на 1,8 % . По этой причине при сопоставлении многолетних рядов наблюдений данные, полученные до 1 июля 1982 г., должны быть приведены к шкале МРЭ путем умножения на следующие коэффициенты:

- по 31 декабря 1956 г. коэффициент равен 1,025;
- с 1 января 1957 г. по 30 апреля 1966г. коэффициент равен 1,010;
- с 1 мая 1966 г. по 30 июня 1982г. коэффициент равен 1,018.

Примечание – Для других стран эти коэффициенты имеют иные значения.

A.2 Краткие сведения об использовании актинометрических данных в различных областях хозяйственной деятельности

A.2.1 При решении многих вопросов в различных областях хозяйственной деятельности требуется актинометрическая информация, не всегда совпадающая с получаемой на сети по составу видов радиации, формам представления и оперативности получения.

A.2.2 Результаты актинометрических наблюдений, выполненных на сети Республики Беларусь, заносятся в режимно-справочный банк данных «Актинометрия», который хранится в Республиканском гидрометеоцентре. Результаты измерений обобщены в климатических справочниках, в которых приведены данные режимного характера [7, 8], обобщенные для ряда пунктов наблюдений.

A.2.3 По результатам сетевых наблюдений расчетным путем могут быть определены приблизительные значения месячных сумм фотосинтетически активной радиации (далее - ФАР), которая используется растениями, по формуле:

$$\sum_m Q_{\phi} = 0,52 \sum_m Q, \quad (A.1)$$

где $\sum_m Q$ – месячная сумма суммарной радиации, МДж/м².

Более точные значения можно получить, умножив значения интегральной радиации на коэффициенты, рассчитанные для основных станций. Данные о ФАР требуются в агротехнике, растениеводстве, лесном хозяйстве и других отраслях.

A.2.4 Естественная освещенность измеряется при помощи люксметра.

Данные о естественной освещенности требуются проектным строительным организациям, в коммунальном хозяйстве (оперативная информация для определения моментов включения и выключения уличного освещения), для планирования работы электростанций, в гигиене труда и др. Иногда люксметры используются также и там, где требуются данные о ФАР.

Связь между естественной освещенностью и радиацией неоднозначна и зависит от облачности и высоты Солнца.

A.2.5 Прямая солнечная радиация в отдельных спектральных интервалах определяется по результатам измерений при помощи актинометра с набором стеклянных светофильтров. Такие измерения выполняются на территории Беларуси на одном пункте под руководством Главной геофизической обсерватории (далее – ГГО).

Данные об этих характеристиках требуются в гелиотехнике, химической промышленности, строительстве, растениеводстве, для контроля загрязнения воздушного бассейна [9].

А.2.6 Подробнее сведения об использовании актинометрических данных в различных отраслях хозяйственной деятельности приведены в таблице А1.

Таблица А.1 – Использование актинометрической информации

Вид информации	Основной пользователь	Направление использования	Потребность в данных	
			оперативных	режимных
Прямая солнечная радиация				
Суточный ход на горизонтальной поверхности	Строительство	Проектирование	+	–
Суточный ход на наклонных поверхностях различной ориентации	Строительство, гелиотехника, торфодобывающая промышленность	Планирование, проектирование, эксплуатация, управление	+	+
Часовые суммы	Гелиотехника	Проектирование	+	–
Суточные суммы	Сельское хозяйство, агрометеопрогнозы	Планирование, научные исследования	+	+
Рассеянная радиация				
Суточный ход по горизонтальной поверхности	Строительство, коммунальное хозяйство	Проектирование, эксплуатация	+	–
Суточный ход на наклонных поверхностях различной ориентации	Строительство, коммунальное хозяйство и гелиотехника	Проектирование, эксплуатация	+	–
Суммарная радиация				
Суточный ход на горизонтальной поверхности	Строительство, здравоохранение, торфодобывающая и холодильная промышленность, рыбное хозяйство	Проектирование, планирование, эксплуатация и управление	+	+
Суточный ход на наклонных поверхностях различной ориентации	То же	То же	+	+
Суточные суммы	Здравоохранение, гидрометеорология, лесное хозяйство, сельское хозяйство, коммунальное хозяйство	Планирование, эксплуатация, прогнозы урожайности	+	+
Радиационный баланс				
Суточный ход	Гидрометеорология	Контроль облачности	+	+
Суточные суммы	Гидрология, агрометеорология	Прогнозы снеготаяния и наводнений	+	+

Приложение Б (обязательное)

Требования к ведению рабочих журналов

Б.1 В рабочих журналах пункта актинометрических наблюдений должны записываться сведения, отражающие программу наблюдений, состояние технических средств, изменения, происходящие на площадке и вне ее (в том числе изменения закрытости горизонта), меры, принятые для устранения замеченных недостатков. Для этой цели служат: журнал работы приборов, журнал контроля и поверки приборов, журнал ошибок и замечаний. В отдельную папку должны быть подшиты поверочные свидетельства и сертификаты всех средств измерений, а также паспорта, технические описания и инструкции по эксплуатации. Конкретные формы рабочих журналов не устанавливаются, но перечень основных сведений, которые должны в них содержаться, приводится в Б.2 – Б.5.

Б.2 В журнале работы приборов должно записываться следующее:

- типы и номера датчиков и подключенных к ним измерительных приборов, клеммы включения или диапазон, дата ввода в работу; для регистрирующей установки указывают отдельно приборы, находящиеся на актинометрической стойке (сравнительные приборы) и подключенные к регистрирующему прибору, номера каналов, измеряемый элемент радиации, номера интеграторов, подключаемых при перерывах в работе регистрирующего прибора;
- случаи изменения в состоянии приборов: нарушение окраски приемных поверхностей, износ изоляции проводов, запотевание стеклянного колпака пиранометра изнутри, намокание датчиков, появление электрического контакта термобатареи с корпусом, нарушение наружной окраски приборов, затемняющих экранов или стоек;
- сбои нацеливания актинометра на Солнце, засветка датчиков, установленных на теневых стойках и др.;
- дата обнаружения нарушения, дата и способ его устранения;
- дата технического осмотра приборов и перечень проведенных регламентных работ по профилактике приборов;
- дата и причины замены приборов или соединительных проводов;
- дата, когда была скошена трава на площадке, окрашены ограда и стойки, поднята стрела стойки при высоком снежном покрове и пр.

Четкие и подробные записи в журнале могут помочь определить причину брака в случае его появления и решить вопрос о необходимости и возможности корректировки данных. При записях можно пользоваться сокращениями и условными обозначениями, перечень которых должен быть приведен в начале журнала.

Примеры

1 19.04.98, 9 ч 20 мин. У балансомера на стойке появилась царапина на стороне 1, нарушение окраски менее 10 % площади. У пиранометра в теневом кольце запотел колпак изнутри после сильного дождя – протерт и просушен. Установлен в 9 ч 41 мин.

2 01.06.98 с 10 до 12 ч техосмотр. Проверка изоляции проводов, чистка контактов, осмотр всех приборов и стоек, гелиостата. Смена сторон балансомера (вверх – сторона 2). Смазка трущихся поверхностей у стоек, теневых колец. Подкрашена актинометрическая стойка. Заменен пиранометр № 321 (незатененный) по причине замыкания на корпус; установлен № 2571. После 19 ч скошена трава.

3 13.06.98, 12 ч 25 мин. Засвечен край корпуса балансомера в теневом кольце – выполнена регулировка по склонению Солнца.

4 30.12.98, 10 ч. Поднята стрела стойки после снегопада.

Б.3 В журнале контроля и поверок должны вестись записи результатов соответствующих измерений и обработки, а также должна быть дана оценка полученных

результатов, которую выполняют путем сравнения с применяемым в работе переводным множителем.

Пример – Выполнить контроль рабочего актинометра с гальванометром. Запись результатов измерений и обработки производится в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Пример выполнения и расчета сравнительных наблюдений по контрольной паре и рабочим парам актинометр - гальванометр и пиранометр - гальванометр

Градуировка: актинометра и пиранометра

Станция Полесская Дата 23.05.08

Облачность 3/0 Диск солнца 12

Время поясное ср. сол. истин.	Контрольн. пара № 146 120 (+,С)	Актинометр р № 835 6236 (+,С)	Пиранометр № 230 619 (+,А)
<i>n₀</i>	5,0	2,9	5,0
<i>t</i>	32,1	29,6	25,5
1	53,0	53,5	56,0
2	53,1	53,8	56,1
3	53,2	53,9	56,4
4	53,3	53,9	56,5
5	53,7	54,1	56,9
6	53,8	54,2	57,0
7	53,7	54,1	56,9
8	53,8	54,2	57,0
9	53,7	54,1	56,9
10	53,8	54,2	57,0
11	53,8	54,2	57,0
12	53,6	54,0	56,9
13	53,5	54,0	56,9
14	53,6	54,1	57,0
15	53,8	54,3	57,2
<i>n₀</i>	5,0	3,0	5,1
<i>t</i>	32,6	29,9	26,0
<i>N_{ср}</i>	53,4	54,0	56,8
ΔN	0,1	– 0,1	0,4
– <i>n₀</i>	– 5,0	– 3,0	– 5,1
<i>N_{исп}</i>	48,5	50,9	52,1
<i>t_{ср}</i>	32,4	29,8	25,8
<i>a</i>	0,01472	0,01403	0,01370
<i>S</i>	0,7139		
Отклонение от а_{действ.} в %		+ 1,7 %	– 2,4 %

Находим исправленные отсчеты по формуле (5.5), указанной в 5.6.2:

- по контрольной паре $N_k = N_{ср} + \Delta N - n_0 = 53,4 + 0,1 - 5,0 = 48,5$ дел;

- по рабочей паре $N_a = N_{ср} + \Delta N - n_0 = 54,0 - 0,1 - 3,0 = 50,9$ дел.

Определяем значение переводного множителя (в кВт/м²·дел.) контрольной пары сняв отсчет с градуировочного графика (этой пары) при температуре *t_{ср}*

Вычисляем величину прямой радиации: $S = N_{исп} \cdot a = 48,5 \cdot 0,01472 = 0,7139$ кВт/м²

Вычисляем значение переводного множителя поверяемой пары актинометр-гальванометр). $a = S / N_{исп} = 0,7139 / 50,9 = 0,01403$ кВт/м²·дел. ;

Наносим его на градуировочный график этой пары при измененной температуре;

При этой же температуре с графика снимаем значение *a_{действ.}*:

Находим отклонение полученного переводного множителя от действующего

$$\Delta = a - a_{действ} / a_{действ} * 100 \%$$

Таким образом, результат выполненного контроля подтверждает правильность применяемого переводного множителя рабочей пары.

При контроле рабочего пиранометра с гальванометром форма записей такая же с той лишь разницей, что для него полученное значение переводного множителя не зависит от температуры воздуха. Форма записей при контроле рабочего балансомера с гальванометром приведена в следующем примере.

Пример – Выполнить контроль рабочего балансомера с гальванометром. Запись результатов измерений и обработки производится в таблице Б.2.

Таблица Б.2 – Результаты измерений при контроле балансомера М-10М № 1050 с гальванометром ГСА-1 № 1231, клеммы «+» и «С»

Станция АС Василевичи

Облачность 3/0 Ас

Время летнее

Дата 02.08.07

диск солнца $\odot^2$
сторона 1

начало 9¹⁵
конец 9²⁵

Контрольн. актин. № 5798 Гальванометр № 241 (+, С)					Балансомер № 459 Гальванометр № 855 (+, С)				
$t = 21,0$ $n_0 = 5,3$ $a = 0,01258$					$n_{T1} = 24,9$ $n_{T2} = 24,8$ $n_{T3} = 25,0$				
	N	ΔN	$N_{исп.}$	S	N	ΔN	$N_{исп.}$	$N_{исп.} - n_m$	a
1	63,9	+ 0,1	58,6	0,737	40,9	+ 0,1	41,0	15,6	0,0472
2	63,8	+ 0,1	58,5	0,736	41,1	+ 0,1	41,2	15,8	0,0466
3	63,5	+ 0,1	58,2	0,732	41,0	+ 0,1	41,1	15,7	0,0466
4	63,5	+ 0,1	58,2	0,732	41,1	+ 0,1	41,3	15,8	0,0463
5	63,8	+ 0,1	58,5	0,736	41,5	+ 0,1	41,6	16,2	0,0454
6	63,9	+ 0,1	58,6	0,737	41,4	+ 0,1	41,5	16,1	0,0458
7	63,9	+ 0,1	58,6	0,737	41,2	+ 0,1	41,3	15,9	0,0464
8	64,0	+ 0,1	58,7	0,738	41,1	+ 0,1	41,2	15,8	0,0467
9	64,0	+ 0,1	58,7	0,738	41,2	+ 0,1	41,3	15,9	0,0464
10	64,0	+ 0,1	58,7	0,738	41,2	+ 0,1	41,3	15,9	0,0464
11	64,0	+ 0,1	58,7	0,738	41,5	+ 0,1	41,6	16,2	0,0456
12	64,1	+ 0,1	58,8	0,740	41,7	+ 0,1	41,8	16,4	0,0451
13	64,1	+ 0,1	58,8	0,740	41,8	+ 0,1	41,9	16,5	0,0448
14	64,2	+ 0,1	58,9	0,741	41,8	+ 0,1	41,9	16,5	0,0449
15	64,2	+ 0,1	58,9	0,741	41,5	+ 0,1	41,6	16,2	0,0457
16	64,4	+ 0,1	59,1	0,743	41,2	+ 0,1	41,3	15,9	0,0467
17	64,5	+ 0,1	59,2	0,745	41,5	+ 0,1	41,6	16,2	0,0460
18	64,5	+ 0,1	59,2	0,745	42,1	+ 0,1	42,2	16,8	0,0443
19	64,3	+ 0,1	59,0	0,742	42,0	+ 0,1	42,1	16,7	0,0444
20	64,2	+ 0,1	58,9	0,741	41,9	+ 0,1	42,0	16,6	0,0446
$t = 21,4$ $n_0 = 5,5$					$n_{T1} = 24,7$ $n_{T2} = 24,5$ $n_{T3} = 24,6$				
Средние	$t = 21,2$	$n_0 = 5,4$	$n_{исп.} = n_T + \Delta n = 24,8 + 0,6 = 25,4$					0,04580	

Градуировал: Иванов

Обработал: Сидоров

Проверил: Петрова

Расхожд. сторон 2,9 %

Отклон. множителя

от действующего + 3,2 %

Для обработки результатов периодического контроля рабочего балансомера с гальванометром:

В первой серии измерений, выполненной для стороны 1 балансомера, из двух отсчетов n_k , снятых в начале и конце серии, вычислить среднее значение n_k места нуля контрольной пары.

$$n_{\text{ср.}} = n_1 + n_2 : 2 = (5,3 + 5,5) : 2 = 5,4$$

Для каждого отсчета N_k первой серии вычислить значение прямой солнечной радиации S по методике 5.7.4.3. $S = N + N - n_{\text{ср.}}$

Из шести отсчетов по затененному балансомеру (в начале и в конце серии отсчетов для 1 стороны) определить среднее значение n_T и ввести в него шкаловую поправку:

В каждый из отсчетов по незатененному балансомеру N_6 ввести шкаловые поправки и получить исправленные значения $N_{\text{исп.}}$

От каждого отсчета $N_{\text{исп.}}$ вычесть среднее значение n_m (с учетом шкаловой поправки)

Для каждого значения N_6 вычислить значение a_1 по формуле: $a_1 = S / (N_{\text{исп.}} - n_T)$

где S – значение прямой солнечной радиации, полученное по 5.7.8.2 для данного N_6 , кВт/м².

Из полученных 20 значений a_1 вычислить среднее значение переводного множителя стороны 1 балансомера.

По результатам измерений второй серии аналогичным образом определить значение переводного множителя a_2 для второй стороны балансомера.

Найти переводный множитель a_6 как среднее из значений a_1 и a_2 . Определить асимметрию Δa_6 (%) сторон балансомера по формуле:

$$\Delta a_6 = \frac{a_1 - a_2}{a_6} \cdot 100. \quad (\text{Б.1})$$

Для лучшей наглядности при оценке результатов контроля или поверки рекомендуется для контрольной и каждой рабочей пары, а также для каждого рабочего датчика регистрирующей установки иметь в тетради отдельный лист, на котором записывать результаты поверок и контроля в хронологическом порядке за весь срок службы прибора.

Пример — Результаты поверки и контроля рабочего актинометра с гальванометром

Дата поверки или контроля	a , кВт/(м ² ·дел)	Δ , %	Номер образцового актинометра или контрольной пары
16.05.92	0,0134	0,8	2497/8919
05.07.92	0,0131	– 1,5	Актинометр № 6048
19.08.92	0,0136	2,3	2497/8919

Б.4 В журнал ошибок и замечаний необходимо записывать замечания по материалу наблюдений, поступившие из центра обработки или из Республиканского гидрометеоцентра, а также выявленные ошибки систематического характера, допускаемые наблюдателями. В этом случае должна быть проведена техническая учеба на станции или даны разъяснения в рабочем порядке.

С неясными вопросами обращаться в Республиканский гидрометеоцентр.

Б.5 При выполнении наблюдений по программе определения суточных сумм суммарной радиации путем интегрирования должен вестись журнал контроля рабочего комплекта. На обложке журнала должны быть указаны название станции, дата начала и окончания записей. Далее должны записываться результаты наблюдений и контроля рабочего комплекта (пиранометра с интегратором), выполняемого ежемесячно. Рекомендуемые формы записи при выполнении всех необходимых работ приводятся ниже.

Б.5.1 На первой странице указывают сведения о рабочем, контрольном и запасном комплектах на момент начала записей в журнале, а также значения сопротивления линии связи на каждом канале. Форма записи показана на рисунке Б.1. Нумерация диапазонов указана в М.3.4.4.1.

Сопротивление линий связи: на 1-м канале $R_{п1} =$ _____ Ом
на 2-м канале $R_{п2} =$ _____ Ом
на 3-м канале $R_{п3} =$ _____ Ом

Комплект	Тип и номер		Дата ввода в работу	Переводный множитель, МДж/(м ² · дел), на диапазонах					
	пирано-метра	Интегра-тора		1	2	3	4	5	6
Рабочий Контроль -ный Запасной									

Рисунок Б.1 — Форма первой страницы журнала контроля

После замены комплекта или в случае изменения его назначения записи в таблице продолжают.

Б.5.2 На второй странице журнала записывают результаты ежемесячного контроля рабочего комплекта. При записи сведений о приборах должны быть указаны номер диапазона, на котором комплект работал во время контроля, полученные значения радиации по контрольному и рабочему комплектам, расхождение между показаниями комплектов, дана оценка результатов контроля.

Если в течение месяца произведена замена рабочего комплекта, на второй странице должна быть сделана соответствующая запись: причина замены, типы и номера пиранометра и интегратора, составляющих комплект, переводные множители на каждом диапазоне.

Если в работе приборов были перерывы, указывают время начала и окончания перерыва в измерениях, произошедшего в результате отключения приборов по какой-либо причине

Б.5.3 Материалы наблюдений за истекший календарный месяц должны быть представлены в центр обработки (гидрометеоцентр) в форме таблицы ТИ-1, показанной на рисунках Б 2 и Б.3.

На первой странице указывают сведения о станции, месяц и год проведения наблюдений, выписывают результаты сравнительных наблюдений по контрольной и рабочей парам, в данном месяце, указывают состояние оборудования и подстилающей поверхности.

В верхней части второй страницы указывают диапазон и переводной множитель рабочей интеграторной пары с которым обрабатывались наблюдения.

В течении месяца наблюдатели записывают ежедневно (утром и вечером) отсчеты по рабочим приборам (в делениях шкалы), время снятия отсчетов и подсчитывают значения суммарной радиации.

В последних колонках указываются следующие характеристики: продолжительность солнечного сияния (в часах), подстилающая поверхность (преобладающая за светлое время суток), характеристика ясности дня.

Таблица
суточных сумм суммарной солнечной радиации по программе
РКС

Станция _____ Республика _____

Год _____ Месяц _____

Сведения о приборах

Комплект	М-80м	Х-607	Диапазон	Переводный Множитель	С какого времени в работе
Рабочий					
Контрольн.					
Запасной					

Результаты контроля

Дата	Рабочий	Контрольный	Запасной	Отклонен.	Примечание

Сведения о техническом состоянии оборудования _____

Состояние деятельной поверхности _____

Таблицу составил _____ Проверил _____

Критпросмотр _____

Замечания критпросмотра _____

Графа 4 таблицы «Результаты контроля» заполняется лишь при замене рабочего комплекта запасным.

Рисунок Б.2 – Титульный лист таблицы ТИ-1

Рабочий диапазон _____ Множитель _____								
Да- та	СУММАРНАЯ РАДИАЦИЯ					Солнечное сияние	Подстила- ющая поверхность	Ясность дня
	Время ч. мин. утро вечер	Отсчеты интегратора		Разность отсчетов $n - n_0$	Суточная сумма радиации			
		в начале суток n_0	в конце суток n					
1								
2								
3								
4								
.								
.								
30								
31								
Сумма за месяц							—	—
Среднее за месяц								

Рисунок Б.3 – Форма записи результатов ежедневных наблюдений по пиранометру с интегратором

Приложение В (обязательное)

Построение вспомогательных таблиц шкаловых поправок и способы учета зависимости переводного множителя от температуры

В.1 Таблицы шкаловых поправок гальванометра

В свидетельстве о поверке гальванометра содержится таблица со шкаловыми поправками ΔN для отметок шкалы N через каждые 5 – 10 делений. Для использования в повседневной работе в пункте наблюдений составляют более подробную таблицу (рабочую), позволяющую быстро находить шкаловую поправку к любой отметке шкалы. Такую таблицу составляют путем интерполяции значений, указанных в свидетельстве о поверке, расчетным способом или графическим.

В.1.1 При расчетном способе строят таблицу по форме таблицы В.1, приведенной в примере 1. Построение такой таблицы начинают с нижней строки, в которую записывают все значения ΔN , указанные в свидетельстве о поверке. Между ними вписывают промежуточные значения ΔN с шагом 0,1 дел. Затем для каждого значения ΔN находят границы интервала шкалы, внутри которого оно действует. Каждый интервал имеет верхнюю границу $N_{\text{в}}$, которую записывают в строку «до», и нижнюю границу $N_{\text{н}}$, которую записывают в строку «от». Значение $N_{\text{в}}$ вычисляют по формуле:

$$N_{\text{в}} = \frac{\Delta N_{\text{к}} - \Delta N_1}{\Delta N_2 - \Delta N_1} (N_2 - N_1) + N_1, \quad (\text{В.1})$$

где $\Delta N_{\text{к}}$ – наибольшее значение, взятое до сотых долей, которое при округлении до десятых долей дает рассматриваемое значение ΔN , дел;

ΔN_1 и ΔN_2 – две соседние шкаловые поправки из числа указанных в свидетельстве о поверке, между которыми заключена рассматриваемая, дел;

N_1 , N_2 – отметки шкалы, которым в свидетельстве о поверке соответствуют значения ΔN_1 и ΔN_2 , дел.

Вычисленное значение $N_{\text{в}}$ записывают в среднюю строку таблицы В.1.

В верхней строке «от» указывают нижнюю границу $N_{\text{н}}$, которая по величине всегда на 0,1 дел больше значения $N_{\text{в}}$, вычисленного для предыдущего ΔN .

Пример 1 – Построить таблицу шкаловых поправок для гальванометра ГСА-1МА № 1148.

Пусть в свидетельстве о поверке этого гальванометра указаны следующие шкаловые поправки:

<i>N</i> дел	0	5	10	15	20	...	90
ΔN дел	– 2,8	– 2,6	– 1,9	– 1,9	– 1,0	...	0,7

Строим таблицу по форме В. 1. В нижнюю строку запишем значения ΔN из свидетельства о поверке, оставив между ними место для промежуточных значений. Для удобства при расчетах ΔN , переписанные из свидетельства о поверке, выделим например, жирным шрифтом или другим цветом. Впишем промежуточные значения с шагом 0,1 дел.

Далее для каждого ΔN , указанного в нижней строке, будем находить границы интервала шкалы.

Рассмотрим первое из них, равное минус 2,8 дел. Для него в качестве нижней границы N_n берем первое значение N из свидетельства о поверке, которое в данном случае равно 0. Запишем его в строку «от».

Таблица В.1 – Шкаловые поправки для гальванометра ГСА-1МА № 1148

N дел	от	0	1,3	3,8	5,4	6,1	6,9	7,6	8,3	9,0	9,7
	до	1,2	3,7	5,3	6,0	6,8	7,5	8,2	8,9	9,6	15,6
ΔN дел		- 2,8	- 2,7	- 2,6	- 2,5	- 2,4	- 2,3	- 2,2	- 2,1	- 2,0	- 1,9

Значение N_n вычислим по формуле (В.1), в которую подставим ΔN_1 , равное минус 2,8, и ΔN_2 , равное минус 2,6, т. е. два соседних значения, указанные в свидетельстве о поверке.

Значение ΔN_k нужно взять с третьей значащей цифрой. Учитывая, что для отрицательных чисел большим является меньшее по абсолютной величине, берем ΔN_k равным минус 2,75, поскольку оно является наибольшим, дающим при округлении рассматриваемое значение минус 2,8 (действительно, следующим является число минус 2,74, но оно при округлении дает минус 2,7, а число минус 2,76 меньше числа минус 2,75).

Значения N_1 и N_2 находим в свидетельстве о поверке. Они указаны над значениями ΔN_1 и ΔN_2 и равны соответственно 0 и 5 дел.

Подставив найденные величины в формулу (В.1), вычислим N_n с точностью до десятых долей и запишем в строку «до». Для значения N_n округление производим в меньшую сторону.

$$N_n = \frac{\Delta N_k - \Delta N_1}{\Delta N_2 - \Delta N_1} (N_2 - N_1) + N_1 = \frac{- 2,75 + 2,8}{- 2,6 + 2,8} (5 - 0) + 0 = 1,2.$$

Для следующего (второго) значения ΔN , равного минус 2,7, нижнюю границу определяем сразу, поскольку она на 0,1 деления больше верхней границы для предыдущего ΔN , т. е. $N_n = 1,2 + 0,1 = 1,3$ дел. Среди значений ΔN , указанных в свидетельстве о поверке, находим два соседних, между которыми заключено рассматриваемое. Первое из них (ΔN_1) равно минус 2,8, а второе (ΔN_2) равно минус 2,6. Им соответствуют N_1 , равное 0, и N_2 , равное 5 дел. Для рассматриваемого ΔN , равного минус 2,7 дел, значение ΔN_k составляет минус 2,65. По формуле (В.1) вычисляем верхнюю границу N_n и записываем в строке «до».

$$N_n = \frac{- 2,65 + 2,8}{- 2,6 + 2,8} (5 - 0) + 0 = 3,7.$$

Аналогичным образом выполняется расчет до конца шкалы гальванометра. При этом необходимо иметь в виду, что для положительных значений ΔN верхнее значение ΔN_k лучше брать до тысячной доли, например для ΔN , равной 1,1, берем ΔN_k , равное 1,149.

В.1.2 При графическом способе строят график хода шкаловой поправки, откладывая по оси абсцисс деления шкалы N в масштабе 1 дел равно 10 мм, а по оси ординат – шкаловые поправки ΔN в таком же масштабе. По графику определяют верхнее значение N_n отметки шкалы, при котором значение ΔN отличается от предыдущего на 0,05 дел. При этом заполняют таблицу по форме таблицы В.1. Результат получается таким же, как и по методу В.1.1.

В.2 Способы учета температурной зависимости актинометра с гальванометром

В.2.1 При обработке результатов измерений учет температурной зависимости показаний актинометра с гальванометром (в дальнейшем – пары) должен осуществляться путем использования переводного множителя a_T , приведенного к температуре, при которой выполнено наблюдение, или путем введения температурной поправки ΔN_T к отсчету по гальванометру.

В.2.2 Значение переводного множителя a_T можно либо вычислять непосредственно при обработке, либо определять по таблице, которую составляют для данной пары.

В.2.3 Вычисление значения a_T должно производиться по формуле:

$$a_T = a + \Delta a \cdot (T_r - 20), \quad (\text{В.2})$$

где a – значение переводного множителя при температуре, равной 20 °С;

Δa – температурный коэффициент переводного множителя данной пары, кВт/(м²·дел·°С);

T_r – температура, при которой выполнено наблюдение, °С.

Температурный коэффициент Δa вычисляют по одной из следующих формул:

- актинометр подключен к гальванометру ГСА-1 на клеммы «+» и «С»

$$\Delta a = \frac{\alpha}{10^3 K} (0,00065 R_6 + 0,0042 R_r + 0,0004 R_d), \quad (\text{В.3})$$

где K – чувствительность актинометра по данным его поверочного свидетельства, мВ·м²/кВт;

α – цена деления гальванометра ГСА-1 по току, мкА/дел;

R_6 – сопротивление термобатареи актинометра, Ом;

R_r – внутреннее сопротивление гальванометра ГСА-1, Ом;

R_d – добавочное сопротивление гальванометра ГСА-1, Ом.

- актинометр подключен к гальванометру ГСА-1МА на клеммы «+» и «А»

$$\Delta a = \frac{G_{1A}}{10^3 K} (0,0020 R_{rA} + 0,0017 R_6), \quad (\text{В.4})$$

где G_{1A} – цена деления гальванометра ГСА-1МА на клеммах «+» и «А», мкА/дел;

R_{rA} – внутреннее сопротивление ГСА- 1МА между клеммами «+» и «А», Ом.

- актинометр подключен к гальванометру ГСА-1МА на клеммы «+» и «П»

$$\Delta a = \frac{G_{1П}}{10^3 K} (0,0015 R_{rП} + 0,0017 R_6), \quad (\text{В.5})$$

где $G_{1П}$ – цена деления гальванометра ГСА-1МА на клеммах «+» и «П», мкА/дел;

$R_{rП}$ – внутреннее сопротивление ГСА- 1МА между клеммами «+» и «П», Ом.

Значение величин α , G_{1A} , $G_{1П}$, R_6 , R_d , R_{rA} , $R_{rП}$ берутся из поверочного свидетельства гальванометра (ГСА-1 или ГСА-1МА), а не из технического описания и инструкции по эксплуатации гальванометра.

В.2.4 При построении таблицы графическим способом вычисляют переводные множители a_{T1} и a_{T2} для двух значений температуры T_1 и T_2 , разность между которыми не менее 30 °С, по формулам

$$a_{T1} = a + \Delta a \cdot (T_1 - 20) \quad \text{и} \quad a_{T2} = a + \Delta a \cdot (T_2 - 20). \quad (\text{В.6})$$

Значения a_{T1} и a_{T2} наносят на график, откладывая по оси абсцисс температуру T , а по оси ординат – a_T в масштабе: 0,0001 кВт/(м²·дел) равен 5 мм, 1 °С равен 5 мм. Через нанесенные точки проводят прямую линию. С графика снимают значения границ температурного интервала, в котором значение a_T не меняется в пределах шага, равного 0,0001 кВт/(м²·дел).

Приложение Г
(обязательное)

**Указания по заполнению книжки для записи результатов
актинометрических наблюдений КМ-12**

Г.1 Книжка КМ-12 предназначена для записей при выполнении срочных актинометрических наблюдений, сопутствующих метеорологических параметров, а также результатов обработки выполненных измерений.

**Министерство природных ресурсов и
охраны окружающей среды**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»**

КМ-12

КНИЖКА
для записи актинометрических наблюдений

Год _____

Начата _____

Окончена _____

Площадка _____

Станция _____ Тип _____.

Область (республика, край) _____ Район _____.

Широта _____ Долгота _____.

Высота площадки над уровнем моря _____.

Начальник станции _____.

Ст. актинометрист _____.

Наблюдатели _____.



Рисунок Г.1 – Титульный лист книжки КМ-12

Г.2 На титульном листе книжки КМ-12 (рисунок Г.1) указывают: текущий год, число и месяц начала записей в данной книжке, число и месяц окончания записей, в строке «Площадка» указывают «основная» или «сравнительная»; название метеорологической станции, область, район, высоту расположения над уровнем моря, фамилии и инициалы начальника станции и ответственного за актинометрические наблюдения, фамилии и инициалы наблюдателей.

Пара	Номера приборов	Переводный множитель	Температура гальванометра	Клеммы гальванометра
Актинометр				
Гальванометр				
Пиранометр				
Гальванометр				
Балансомер				
Гальванометр				

Контрольный прибор (указать какой) № _____

Срочный термометр на поверхности почвы № _____

Ветромер (или анемометр) № _____

Сведения об изменениях в установке приборов

Сведения об изменении состояния деятельной поверхности

Рисунок Г.2 – Форма второй страницы книжки КМ-12

Г.3 На второй странице (рисунок Г.2) в таблице, расположенной сверху, указывают сведения о рабочих датчиках, установленных на актинометрической стойке: типы и номера актинометра, пиранометра, балансомера и подключенных к ним гальванометров; переводные множители всех пар, при этом для актинометра с гальванометром указывают значение для температуры 20 °С; в четвертой графе в строке «Актинометр» пишут «20 °С», а в строке «Балансомер» указывают номер стороны балансомера, обращенной вверх («1» или «2») на момент начала записей в книжке КМ-12; в последней

графе указывают клеммы, к которым подключен датчик, при этом для гальванометров ГСА-1МА и ГСА-1МБ указывают также положение шунта: «б/ш» – без шунта, т. е. винт шунта зажат или «с/ш» – с шунтом, т. е. винт шунта отпущен; в первой графе рядом со словом «Гальванометр» должен быть указан его тип: ГСА-1, ГСА-1МА или ГСА-1МБ.

Под таблицей указывают типы и номера контрольного актинометра и гальванометра, например: «М-3 № 2497, ГСА-1 № 8919». В третьей строке записывают номер ручного анемометра, используемого при проведении срочных наблюдений.

В разделе «Сведения об изменении в установке приборов» делают записи о замене датчиков, гальванометров, переключателей, проводов, теневых экранов, стоек, о новой окраске, ремонте стоек и прочего оборудования с указанием даты и номера нового прибора; указывают дату и время смены сторон балансомера, например: «с 9 ч 10 мин 01.06.93 у балансомера № 1046 вверх – сторона 2». В случае замены балансомера указывают номер стороны, обращенной вверх.

В разделе «Сведения об изменении состояния деятельной поверхности» указывают дату и время, когда была скошена трава на площадке, случаи нарушения состояния поверхности (рытье канав, следы пожаров вблизи площадки и другие).

Г.4 С четвертой страницы начинают записи при выполнении срочных наблюдений. На рисунке Г.3 представлена форма бланка книжки КМ-12; для удобства при пояснении порядка внесения записей пронумерованы все ячейки (клеточки) бланка.

Г.4.1 Информацию, полученную во время выполнения срочного наблюдения (по 5.5), записывают в ячейках (в дальнейшем – яч.) следующим образом.

В яч. 1 – 4 (см. рисунок Г.3 и пример 1) записывают дату наблюдения, облачность, цвет неба и состояние подстилающей поверхности соответственно, в яч. 5 – температуру поверхности почвы (снега), в яч. 6 – температуру воздуха, в яч. 14 – место нуля актинометра и температуру по термометру гальванометра. Значения места нуля балансомера и пиранометра записывают в яч. 15 и 16 соответственно.

В яч. 17 и 18 указывают время начала (первого из отсчетов D_1) и окончания (последнего из отсчетов D_2) срочного наблюдения с точностью до 1 мин.

В яч. 19, 25, 31 и 34 указывают состояние диска Солнца при выполнении измерений в сериях 1 – 4 соответственно.

В яч. 43 – 45 записывают значения трех отсчетов N'_{D1} по затененному пиранометру, а в яч. 91 и 92 – двух отсчетов N'_{S1} по актинометру при выполнении измерений в серии 1.

По результатам измерений в серии 2 записывают три отсчета V по анемометру в яч. 40 – 42, три отсчета N'_B в яч. 49 – 51 и два отсчета N'_{SB} по актинометру в яч. 97 и 98.

По результатам измерений в серии 3 записывают три отсчета N'_R в яч. 55 – 57 и два отсчета N'_{SR} в яч. 103 и 104.

По результатам измерений в серии 4 записывают три отсчета N'_D в яч. 58 – 60 и два отсчета N'_{S2} в яч. 106 и 107.

В яч. 8 указывают парциальное давление водяного пара (влажность воздуха) по результатам метеорологических наблюдений, выполненных в ближайший срок.

Г.4.2 При обработке срочного актинометрического наблюдения (см. 5.6) в яч. 61, 67, 73 и 76 записывают средние значения N_{D1} , N_B , N_R и N_{D2} из каждой тройки отсчетов N'_{D1} , N'_B , N'_R и N'_{D2} соответственно. В яч. 62, 68, 74 и 77 – шкаловые поправки гальванометров,

Число	1	Темпера- тура поверх- ности почвы	Темпе- ратура возду- ха	Время, склонение, высота Солнца			
Облачность	2	5	6	τ_m	10	h_o	12

Цвет неба и видимость					3		Влажность воздуха		τ_0	11	$\sin h_0$	
							8		δ_0		13	
Состояние деятельной поверхности					4		Место нуля приборов					
							Актинометра 14		Балансомера 15		Альбедометра 16	
Время	Вид радиации	Состояние диска Солнца	Альбедометр и балансомер		$N_{\text{ср}}$ ΔN N_0	$N_{\text{испр}}$ $U_{\text{ср}}$ Φ_U $N_{\text{ш}}$	Актинометр		$N_{\text{испр}}$	Радиация в кВт/м ²		
			Скорость ветра	Отсчет гальванометра			Отсчет гальванометра ΔN N_0					
17	D_1	19		43	61	79	91	109	D_1	127		
		20		44	62		92	110				
		21		45	63		93	111				
	B	22	37	46	64	80	94	112				
		23	38	47	65	81	95	113				
		24	39	48	66	82	96	114				
						83						
	$B - S'$	25	40	49	67	84	97	115	$B - S'$	128		
		26	41	50	68	85	98	116	S	129		
		27	42	51	69	86	99	117	S'	130		
						87			B	131		
	Q	28		52	70	88	100	118	B_d	132		
		29		53	71		101	119				
		30		54	72		102	120				
	R_k	31		55	73	89	103	121	R_k	133		
		32		56	74		104	122	S	134		
		33		57	75		105	123	S'	135		
	D_2	34		58	76	90	106	124	D_2	136		
		35		59	77		107	125	Q	137		
18		36		60	78		108	126	A_k	138		
										139		
										140		
										141		
										142		
Атмосферные явления					143							
Примечания					144							

Наблюдал _____ Проверил _____

Рисунок Г.3 – Форма бланка книжки КМ-12 для записи результатов наблюдений и обработки (нумерация ячеек введена для объяснения порядка заполнения)

в яч. 63, 69, 75 и 78 – значения места нуля, взятое с обратным знаком (для удобства при обработке). В яч. 79, 84, 89 и 90 указывают исправленные значения N_{D1} , N_B , N_R и N_{D2} (7.6.2.4). В яч. 85 указывают среднее значение скорости ветра из указанных в яч. 40–42.

В яч. 93, 99, 105 и 108 указывают шкаловые поправки гальванометра, подключенного к актинометру. Значение места нуля актинометра достаточно указать один раз под яч. 108.

В яч. 109, 115, 121 и 124 записывают средние исправленные отсчеты N_s (см. 5.6.2.7) по результатам измерений в сериях 1 – 4 соответственно.

В яч. 10 указывают среднее солнечное время τ_m как среднее из указанных в начале и конце наблюдений.

Г.4.3 В центр обработки представляют данные из ячеек 1 – 6, 8, 10, 19, 25, 31, 34, 79, 84, 85, 89, 90, 109, 115, 121, 124, т. е. результаты первичной обработки (по 5.6.2).

Г.4.4 Результаты полной обработки (по 5.6.3) записывают следующим образом. В яч. 86 указывают поправочный множитель на скорость ветра и вычисляют приведенный к штилю отсчет по балансомеру $N_{ш}$ (по 5.6.3.2), который записывают в яч. 87.

Если учет температурной зависимости актинометра с гальванометром производится путем использования переводного множителя, приведенного к температуре T_r (по 5.6.3.5), то в яч. 110 записывают значение a_T (достаточно указать его один раз). Если же используют температурную поправку ΔN_T , то ее значение указывают в яч. 110, 116, 122 и 125, а в яч. 111, 117, 123 и 126 – исправленные с учетом ΔN_T значения отсчетов по актинометру.

Значения рассеянной радиации D_1 и D_2 и отраженной радиации R_k (см. 5.6.3.3) записывают в яч. 127, 136 и 133 соответственно, а значение радиационного баланса без прямой солнечной радиации $(B - S')$ – в яч. 128. В яч. 129 и 134 записывают значения прямой солнечной радиации S по результатам измерений в сериях 2 и 3 соответственно. В яч. 130 и 135 – значения прямой солнечной радиации на горизонтальной поверхности S' (см. 5.6.3.6), в яч. 131 – значение радиационного баланса B , в яч. 137 – значение суммарной радиации Q , в яч. 138 – значение альбедо, в яч. 132 – значение баланса длинноволновой радиации B_d (см. 5.6.3.8–5.6.3.10).

Г.4.5 Примеры обработки результатов срочных наблюдений, выполненных при различных условиях стабильности радиации и состояния солнечного диска, а также в ночное время и при осадках

В примере 1 обработка выполнена по 5.6.3.8. В примере 2 значение S'_2 выше всех остальных, поэтому обработка выполнена по рассеянной радиации D_1 . Если значения $|S'_R - S'_2|$ и $|S'_R - S'_1|$ выше допуска, в соответствии с 5.6.3.9 не вычисляется значение A_k . Если выше допуска значение $|S'_B - S'_R|$, в соответствии с 5.6.3.10 не вычисляется значение B_d . Если срочное наблюдение производится в пасмурную погоду, то обработка выполняется по 5.6.3.8. В примере 3 в условиях выпадения осадков наблюдения выполнены только по пиранометру. В примере 5 срочное наблюдение совмещено с текущим контролем рабочих пиранометра и балансомера. В яч. 139 записано значение радиационного баланса B_o по измерениям с незатененным балансомером ($B_o = a_6 N_6 = 0,0372 \cdot 15,4 = 0,57$), а в яч. 140 – значение S'_0 для этой серии. В яч. 141 указана суммарная радиация Q_0 по измерениям с незатененным пиранометром, а в яч. 142 – значение S'_Q для этой серии. В журнале контроля необходимо записать:

«3.06.98

Балансомер: $B = B_o - (B - S') - S'_{Bo} = 0,57 - (-0,10) - 0,65 = 0,02 \text{ кВт/м}^2$.

$$\Delta B = \frac{0,02}{0,57} \cdot 100 \% = 3,5\%.$$

Пиранометр: $Q = Q_o - D_2 - S'_Q = 0,79 - 0,16 - 0,65 = -0,02 \text{ кВт/м}^2$.

$$\Delta Q = \frac{-0,02}{0,79} \cdot 100 \% = -3,5 \%.»$$

Пример 1 – Пример оформления срочного наблюдения, выполненного в условиях стабильной радиации

Число	9/XI	Темпе- ратура поверх- ности почвы	Тем- пера- тура возду- ха	Время, склонение, высота Солнца		
				τ_m	12^{33}	h_o
Облачность		– 4	– 3,8			12,6

3/0 Ci										
Цвет неба и видимость 8 Б-гол					Влаж- ность воздуха		τ_0	12^{49}	$\sin h_0$	
					3,6		δ_0		0,216	
Состояние деятельной поверхности сухой чистый снег					Место нуля приборов					
					Актинометр 5,0 - 3,2 °C		Балансомера 50,0		Альбедомет- ра 5,0	
Время	Вид радиа- ции	Состо- яние диска Солнц	Альбедометр и балансомер		$N_{\text{ср}}$ ΔN N_0	$N_{\text{испр}}$ $U_{\text{ср}}$ Φ_U $N_{\text{ш}}$	Актинометр		Радиация в кВт/м ²	
			Ско- рость ветра	Отсчет гальва- номет- ра			Отсчет галь- вано- метра ΔN N_0	$N_{\text{испр}}$		
12 ³⁰	D ₁	•		12,7	12,7	7,6	42,1	37,1	D ₁	0,08
				12,7	- 0,1		42,1	- 1,5		
				12,7	- 5,0		0,0	35,6		
	B						- 5,0			
	B - S'	•	2	43,6	43,8	- 6,2	41,9	36,9	B - S'	- 0,17
			2	43,7	0,0	2	41,9	- 1,5	S	0,47
			3	44,0	- 50,0	1,05	0,0	35,4	S'	0,10
						- 6,5	- 5,0		B	- 0,07
	Q								B _д	- 0,11
	R _к	•		19,3	19,3	14,3	41,8	36,8	R _к	0,14
				19,3	0,0		41,8	- 1,5	S	0,47
				19,3	- 5,0		0,0	35,3	S'	0,10
	D ₂	•		13,0	13,0	7,9	41,4	36,4	D ₂	0,08
				13,0	- 0,1		41,4	- 1,5	Q	0,18
				13,0	- 5,0		0,0	34,9	A _к	0,78
12 ³⁶										
Атмосферные явления										
Примечания										

Наблюдал _____ Проверил _____

Пример 2 – Пример оформления срочного наблюдения, выполненного в условиях нестабильной радиации при значении $|S'_R - S'_2|$ выше допуска

Число	6/VI	Темпера- тура	Темпера- тура	Время, склонение, высота Солнца
-------	------	------------------	------------------	------------------------------------

					поверх- ности почвы	возду- ха				
Облачность 10/0 Ci					19	16,3	τ_m	g^{33}	h_o	29,9
Цвет неба и видимость 7					Влаж- ность воздуха		τ_o	g^{34}	$\sin h_o$	
					14,8		δ_o		0,498	
Состояние деятельной поверхности влаж. зеленая трава					Место нуля приборов					
					Актинометра 5,0 16,9 °C		Балансомера 50,0		Альбедо- метра 5,0	
Вре мя	Вид радиа- ции	Сос- тоя- ние диска Солн- ца	Альбедометр и балансомер		N_{cp} ΔN N_0	$N_{испр}$ U_{cp} Φ_U $N_{ш}$	Актинометр		Радиация в кВт/м ²	
			Ско- рость ветра	Отсчет гальва- номет- ра			Отсчет гальва- нометра $\Delta N N_0$	$N_{испр}$		
12 ³⁰	D_1	•		24,8	24,8	19,9	36,0	30,7	D_1	0,20
				24,8	0,1		35,2	0,0		
				24,7	- 5,0		0,1	30,7		
	B						- 5,0			
	$B - S'$	•	1	50,9	51,0	1,0	35,0	30,1	$B - S'$	0,04
			1	51,0	0,0	1	35,0	0,0	S	0,41
			0	51,0	- 50,0	1,03	0,1	30,1	S'	0,20
						1,0	- 5,0		B	0,24
	Q								B_d	- 0,08
	R_k	•		13,0	13,0	7,9	34,9	29,8	R_k	0,08
				13,0	- 0,1		34,5	0,0	S	0,41
				13,0	- 5,0		0,1	29,8	S'	0,20
	D_2	•		24,0	24,0	19,0	39,0	34,5	D_2	0,19
				24,1	0,0		39,8	0,0	Q	0,40
				24,0	- 5,0		0,1	34,5	A_k	0,20
12 ³⁶							- 5,0			
Атмосферные явления										
Примечания $Q = S'_1 + D_1$; $A_k = R_k / (S'_R + D_1)$; D_1 ; B_d по D_1										

Наблюдал _____ Проверил _____

Пример 3 – Пример оформления срочного наблюдения, выполненного в условиях выпадения осадков

Число	11/XI	Темпе- ратура	Темпе- ратура	Время, склонение, высота Солнца
-------	-------	------------------	------------------	------------------------------------

					поверх- ности почвы	возду- ха					
Облачность 10/7 Сб					– 3	- 3,8	τ_m	12^{34}	h_o		
Цвет неба и видимость 5					Влаж- ность воздуха		τ_o	12^{36}	$\sin h_o$		
							δ_o		0,785		
Состояние деятельной поверхности сухой чистый снег					Место нуля приборов						
					Актинометра		Балансомера		Альбедо- метра 5,0		
Вре мя	Вид радиа- ции	Сос- тоя- ние диска Солн- ца	Альбедометр и балансомер		$N_{ср}$ ΔN N_0	$N_{испр}$ $U_{ср}$ Φ_U $N_{ш}$	Актинометр		Радиация в кВт/м ²		
			Ско- рость ветра	Отсчет гальва- номет- ра			Отс- чет галь- вано- метра $\Delta N N_0$	$N_{испр}$			
12 ³⁰	D_1	П		12,8	12,8	7,6			D_1	0,08	
				12,8	– 0,2						
				12,9	– 5,0						
	B										
	$B - S'$								$B - S'$		
									S		
									S'		
									B	0,03	
	Q								B_d	0,00	
	R_k	П		10,4	104	5,2			R_k	0,05	
				10,4	– 0,2				S		
				10,3	– 5,0				S'		
	D_2	П		12,9	12,9	7,7			D_2	0,08	
				12,8	– 0,2				Q	0,08	
				12,9	– 5,0				A_k	0,68	
Атмосферные явления											
Примечания											

Наблюдал _____ Проверил _____
Пример 4 – Пример оформления срочного наблюдения, выполненного в темное время суток

Число	5/VI	Темпера- тура поверх-	Темпера- тура возду-	Время, склонение, высота Солнца
-------	------	-----------------------------	----------------------------	------------------------------------

					НОСТИ ПОЧВЫ	ха					
Облачность <i>2/0 Ci z ясно</i>					8	10,8	τ_m	0^{31}	h_o		
Цвет неба и видимость					Влаж- ность воздуха		τ_o	0^{33}	$\sin h_o$		
					8,9		δ_o				
Состояние деятельной поверхности <i>влажн. зелен. трава</i>					Место нуля приборов						
					Актинометра		Балансомера <i>50,0</i>		Альбедо- метра		
Вре- мя	Вид радиа- ции	Сос- тоя- ние диска Солн- ца	Альбедометр и балансомер		N_{cp} ΔN N_0	$N_{испр}$ U_{cp} Φ_U $N_{ш}$	Актинометр		Радиация в кВт/м ²		
			Ско- рость ветра	Отсчет гальва- нометра			Отсчет гальва- номет- ра $\Delta N N_0$	$N_{испр}$			
	D_1								D_1		
0^{30}	B		2	48,1	48,1	- 1,9					
			2	48,2	0,0	2					
0^{31}			1	48,1	- 50,0	1,05					
						- 2,0					
	$B - S'$								$B - S'$		
									S		
									S'		
									B	- 0,07	
	Q								B_d		
	R_k								R_k		
									S		
									S'		
	D_2								D_2		
									Q		
									A_k		
Атмосферные явления											
Примечания											

Наблюдатель _____ Проверил _____
Пример 5 – Пример оформления срочного наблюдения, выполненного совместно с текущим контролем рабочих приборов

Число	3/VI	Темпе- ратура поверх-	Темпе- ратура возду-	Время, склонение, высота Солнца
-------	------	-----------------------------	----------------------------	------------------------------------

					НОСТИ ПОЧВЫ	ха					
Облачность 0/0					34	19,1	τ_m	12^{34}	h_o	51,7	
Цвет неба и видимость 8 Б-гол					Влаж- ность воздуха		τ_o	12^{36}	$\sin h_o$		
					14,2		δ_o		0,785		
Состояние деятельной поверхности сухая зелен. Трава					Место нуля приборов						
					Актинометра 5,0 22,0 °C		Балансо- мера 50,0		Альбедо- метра 5,0		
Вре- мя	Вид радиа- ции	Сос- тоя- ние диска Солн- ца	Альбедометр и балансометр		N_{cp} ΔN N_0	$N_{испр}$ U_{cp} Φ_U $N_{ш}$	Актинометр		Радиация в кВт/м ²		
			Ско- рость ветра	Отсчет галь- вано- метра			Отсчет галь- вано- метра $\Delta N N_0$	$N_{испр}$			
12 ³⁰	D_1	• ²		21,0	21,0	16,0	67,0	61,4	D_1	0,16	
				21,0	0,0		67,0	0,0			
				21,0	- 5,0		- 0,6	61,4			
	B	• ²	2	64,9	64,4	14,4	67,5	61,7			
			3	64,4	0,0	3	67,0	0,0			
			4	64,0	- 50,0	1,07	- 0,6	61,7			
						15,4					
	$B - S'$	• ²	4	47,9	47,4	- 2,6	67,0	61,7	$B - S'$	- 0,10	
			2	47,0	0,0	3	67,6	0,0	S	0,83	
			2	47,3	- 50,0	1,07	- 0,6	61,7	S'	0,65	
						- 2,8			B	0,55	
	Q	• ²		88,0	88,0	81,9	67,0	61,8	B_d	- 0,11	
				88,0	- 1,1		67,8	0,0			
				88,1	- 5,0		- 0,6	61,8			
	R_k	• ²		20,0	20,0	15,0	67,2	61,8	R_k	0,15	
				20,0	0,0		67,6	0,0	S	0,83	
				20,0	- 5,0		- 0,6	61,8	S'	0,65	
	D_2	• ²		21,0	21,0	16,0	67,0	61,4	D_2	0,16	
				21,0	0,0		67,0	0,0	Q	0,81	
				21,0	- 5,0		- 0,6	61,4	A_k	0,19	
12 ³⁸							- 5,0		$B_0 = 0,57$		
									$S'_{B0} = 0,65$		
									$Q_0 = 0,79$		
									$S'_Q = 0,65$		
Атмосферные явления											
Примечания											

Наблюдал _____ Проверил _____

Приложение Д
(обязательное)

**Основные понятия об измерении времени.
Расчет высоты Солнца. Расчет характеристик
прозрачности атмосферы**

Д.1 Категории времени

Д.1.1 В практике используют следующие категории времени: истинное солнечное, среднее солнечное, поясное, декретное, московское.

Д.1.2 Истинное солнечное время

Солнце при своем кажущемся движении по небесной сфере два раза в сутки проходит через географический меридиан данной точки земного шара, занимая самое высокое положение над пунктом наблюдения (в верхней кульминации) и самое низкое, проходя через продолжение меридиана над противоположной частью земного шара (в нижней кульминации). В нижней кульминации Солнце находится ниже горизонта и не видно, за исключением полярных дней. Истинное солнечное время измеряется часовым углом τ , отсчитанным от верхней кульминации. Промежуток времени между двумя нижними кульминациями называют гражданскими сутками и за ноль часов истинного времени принимают момент нижней кульминации (полночь).

Д.1.3 Среднее солнечное время

Движение Солнца относительно звезд в течение года происходит неравномерно, вследствие чего промежуток времени между двумя нижними кульминациями и соответственно продолжительность суток меняется. Для того чтобы можно было в счете времени пользоваться сутками одинаковой продолжительности, введено понятие среднего солнечного времени. Продолжительность средних солнечных суток одинакова в течение всего года и равна средней за год продолжительности истинных солнечных суток. Истинные сутки оказываются в одни периоды года длиннее суток, исчисляемых по среднему солнечному времени, а в другие – короче. Разность между средним солнечным и истинным временем Δt называют уравнением времени. Среднее солнечное время называют также местным временем.

Д.1.4 Поясное время

Земной шар условно разделен по меридианам на 24 участка шириной по 15° , которые названы часовыми поясами. Нулевым поясом считают зону, центр которой проходит по нулевому (гринвичскому) меридиану. Пояса пронумерованы в восточном направлении от гринвичского меридиана и имеют номера от нулевого до двадцать третьего. Центры каждого из следующих поясов проходят через меридианы, кратные 15° , т. е. через меридианы на долготе 15° , 30° , 45° и т. д., называемые центральными.

Местное время каждого центрального меридиана распространяется на весь часовой пояс и называется поясным временем. Время двух соседних поясов различается на 1 ч. На практике границы часового пояса не всегда совпадают с зоной, отстоящей на $7,5^\circ$ по обе стороны от центрального меридиана, а зачастую определяются границами административных или экономически связанных районов.

Д.1.5 Декретное время

Декретное время было введено декретом правительства бывшего СССР, в соответствии с которым стрелки часов переведены на 1 ч вперед по отношению к поясному времени, т.е. декретное время больше поясного на 1 ч.

Д.1.6 Летнее и зимнее время

В некоторых регионах вводится летнее время. В Беларуси зимнее время совпадает с поясным, а летнее время больше поясного на 1 ч.

Д.2 Расчет высоты Солнца

Д.2.1 Определяют истинное время t_0 того момента, для которого требуется найти высоту Солнца h , по формуле:

$$t_0 = t_m + \Delta t, (\text{Д.1})$$

где Δt – поправка к среднему солнечному времени t_m , значения которой приведены в таблице Д.1

Таблица Д.1 – Поправка Δt (в минутах) к среднему солнечному времени

День месяца для года		Месяц											
прос- того	висо- кос- ного*	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	1	– 3	– 13										
1	2	– 3	– 14	– 13	– 4	+ 3	+ 2	– 4	– 6	0	+ 10	+ 16	+ 11
2	3	– 4	– 14	– 12	– 4	+ 3	+ 2	– 4	– 6	0	+ 10	+ 16	+ 11
3	4	– 4	– 14	– 12	– 4	+ 3	+ 2	– 4	– 6	0	+ 11	+ 16	+ 10
4	5	– 5	– 14	– 12	– 3	+ 3	+ 2	– 4	– 6	+ 1	+ 11	+ 16	+ 10
5	6	– 5	– 14	– 12	– 3	+ 3	+ 2	– 4	– 6	+ 1	+ 11	+ 16	+ 10
6	7	– 6	– 14	– 12	– 3	+ 3	+ 2	– 4	– 6	+ 1	+ 12	+ 16	+ 9
7	8	– 6	– 14	– 11	– 2	+ 4	+ 2	– 5	– 6	+ 2	+ 12	+ 16	+ 9
8	9	– 6	– 14	– 11	– 2	+ 4	+ 1	– 5	– 6	+ 2	+ 12	+ 16	+ 8
9	10	– 7	– 14	– 11	– 2	+ 4	+ 1	– 5	– 6	+ 2	+ 12	+ 16	+ 8
10	11	– 7	– 14	– 11	– 2	+ 4	+ 1	– 5	– 5	+ 3	+ 13	+ 16	+ 8
11	12	– 8	– 14	– 10	– 1	+ 4	+ 1	– 5	– 5	+ 3	+ 13	+ 16	+ 7
12	13	– 8	– 14	– 10	– 1	+ 4	0	– 6	– 5	+ 3	+ 13	+ 16	+ 7
13	14	– 8	– 14	– 10	– 1	+ 4	0	– 6	– 5	+ 4	+ 14	+ 16	+ 6
14	15	– 9	– 14	– 10	– 1	+ 4	0	– 6	– 5	+ 4	+ 14	+ 16	+ 6
15	16	– 9	– 14	– 9	0	+ 4	0	– 6	– 5	+ 5	+ 14	+ 16	+ 5
16	17	– 10	– 14	– 9	0	+ 4	0	– 6	– 4	+ 5	+ 14	+ 15	+ 5
17	18	– 10	– 14	– 9	0	+ 4	0	– 6	– 4	+ 5	+ 14	+ 15	+ 4
18	19	– 10	– 14	– 8	0	+ 4	– 1	– 6	– 4	+ 6	+ 15	+ 15	+ 4
19	20	– 11	– 14	– 8	+ 1	+ 4	– 1	– 6	– 4	+ 6	+ 15	+ 15	+ 3
20	21	– 11	– 14	– 8	+ 1	+ 4	– 1	– 6	– 4	+ 6	+ 15	+ 14	+ 3
21	22	– 11	– 14	– 8	+ 1	+ 4	– 1	– 6	– 3	+ 7	+ 15	+ 14	+ 2
22	23	– 12	– 14	– 7	+ 1	+ 4	– 2	– 6	– 3	+ 7	+ 15	+ 14	+ 2
23	24	– 12	– 14	– 7	+ 2	+ 3	– 2	– 6	– 3	+ 7	+ 16	+ 14	+ 1
24	25	– 12	– 14	– 7	+ 2	+ 3	– 2	– 6	– 3	+ 8	+ 16	+ 14	+ 1
25	26	– 12	– 13	– 6	+ 2	+ 3	– 2	– 6	– 2	+ 8	+ 16	+ 13	0
26	27	– 12	– 13	– 6	+ 2	+ 3	– 2	– 6	– 2	+ 8	+ 16	+ 13	0
27	28	– 13	– 13	– 6	+ 2	+ 3	– 3	– 6	– 2	+ 9	+ 16	+ 13	– 1
28	29	– 13	– 13	– 5	+ 2	+ 3	– 3	– 6	– 1	+ 9	+ 16	+ 12	– 1
29	30	– 13		– 5	+ 3	+ 3	– 3	– 6	– 1	+ 9	+ 16	+ 12	– 2
30	31	– 13		– 5	+ 3	+ 3	– 3	– 6	– 1	+ 10	+ 16	+ 12	– 2
31	1	– 13		– 4		+ 3		– 6	– 1		+ 16		– 3

* Этой графой следует пользоваться в високосные годы (1996, 2000 гг. и т. д.) для получения истинного времени в январе и феврале.

t_m – среднее солнечное время (ч и мин), которое можно рассчитать по формуле:

$$t_m = t_d + \Delta t_d, \quad (\text{Д.2})$$

где t_d – поясное декретное время пункта наблюдений, которое передают по местному радио, ч и мин;

Δt_d – поправка к пояскому декретному времени, которая является величиной постоянной для данного пункта наблюдений, мин.

Значения Δt_d вычисляют по формуле:

$$\Delta t_d = 4 (\lambda - 15 N) - 60, \quad (Д.3)$$

где λ – долгота пункта наблюдений, взятая до $0,1^\circ$

N – номер часового пояса пункта наблюдений, который можно определить по формуле:

$$N = 2 + (t_d - t_{\text{мск}}), \quad (Д.4)$$

где t_d – декретное время пункта наблюдений;

$t_{\text{мск}}$ – московское время (тоже декретное);

2 – номер часового пояса Москвы. Нужно учитывать, что в России сейчас действует дополнительный декретный час, а в Беларуси он отменен.

Д.2.2 Вычисляют значение часового угла τ на момент наблюдения, учитывая знак, по формуле:

$$\tau = 15 (t_o - 12), \quad (Д.5)$$

где t_o – истинное время, найденное по Д.2 и выраженное в часах и десятых долях часа.

Д.2.3 Находят склонение δ Солнца по таблице Д.2.

Д.2.4 Находят значение $\sin \varphi$, $\sin \delta$, $\cos \varphi$, $\cos \delta$ и $\cos \tau$, в которых φ – широта пункта наблюдений, δ – склонение Солнца на момент наблюдений, найденное по Д.2.3; τ – часовой угол в момент наблюдений, найденный по Д.2.2.

Д.2.5 Вычисляют значение $\sin h$ по формуле:

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \tau. \quad (Д.6)$$

Значение высоты Солнца определяют как $\arcsin h$.

Примеры

1 Вычислить значение $\sin h$ для пункта с широтой $\varphi = 64^\circ 36'$ и долготой $\lambda = 75^\circ 40' 10$ мая 1979 г. в 12 ч 35 мин среднего солнечного времени.

Истинное время по формуле Д.1:

$$t_o = t_m + \Delta t = 12 \text{ ч } 35 \text{ мин} + 4 \text{ мин} = 12 \text{ ч } 39 \text{ мин} = 12,6 \text{ ч},$$

где значение Δt , равное 4 мин, найдено по таблице Д.1 для 10 мая простого года.

Часовой угол τ по формуле Д.5:

$$\tau = 15 (12,6 - 12,0) = 9^\circ.$$

Склонение Солнца δ , найденное по таблице Д.2 на 10 мая простого года, составляет $17,5^\circ$.

Определяем $\sin \varphi$, $\sin \delta$, $\cos \varphi$, $\cos \delta$, $\cos \tau$: $\sin 64^\circ 36' = \sin 64,6^\circ = 0,903$; $\sin 17,5^\circ = 0,301$; $\cos 64^\circ 36' = 0,429$; $\cos 17,5^\circ = 0,954$; $\cos 9^\circ = 0,988$.

В соответствии с формулой (Д.6):

$$\sin h = 0,903 \cdot 0,301 + 0,429 \cdot 0,954 \cdot 0,988 = 0,676; h = 42,5^\circ.$$

2 Вычислить среднее солнечное время в пункте, расположенном на долготе $73^\circ 40'$, в 10 ч 18 мин по декретному времени 10 мая 1979 г. Пусть московское время в этот момент было 7 ч 18 мин.

Номер часового пояса пункта наблюдений в соответствии с формулой (Д.4):

$$N = 2 + (10 \text{ ч } 18 \text{ мин} - 7 \text{ ч } 18 \text{ мин}) = 5.$$

Поправка к декретному времени по формуле (Д.3):

$$\Delta t_d = 4 (\lambda - 15N) - 60 = 4 (73^\circ 40' - 15 \cdot 5) - 60 = 4 (73,7 - 75,0) - 60 = -65,2 \text{ мин}.$$

Среднее солнечное время по формуле (Д.2):

$$t_m = 10 \text{ ч } 18 \text{ мин} - 65,2 \text{ мин} = 9 \text{ ч } 13 \text{ мин}.$$

Таблица Д.2 – Склонение Солнца δ° , градус

День месяца для года		Месяц											
про-сто-го	висо-кос-ного	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	1	– 23,0	– 17,4										
1	2	– 23,0	– 17,2	– 7,7	+ 4,4	+ 15,0	+ 22,0	+ 23,1	+ 18,2	+ 8,4	– 3,1	– 14,3	– 21,8
2	3	– 22,9	– 16,9	– 7,3	+ 4,8	+ 15,3	+ 22,2	+ 23,1	+ 17,9	+ 8,0	– 3,5	– 14,7	– 21,9
3	4	– 22,9	– 16,6	– 6,9	+ 5,2	+ 15,6	+ 22,3	+ 23,0	+ 17,7	+ 7,7	– 3,8	– 15,0	– 22,1
4	5	– 22,8	– 16,4	– 6,6	+ 5,6	+ 15,9	+ 22,4	+ 22,9	+ 17,3	+ 7,3	– 4,2	– 15,3	– 22,2
5	6	– 22,6	– 16,0	– 6,2	+ 6,0	+ 16,2	+ 22,5	+ 22,8	+ 17,1	+ 6,9	– 4,6	– 15,6	– 22,3
6	7	– 22,5	– 15,7	– 5,8	+ 6,3	+ 16,5	+ 22,6	+ 22,7	+ 16,8	+ 6,6	– 5,0	– 15,9	– 22,5
7	8	– 22,4	– 15,4	– 5,4	+ 6,7	+ 16,7	+ 22,7	+ 22,6	+ 16,5	+ 6,2	– 5,4	– 16,2	– 22,6
8	9	– 22,3	– 15,1	– 5,0	+ 7,1	+ 17,0	+ 22,8	+ 22,5	+ 16,2	+ 5,8	– 5,8	– 16,5	– 22,7
9	10	– 22,1	– 14,8	– 4,6	+ 7,5	+ 17,3	+ 22,9	+ 22,4	+ 16,0	+ 5,4	– 6,2	– 16,8	– 22,8
10	11	– 22,0	– 14,4	– 4,2	+ 7,8	+ 17,5	+ 23,0	+ 22,3	+ 15,7	+ 5,0	– 6,5	– 17,1	– 22,9
11	12	– 21,9	– 14,1	– 3,8	+ 8,2	+ 17,8	+ 23,1	+ 22,2	+ 15,4	+ 4,7	– 6,9	– 17,3	– 23,0
12	13	– 21,7	– 13,8	– 3,4	+ 8,6	+ 18,1	+ 23,1	+ 22,0	+ 15,1	+ 4,3	– 7,3	– 17,6	– 23,1
13	14	– 21,5	– 13,5	– 3,0	+ 8,9	+ 18,3	+ 23,2	+ 21,9	+ 14,8	+ 3,9	– 7,7	– 17,9	– 23,1
14	15	– 21,4	– 13,1	– 2,6	+ 9,3	+ 18,6	+ 23,3	+ 21,7	+ 14,5	+ 3,5	– 8,0	– 18,2	– 23,2
15	16	– 21,2	– 12,8	– 2,2	+ 9,7	+ 18,8	+ 23,3	+ 21,6	+ 14,2	+ 3,1	– 8,4	– 18,4	– 23,3
16	17	– 21,0	– 12,4	– 1,9	+ 10,0	+ 19,0	+ 23,3	+ 21,4	+ 13,8	+ 2,8	– 8,8	– 18,7	– 23,3
17	18	– 20,8	– 12,1	– 1,5	+ 10,4	+ 19,3	+ 23,4	+ 21,3	+ 13,5	+ 2,4	– 9,1	– 18,9	– 23,4
18	19	– 20,6	– 11,7	– 1,1	+ 10,7	+ 19,5	+ 23,4	+ 21,1	+ 13,2	+ 2,0	– 9,5	– 19,2	– 23,4
19	20	– 20,4	– 11,4	– 0,7	+ 11,1	+ 19,7	+ 23,4	+ 20,9	+ 12,9	+ 1,6	– 9,9	– 19,4	– 23,4
20	21	– 20,2	– 11,0	– 0,3	+ 11,4	+ 19,9	+ 23,4	+ 20,7	+ 12,6	+ 1,2	– 10,2	– 19,6	– 23,4
21	22	– 20,0	– 10,7	+ 0,1	+ 11,8	+ 20,1	+ 23,4	+ 20,5	+ 12,2	+ 0,8	– 10,6	– 19,9	– 23,4
22	23	– 19,7	– 10,3	+ 0,5	+ 12,1	+ 20,3	+ 23,4	+ 20,3	+ 11,9	+ 0,4	– 11,0	– 20,1	– 23,4
23	24	– 19,5	– 9,9	+ 0,9	+ 12,4	+ 20,5	+ 23,4	+ 20,1	+ 11,6	+ 0,1	– 11,3	– 20,3	– 23,4
24	25	– 19,3	– 9,6	+ 1,3	+ 12,8	+ 20,7	+ 23,4	+ 19,9	+ 11,2	– 0,3	– 11,7	– 20,5	– 23,4
25	26	– 19,0	– 9,2	+ 1,7	+ 13,1	+ 20,9	+ 23,4	+ 19,7	+ 10,9	– 0,7	– 12,0	– 20,7	– 23,4
26	27	– 18,8	– 8,8	+ 2,1	+ 13,4	+ 21,1	+ 23,4	+ 19,5	+ 10,5	– 1,1	– 12,3	– 20,9	– 23,3
27	28	– 18,5	– 8,4	+ 2,5	+ 13,7	+ 21,3	+ 23,3	+ 19,3	+ 10,2	– 1,5	– 12,7	– 21,1	– 23,3
28	29	– 18,3	– 8,1	+ 2,9	+ 14,1	+ 21,4	+ 23,3	+ 19,1	+ 9,8	– 1,9	– 13,0	– 21,3	– 23,2
29	30	– 18,0		+ 3,3	+ 14,4	+ 21,6	+ 23,3	+ 18,8	+ 9,5	– 2,3	– 13,4	– 21,4	– 23,2
30	31	– 17,7		+ 3,7	+ 14,7	+ 21,7	+ 23,2	+ 18,6	+ 9,1	– 2,7	– 13,7	– 21,6	– 23,1
31		– 17,5		+ 4,0		+ 21,9		+ 18,4	+ 8,8		– 14,0		

Д.3 Определение $\sin h$ для середины часа истинного времени

Для определения $\sin h$ на момент середины часового интервала по истинному времени находят значение $\cos t$ по таблице Д.3 и вычисляют значение $\sin h$ по формуле (Д.6).

Таблица Д.3 – Значения $\cos \tau$ для моментов времени, соответствующих серединам часовых интервалов по истинному времени t_0

t_0		t_0		t_0	
-------	--	-------	--	-------	--

Ч	МИН	COS τ	Ч	МИН	COS τ	Ч	МИН	COS τ
0	30	– 0,991	8	30	0,609	16	30	0,383
1	30	– 0,924	9	30	0,793	17	30	0,131
2	30	– 0,793	10	30	0,924	18	30	– 0,131
3	30	– 0,609	11	30	0,991	19	30	– 0,383
4	30	– 0,383	12	30	0,991	20	30	– 0,609
5	30	– 0,131	13	30	0,924	21	30	– 0,793
6	30	0,131	14	30	0,793	22	30	– 0,924
7	30	0,383	15	30	0,609	23	30	– 0,991

Пример

Вычислить $\sin h$ на широте $54^\circ 56'$, 6 февраля 1991 г. в 12 ч 30 мин истинного времени.

Из таблицы Д.3 $\cos \tau = 0,991$; из таблицы Д.2 $\delta = -15,7^\circ$.

Вычисляем:

$$\sin h = \sin 54,9 \cdot \sin (-15,7) + \cos 54,9 \cdot \cos (-15,7) \cdot 0,991 = 0,818 (-0,271) + 0,575 \cdot 0,991 \cdot 0,963 = -0,222 + 0,549 = 0,327.$$

Д.4 Расчет календаря высот и синусов высот Солнца

В пункте наблюдений удобно иметь подробный календарь высот и синусов высот Солнца (отдельно для простого и високосного годов). Для составления календаря значения h и $\sin h$ рассчитывают для каждого дня каждого месяца с шагом 2 мин. Ввиду трудоемкости расчетов их выполняют на электронно-вычислительных машинах.

Для расчета $\sin h$ используют формулу (Д.6), в которой значения τ и δ задают формулами:

$$\tau = 0,0172 + 0,4281 \cos \theta - 7,3515 \sin \theta - 3,3495 \cos 2 \theta - 9,3619 \sin 2 \theta; \quad (\text{Д.7})$$

$$\begin{aligned} \delta = & 0,006918 - 0,399912 \cos \theta + 0,070257 \sin \theta - \\ & - 0,006758 \cos 2 \theta + 0,000908 \sin 2 \theta. \end{aligned} \quad (\text{Д.8})$$

Значение получается в радианах нужно их перевести в градусы.

Для простого года:

$$\theta = 360 / 365 \left(\sum_{k=1}^{k=n} N_k + D \right), \quad (\text{Д.9})$$

где N_k – число дней в каждом из n истекших полностью месяцев;

D – число текущего месяца.

Для високосного года в знаменателе формулы (Д.9) пишут 366 вместо 365.

Д.5 Расчет характеристик прозрачности атмосферы

Д.5.1 Для определения характеристик прозрачности атмосферы используют результаты измерений прямой солнечной радиации S при состоянии диска Солнца $\square^2$ и высоте Солнца не менее $6,8^\circ$.

Д.5.2 В процессе обработки актинометрической информации на ЭВМ коэффициент прозрачности атмосферы P_2 для атмосферной массы $m = 2$, т.е. $h = 30^\circ$, рассчитывают по формуле:

$$\sin h + 0,205$$

$$P_2 = (S_p / 1,367)^{1,41}, \quad (Д.10)$$

где S – измеренное значение прямой солнечной радиации, кВт/м²;

ρ – поправочный множитель для приведения S к среднему расстоянию между Землей и Солнцем.

Поправочный множитель ρ задают формулой:

$$1/\rho = 1,00011 + 0,034222 \cos \theta + 0,00128 \sin \theta + 0,000719 \cos 2\theta + 0,000077 \sin 2\theta, \quad (Д.11)$$

в которой θ определяют по формуле (Д.9).

Если прямая солнечная радиация измерена при атмосферном давлении b ниже 950 гПа, то значение P_2 , рассчитанное по формуле (Д.10), приводят к нормальному атмосферному давлению $b = 1000$ гПа по формуле:

$$P_{2M} = P_2^{1000/b}, \quad (Д.12)$$

где P_{2M} – коэффициент прозрачности для атмосферной массы 2, приведенный к нормальному атмосферному давлению.

Д.5.3 Если обработка результатов актинометрических наблюдений выполняется вручную, то для приведения измеренного значения S к среднему расстоянию между Землей и Солнцем поправочный множитель определяют по таблице Д.4.

Таблица Д.4 – Поправочные множители ρ для приведения прямой солнечной радиации к среднему расстоянию между Землей и Солнцем

Месяц	Число					
	1	5	10	15	20	25
Январь	0,967	0,967	0,967	0,968	0,968	0,969
Февраль	0,971	0,972	0,974	0,976	0,967	0,980
Март	0,982	0,984	0,987	0,990	0,999	0,995
Апрель	0,999	1,001	1,004	1,007	1,009	1,012
Май	1,015	1,017	1,020	1,022	1,024	1,026
Июнь	1,028	1,029	1,031	1,032	1,032	1,032
Июль	1,033	1,034	1,034	1,033	1,032	1,031
Август	1,030	1,029	1,027	1,026	1,024	1,022
Сентябрь	1,018	1,016	1,013	1,011	1,008	1,006
Октябрь	1,002	1,000	0,997	0,994	0,991	0,989
Ноябрь	0,985	0,983	0,981	0,978	0,976	0,974
Декабрь	0,972	0,971	0,970	0,969	0,968	0,967

Значение прямой солнечной радиации, приведенное к среднему расстоянию между Землей и Солнцем, рассчитывают по формуле:

$$S_p = S \cdot \rho. \quad (Д.13)$$

По найденному значению S_p и высоте Солнца h в момент наблюдения по таблице Д.5 находят приведенное к массе 2 значение радиации S_{p2} . Для этого в таблице Д.5 находят столбец со значением высоты Солнца, наиболее близким к высоте Солнца, при которой

была измерена величина S . В этой графе находят строку, в которой значение прямой солнечной радиации наиболее близко к S_p , рассчитанному по формуле (Д.13). Искомое значение S_{p2} находят в последнем столбце данной строки. Если высота Солнца в момент наблюдения отличается от указанной в заголовках граф, то фактическое значение h либо округляют до значения, содержащегося в таблице, либо прибегают к интерполяции. По величине S_{p2} находят значение коэффициента прозрачности атмосферы P_2 , пользуясь таблицей Д.6, в которой указаны также значения фактора мутности T_2 . Если значение S измерено при атмосферном давлении ниже 950 гПа, можно пользоваться формулой (Д.12) или таблицей Д.7. При использовании таблицы Д.7 по значению атмосферного давления b находят высоту Солнца h_2 , при которой число абсолютных оптических масс атмосферы M равно 2. Затем в таблице Д.5 берут графу со значением h , вычисленным по формуле (Д.6), и в этой графе находят строку со значением S_p , полученным по формуле (Д.13). В этой же строке, но при значении h , равном h_2 (найденном по таблице Д.7), берут значение S_p , которое используют вместо S_{p2} , и по нему в таблице Д.6 находят значение P_2 или T_2 .

Примеры

1 По результатам измерений 13 июня получены: $h = 25,7^\circ$, $S = 0,99 \text{ кВт/м}^2$, $b = 960 \text{ гПа}$. Найти P_2 и T_2 .

В таблице Д.4 находим значение p , которое на 13 июня равно 1,032. Вычисляем: $S_p = S_r = 0,99 \cdot 1,032 = 1,02 \text{ кВт/м}^2$. В таблице Д.5 нет графы для $25,7^\circ$, поэтому округляем до 26° . В графе 26° ищем строку с полученным значением S_p , равным 1,02. В последней графе этой же строки находим значение S_{p2} , оказавшееся равным 1,05. Для него в таблице Д.6 находим значение P_2 , оно равно 0,876, округляем до 0,88. Значение T_2 при этом равно 1,32.

2 Найти значение P_2 для тех же данных, что и в примере 1, но при атмосферном давлении 790 гПа, которое ниже нормального.

В таблице Д.7 для атмосферного давления 790 гПа находим высоту Солнца h_2 , которая оказывается равной $23,2^\circ$. В таблице Д.5 берем графу со значением h , равным 26° , и в ней находим строку со значением S_p , равным $1,02 \text{ кВт/м}^2$. В этой же строке, но в графе 23° (значение h_2 , равное $23,2^\circ$, округляем до 23°) находим значение S_p , которое оказывается равным $0,99 \text{ кВт/м}^2$. По этому значению в таблице Д.6 находим значение P_2 . Оно равно 0,851, округляем до 0,85.

Таблица Д.5 – Значения S_{p2} в зависимости от значений S_p и высоты Солнца h

Значения S_p кВт/м ² при высоте Солнца h°																						S_{p2} кВт/м ²
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,26	0,28	0,29	0,30	0,31	0,33	0,34	0,35	0,37
,07	,08	,10	,11	,13	,14	,15	,17	,19	,20	,22	,23	,25	,26	,28	,29	,30	,31	,33	,34	,35	,36	0,38
,07	,08	,10	,12	,13	,14	,16	,18	,20	,21	,23	,24	,26	,27	,29	,30	,31	,33	,34	,35	,36	,37	0,39
0,08	0,09	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31	0,32	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,40
,08	,09	,11	,13	,14	,16	,17	,19	,21	,23	,24	,26	,28	,29	,31	,32	,33	,35	,36	,37	,38	,39	0,41
,08	,10	,12	,13	,15	,17	,18	,20	,22	,23	,25	,27	,28	,30	,32	,33	,34	,36	,37	,38	,39	,40	0,42
,09	,10	,12	,14	,15	,17	,19	,21	,23	,24	,26	,27	,29	,31	,33	,34	,35	,37	,38	,39	,40	,41	0,43
,09	,11	,13	,15	,16	,18	,20	,22	,24	,25	,26	,28	,30	,32	,34	,35	,36	,38	,39	,40	,41	,42	0,44
0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,32	0,34	0,35	0,36	0,37	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,45
,10	,12	,14	,16	,18	,20	,22	,24	,26	,28	,29	,31	,34	,35	,36	,37	,38	,40	,41	,42	,43	,44	0,46
,11	,13	,15	,17	,19	,21	,23	,25	,27	,29	,31	,33	,35	,36	,37	,38	,39	,41	,42	,43	,44	,45	0,47
,12	,13	,15	,17	,20	,22	,24	,26	,28	,30	,32	,34	,36	,37	,38	,39	,40	,42	,43	,44	,45	,46	0,48
,12	,14	,16	,18	,21	,23	,25	,27	,29	,31	,33	,35	,37	,38	,39	,41	,42	,43	,44	,45	,46	,47	0,49
0,13	0,15	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,39	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,50
,13	,16	,18	,20	,22	,25	,27	,29	,31	,33	,35	,37	,38	,40	,41	,43	,44	,45	,46	,47	,48	,49	0,51
,14	,16	,19	,21	,23	,25	,28	,30	,32	,34	,36	,38	,39	,41	,42	,44	,45	,46	,47	,48	,49	,50	0,52
,14	,17	,19	,22	,24	,26	,29	,31	,33	,35	,37	,39	,40	,42	,43	,45	,46	,47	,48	,49	,50	,51	0,53
,15	,17	,20	,22	,24	,27	,30	,32	,34	,36	,38	,40	,41	,43	,44	,46	,47	,48	,49	,50	,51	,52	0,54
0,15	0,18	0,21	0,23	0,25	0,28	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,42	0,44	0,45	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,55
,16	,19	,22	,24	,26	,29	,32	,34	,36	,38	,40	,42	,43	,45	,46	,48	,49	,50	,51	,52	,53	,54	0,56
,17	,20	,23	,25	,27	,30	,33	,35	,37	,39	,41	,43	,44	,46	,47	,49	,50	,51	,52	,53	,54	,55	0,57
,17	,20	,23	,26	,28	,31	,34	,36	,38	,40	,42	,43	,45	,46	,48	,49	,50	,52	,53	,54	,55	,56	0,58
,18	,21	,24	,27	,29	,32	,34	,36	,38	,40	,42	,44	,46	,47	,49	,50	,51	,52	,54	,55	,56	,57	0,59
0,19	0,22	0,25	0,28	0,30	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,46	0,48	0,50	0,51	0,52	0,53	0,55	0,56	0,57	0,58	0,60
,20	,23	,26	,29	,31	,34	,36	,38	,40	,42	,44	,46	,47	,49	,51	,52	,53	,54	,56	,57	,58	,59	0,61
,21	,24	,27	,30	,32	,35	,37	,39	,41	,43	,45	,47	,48	,50	,52	,53	,54	,55	,57	,58	,59	,60	0,62
,22	,25	,28	,31	,33	,36	,38	,40	,42	,44	,46	,48	,49	,51	,53	,54	,55	,56	,58	,59	,60	,61	0,63
,22	,26	,29	,32	,34	,37	,39	,41	,43	,45	,48	,49	,50	,52	,54	,55	,56	,57	,59	,60	,61	,62	0,64
0,23	0,26	0,30	0,33	0,35	0,38	0,40	0,42	0,45	0,47	0,49	0,50	0,52	0,53	0,55	0,56	0,57	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,65
,24	,27	,31	,34	,36	,39	,41	,44	,46	,48	,50	,52	,53	,54	,56	,57	,59	,60	,61	,62	,63	,64	0,66
,25	,28	,32	,35	37	,40	,42	,45	,47	,49	,51	,53	,54	,55	,57	,58	,60	,61	,62	,63	,64	,65	0,67
,26	,29	,33	,36	38	,41	,43	,46	,48	,50	,52	,54	,55	,56	,58	,59	,61	,62	,63	,64	,65	,66	0,68
,27	,30	,34	,37	39	,42	,44	,47	,49	,51	,53	,55	,56	,58	,59	,60	,62	,63	,64	,65	,66	,67	0,69
0,27	0,31	0,35	0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,57	0,59	0,60	0,61	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,70
,28	,32	,35	,38	,41	,44	,46	,48	,51	,53	,55	,57	,58	,60	,61	,62	,63	,64	,66	,67	,68	,69	0,71
,29	,33	,36	,39	,42	,45	,47	,49	,52	,54	,55	,57	,59	,60	,62	,63	,64	,65	,67	,68	,69	,70	0,72
,30	,34	,37	,40	,43	,46	,48	,50	,53	,55	,56	,58	,60	,61	,63	,64	,65	,66	,68	,69	,70	,71	0,73
,31	,35	,38	,41	,44	,47	,49	,51	,54	,56	,57	,59	,61	,62	,64	,65	,66	,68	,69	,70	,71	,72	0,74

Значения S_p кВт/м при высоте Солнца h°																						S_{p2}
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	кВт/м ²
0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,50	0,52	0,55	0,57	0,58	0,60	0,62	0,63	0,65	0,66	0,67	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,75
,33	,37	,40	,43	,46	,49	,51	,53	,56	,58	,59	,61	,63	,64	,66	,67	,68	,70	,71	,72	,73	,74	0,76
,34	,38	,41	,44	,47	,50	,52	,54	,57	,59	,60	,62	,64	,65	,67	,68	,69	,71	,72	,73	,74	,75	0,77
,35	,39	,43	,45	,48	,51	,53	,55	,58	,60	,62	,64	,65	,66	,68	,69	,70	,72	,73	,74	,75	,76	0,78
,37	,41	,44	,47	,49	,52	,55	,57	,59	,61	,63	,65	,66	,68	,69	,70	,72	,73	,74	,75	,76	,77	0,79
0,38	0,42	0,45	0,48	0,51	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,67	0,69	0,70	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,80
,39	,43	,46	,49	,52	,54	,57	,59	,61	,63	,65	,67	,68	,70	,72	,73	,74	,75	,76	,77	,78	,79	0,81
,40	,44	,47	,50	,53	,56	,58	,60	,62	,64	,66	,68	,70	,71	,73	,74	,75	,76	,77	,78	,79	,80	0,82
,41	,45	,48	,51	,54	,57	,59	,61	,63	,65	,67	,69	,71	,72	,74	,75	,76	,77	,78	,79	,80	,81	0,83
,42	,46	,49	,52	,55	,58	,60	,62	,64	,66	,68	,70	,72	,73	,75	,76	,77	,78	,79	,80	,81	,82	0,84
0,43	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,74	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,85
,44	,48	,51	,54	,57	,60	,62	,64	,66	,68	,70	,72	,74	,75	,77	,78	,79	,80	,81	,82	,83	,84	0,86
,45	,49	,52	,55	,58	,61	,63	,65	,67	,69	,71	,73	,75	,76	,78	,79	,80	,81	,82	,83	,84	,85	0,87
,46	,50	,53	,56	,59	,62	,64	,66	,68	,70	,73	,74	,76	,77	,79	,80	,81	,82	,83	,84	,85	,86	0,88
,47	,51	,54	,57	,60	,63	,65	,67	,69	,71	,74	,75	,77	,78	,80	,81	,82	,83	,84	,85	,86	,87	0,89
0,48	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,70	0,73	0,75	0,76	0,78	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,90
,49	,53	,56	,59	,62	,65	,67	,70	,72	,74	,76	,77	,79	,81	,82	,83	,84	,85	,86	,87	,88	,89	0,91
,52	,55	,58	,61	,64	,66	,69	,71	,73	,75	,77	,78	,80	,82	,83	,84	,85	,86	,87	,88	,89	,90	0,92
,53	,56	,59	,62	,65	,67	,70	,72	,74	,76	,78	,80	,81	,83	,84	,85	,87	,87	,88	,90	,91	,92	0,93
,54	,57	,60	,63	,66	,68	,71	,73	,75	,78	,80	,81	,82	,84	,85	,87	,88	,89	,90	,91	,92	,93	0,94
0,55	0,59	0,62	0,64	0,67	0,70	0,72	0,74	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95
,56	,60	,63	,66	,68	,71	,74	,76	,78	,80	,82	,84	,85	,87	,88	,89	,90	,91	,92	,93	,94	,95	0,96
,57	,61	,64	,67	,70	,72	,75	,77	,79	,81	,83	,85	,86	,88	,89	,90	,91	,92	,93	,94	,95	,96	0,97
,59	,63	,66	,68	,71	,73	,76	,78	,81	,83	,84	,86	,87	,89	,90	,91	,92	,93	,94	,95	,96	,97	0,98
,61	,64	,67	,70	,72	,75	,77	,79	,82	,84	,86	,87	,88	,90	,91	,92	,93	,94	,95	,96	,97	,98	0,99
0,62	0,66	0,68	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,94	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00
,63	,67	,69	,72	,75	,77	,80	,83	,85	,87	,88	,90	,91	,92	,93	,95	,96	,96	,97	,98	,99	1,00	1,01
,64	,68	,70	,73	,76	,78	,81	,84	,86	,88	,89	,91	,92	,93	,94	,96	,97	,98	,98	,99	1,00	1,01	1,02
,66	,69	,72	,75	,78	,80	,82	,85	,87	,89	,90	,92	,93	,94	,95	,97	,97	,99	,99	1,00	1,01	1,02	1,03
,68	,71	,74	,76	,79	,82	,84	,87	,88	,91	,92	,94	,95	,96	,96	,98	,98	1,00	1,00	,01	1,02	1,03	1,04
0,69	0,73	0,76	0,78	0,81	0,83	0,86	0,88	0,90	0,92	0,93	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05
,71	,75	,78	,80	,82	,84	,87	,89	,91	,93	,94	,96	,97	,98	,99	1,00	1,00	,01	,02	,03	,04	,05	1,06
,72	,76	,79	,81	,83	,86	,88	,90	,92	,94	,95	,97	,98	,99	1,00	,01	,02	,03	,04	,04	,05	,06	1,07
,74	,77	,80	,82	,84	,87	,89	,91	,93	,95	,96	,98	,99	1,00	1,01	,02	,03	,04	,05	,06	,07	,07	1,08
,76	,79	,82	,84	,86	,89	,91	,93	,94	,96	,98	,99	1,01	1,02	1,03	,04	,05	,06	,07	,07	,08	,08	1,09
0,78	0,81	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,97	0,99	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10
,80	,83	,86	,88	,90	,92	,94	,96	,98	,99	1,00	1,02	1,03	1,04	1,05	,06	,07	,08	,08	,09	,10	,10	1,11

Продолжение таблицы Д 5

Значения S_p кВт/м ² при высоте Солнца h°																						S_{p2} кВт/м ²
29	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	65	70	75	80	85	90	
0,36	0,39	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,49															0,37
,37	,40	,41	,44	,45	,47	,49	,50															0,38
,38	,41	,43	,45	,47	,48	,50	,51															0,39
0,39	0,42	0,44	0,46	0,48	0,49	0,50	0,52															0,40
,40	,43	,45	,47	,48	,50	,52	,53															0,41
,41	,44	,46	,48	,49	,51	,52	,54															0,42
,42	,45	,47	,49	,50	,52	,53	,55															0,43
,43	,46	,48	,50	,51	,53	,54	,56															0,44
0,44	0,47	0,49	0,51	0,53	0,54	0,55	0,57															0,45
,45	,48	,50	,52	,54	,55	,56	,59															0,46
,46	,49	,51	,53	,55	,56	,58	,60															0,47
,47	,50	,52	,54	,56	,57	,59	,61															0,48
,48	,51	,53	,55	,57	,58	,60	,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,75	0,49
0,49	0,52	0,54	0,55	0,57	0,59	0,61	0,62	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,75	0,76	0,50
,50	,53	,55	,56	,58	,60	,62	,63	,65	,66	,67	,68	,69	,70	,71	,72	,73	,74	,75	,75	,76	,76	0,51
,51	,54	,56	,57	,59	,61	,63	,64	,66	,67	,68	,70	,70	,72	,73	,73	,74	,75	,76	,76	,77	,77	0,52
,52	,55	,57	,59	,60	,62	,64	,65	,67	,68	,69	,71	,72	,73	,74	,74	,75	,76	,77	,77	,78	,78	0,53
,53	,56	,58	,60	,62	,63	,65	,66	,68	,69	,70	,72	,73	,74	,75	,75	,76	,77	,78	,78	,79	,79	0,54
0,54	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,66	0,68	0,69	0,70	0,71	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,77	0,78	0,78	0,79	0,79	0,79	0,55
,55	,58	,60	,62	,64	,66	,68	,69	,70	,71	,72	,74	,75	,76	,77	,78	,78	,79	,79	,79	,80	,80	0,56
,56	,59	,61	,63	,65	,67	,69	,70	,71	,72	,73	,75	,76	,76	,77	,78	,79	,79	,80	,80	,81	,81	0,57
,57	,60	,62	,64	,66	,68	,69	,71	,72	,73	,74	,75	,76	,77	,78	,78	,79	,80	,80	,81	,81	,81	0,58
,58	,61	,63	,65	,67	,69	,70	,72	,73	,74	,75	,76	,77	,78	,79	,79	,80	,81	,81	,82	,82	,83	0,59
0,59	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,71	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,60
,60	,63	,65	,67	,69	,71	,72	,74	,75	,76	,77	,78	,79	,80	,81	,81	,82	,83	,83	,84	,84	,85	0,61
,61	,64	,66	,68	,70	,72	,73	,75	,76	,77	,78	,79	,80	,80	,81	,82	,83	,84	,84	,85	,85	,86	0,62
,62	,65	,67	,69	,71	,72	,74	,75	,76	,77	,78	,79	,80	,81	,82	,82	,83	,84	,84	,85	,86	,86	0,63
,63	,66	,68	,69	,71	,73	,74	,76	,77	,78	,79	,80	,81	,82	,82	,83	,84	,85	,85	,86	,87	,87	0,64
0,64	0,67	0,69	0,71	0,72	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87	0,65
,65	,68	,70	,72	,73	,75	,76	,77	,78	,79	,80	,81	,82	,83	,83	,84	,85	,86	,87	,87	,88	88	0,66
,66	,69	,71	,73	,74	,76	,77	,78	,79	,80	,81	,82	,83	,84	,84	,85	,86	,87	,88	,88	,89	,89	0,67
,67	,70	,72	,74	,75	,77	,78	,79	,80	,81	,82	,83	,84	,84	,85	,86	,87	,88	,89	,89	,90	,90	0,68
,68	,71	,73	,75	,76	,78	,79	,80	,81	,82	,83	,84	,84	,85	,86	,87	,88	,89	,90	,90	,91	,91	0,69
0,69	0,73	0,74	0,76	0,77	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,70
,70	,73	,75	,77	,78	,79	,80	,81	,82	,83	,84	,85	,86	,86	,87	,88	,89	,90	,91	,91	,92	,92	0,71
,71	,74	,76	,78	,79	,80	,81	,82	,83	,84	,85	,85	,86	,87	,88	,89	,90	,90	,91	,92	,92	,93	0,72
,72	,75	,77	,78	,80	,81	,82	,83	,83	,84	,85	,86	,87	,88	,88	,89	,90	,91	,92	,92	,93	,93	0,73
,73	,76	,78	,79	,80	,82	,83	,84	,84	,85	,86	,87	,88	,89	,89	,90	,91	,91	,92	,93	,94	,94	0,74

Значения S_p кВт/м ² при высоте Солнца h°																					S_{p2}	
29	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	65	70	75	80	85	90	кВт/м ²
0,74	0,77	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,75
,75		,80	,81	,82	,83	,84	,85	,86	,87	,88	,89	,89	,90	,91	,91	,92	,93	,94	,94	,95	,95	0,76
,76	,79	,81	,82	,83	,84	,85	,86	,87	,88	,89	,90	,90	,91	,92	,92	,93	,94	,95	95	,96	,96	0,77
,77	,80	,82	,83	,84	,85	,86	,87	,88	,89	,90	,91	,91	,92	,93	,94	,94	,95	,96	,96	,97	,97	0,78
,78	,81	,83	,84	,85	,86	,87	,88	,89	,90	,91	,91	,92	,93	,93	,94	,95	,96	,96	,96	,97	,97	0,79
0,79	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,80
,80	,83	,85	,86	,87	,88	,89	,90	,91	,92	,92	,93	,94	,95	,95	,96	,96	,97	,98	,98	,99	,99	0,81
,81	,84	,86	,87	,88	,89	,90	,91	,92	,93	,94	,94	,95	,96	,96	,97	,97	,98	,98	,99	1,00	1,00	0,82
,82	,85	,87	,88	,89	,90	,91	,92	,93	,94	,94	,95	,96	,96	,97	,97	,98	,99	,99	,99	1,00	1,00	0,83
,83	,86	,88	,89	,90	,91	,92	,93	,94	,95	,95	,96	,96	,97	,97	,98	,98	,99	1,00	1,00	1,01	1,01	0,84
0,84	0,87	0,88	0,89	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	1,00	1,01	1,01	1,02	1,02	0,85
,85	,88	,89	,90	,91	,92	,93	,94	,95	,96	,96	,97	,98	,98	,99	1,00	1,00	,01	,01	,02	,02	,03	0,86
,86	,88	,90	,91	,92	,93	,94	,95	,96	,96	,97	,98	,98	,99	,99	,00	,01	,01	,02	,02	,03	,03	0,87
,87	,89	,91	,92	,93	,94	,95	,96	,97	,97	,98	,98	,99	,99	1,00	,01	,01	,02	,02	,03	,03	,04	0,88
,88	,90	,92	,93	,94	,95	,96	,97	,97	,98	,98	,99	1,00	1,00	,01	,01	,02	,03	,03	,04	,04	,04	0,89
0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	1,01	1,02	1,03	1,03	1,03	1,04	1,05	1,05	0,90
,90	,92	,94	,95	,96	,97	,97	,98	,99	,99	1,00	1,00	,01	,01	,02	,02	,03	,04	,04	,05	,06	,06	0,91
,91	,93	,95	,96	,97	,98	,98	,99	1,00	1,00	1,01	1,01	,02	,02	,03	,03	,04	,05	,05	,06	,06	,07	0,92
,93	,94	,95	,96	,97	,98	,99	1,00	,00	,01	,02	,02	,03	,03	,04	,04	,05	,06	,06	,06	,07	,07	0,93
,94	,95	,96	,97	,98	,99	1,00	1,00	,01	,02	,03	,03	,04	,04	,05	,05	,06	,07	,07	,07	,08	,08	0,94
0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	0,95
,96	,97	,98	,99	1,00	1,01	1,01	1,02	,03	,03	,04	,05	,05	,05	,06	,06	,07	,08	,08	,08	,09	,09	0,96
,97	,98	,99	1,00	1,01	1,02	1,02	1,03	,04	,04	,05	,05	,06	,06	,07	,07	,08	,08	,09	,09	,10	,10	0,97
,98	,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	,05	,05	,06	,06	,07	,07	,08	,08	,09	,09	,10	,10	,11	,11	0,98
,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	,06	,06	,07	,07	,08	,08	,09	,09	,10	,10	,10	,11	,11	,12	0,99
1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,00
1,00	1,02	1,03	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07	,07	,08	,08	,09	,09	,09	,10	,10	,11	,11	,12	,12	,13	,13	1,01
,02	,03	,04	,05	,06	,06	,07	,07	,08	,08	,09	,09	,10	,10	,10	,11	,12	,12	,12	,13	,13	,14	1,02
,02	,04	,05	,06	,06	,07	,07	,08	,09	,09	,10	,10	,11	,11	,11	,12	,12	,13	,13	,14	,14	,15	1,03
,04	,05	,06	,07	,07	,08	,08	,09	,09	,10	,10	,11	,12	,12	,12	,12	,13	,14	,14	,14	,15	,15	1,04
1,04	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,13	1,13	1,13	1,13	1,14	1,14	1,15	1,15	1,16	1,16	1,05
,06	,07	,08	,09	,09	,10	,10	,11	,11	,12	,12	,13	,14	,14	,14	,14	,15	,15	,16	,16	,17	,17	1,06
,07	,08	,09	,09	,10	,11	,11	,12	,12	,13	,13	,13	,14	,14	,15	,15	,16	,16	,17	,17	,18	,18	1,07
,08	,09	,10	,10	,11	,12	,12	,12	,13	,14	,14	,14	,15	,15	,16	,16	,17	,17	,17	,18	,19	,19	1,08
,09	,10	,11	,11	,12	,13	,13	,13	,14	,14	,15	,15	,16	,16	,16	,17	,17	,18	,18	,19	,19	,20	1,09
1,10	1,11	1,12	1,12	1,13	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,16	1,16	1,16	1,17	1,17	1,17	1,18	1,18	1,19	1,19	1,20	1,20	1,10
,11	,12	,12	,13	,14	,14	,15	,15	,16	,16	,17	,17	,17	,18	,18	,18	,19	,19	,20	,20	,21	,21	1,11

Таблица Д.6 – Значения коэффициента прозрачности P_2 (числитель) и фактора мутности T_2 (знаменатель) атмосферы при различных значениях S_{p2}

Целые и десятичные доли S_{p2} , кВт/м ²	Сотые доли S_{p2} , кВт/м ²									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,2	<u>0,382</u> 9,66	<u>0,392</u> 9,37	<u>0,401</u> 9,05	<u>0,410</u> 8,87	<u>0,419</u> 8,65	<u>0,428</u> 8,46	<u>0,436</u> 8,27	<u>0,444</u> 8,09	<u>0,453</u> 7,91	<u>0,461</u> 7,73
0,3	<u>0,469</u> 7,55	<u>0,476</u> 7,40	<u>0,484</u> 7,24	<u>0,491</u> 7,08	<u>0,499</u> 6,94	<u>0,506</u> 6,80	<u>0,513</u> 6,67	<u>0,520</u> 6,53	<u>0,527</u> 6,40	<u>0,534</u> 6,28
0,4	<u>0,541</u> 6,13	<u>0,548</u> 6,00	<u>0,554</u> 5,90	<u>0,561</u> 5,76	<u>0,567</u> 5,66	<u>0,574</u> 5,54	<u>0,580</u> 5,42	<u>0,586</u> 5,33	<u>0,593</u> 5,21	<u>0,599</u> 5,11
0,5	<u>0,605</u> 5,02	<u>0,611</u> 4,92	<u>0,617</u> 4,83	<u>0,623</u> 4,74	<u>0,628</u> 4,66	<u>0,634</u> 4,56	<u>0,640</u> 4,47	<u>0,646</u> 4,37	<u>0,651</u> 4,30	<u>0,657</u> 4,21
0,6	<u>0,662</u> 4,12	<u>0,668</u> 4,03	<u>0,673</u> 3,96	<u>0,679</u> 3,88	<u>0,684</u> 3,80	<u>0,690</u> 3,72	<u>0,695</u> 3,65	<u>0,700</u> 3,57	<u>0,705</u> 3,50	<u>0,710</u> 3,43
0,7	<u>0,716</u> 3,16	<u>0,721</u> 3,28	<u>0,726</u> 3,22	<u>0,731</u> 3,14	<u>0,736</u> 3,07	<u>0,741</u> 3,00	<u>0,746</u> 2,94	<u>0,750</u> 2,88	<u>0,755</u> 2,82	<u>0,760</u> 2,75
0,8	<u>0,765</u> 2,68	<u>0,770</u> 2,62	<u>0,775</u> 2,56	<u>0,779</u> 2,49	<u>0,784</u> 2,44	<u>0,789</u> 2,37	<u>0,793</u> 2,32	<u>0,798</u> 2,26	<u>0,802</u> 2,20	<u>0,807</u> 2,14
0,9	<u>0,811</u> 2,09	<u>0,816</u> 2,03	<u>0,820</u> 1,98	<u>0,825</u> 1,93	<u>0,829</u> 1,88	<u>0,834</u> 1,82	<u>0,838</u> 1,77	<u>0,842</u> 1,72	<u>0,847</u> 1,66	<u>0,851</u> 1,61
1,0	<u>0,855</u> 1,56	<u>0,860</u> 1,50	<u>0,864</u> 1,45	<u>0,868</u> 1,40	<u>0,872</u> 1,37	<u>0,876</u> 1,32	<u>0,881</u> 1,26	<u>0,885</u> 1,22	<u>0,889</u> 1,18	<u>0,893</u> 1,13
1,1	<u>0,897</u> 1,08	<u>0,901</u> 1,04	<u>0,904</u> 1,00							

Примечание – Значения P_2 и T_2 рассчитаны по солнечной постоянной $S_0 = 1,367$ кВт/м²; S_{p2} – значение прямой солнечной радиации, приведенное к среднему расстоянию между Землей и Солнцем и к атмосферной массе $m = 2$ ($h = 30^\circ$).

Таблица Д.7 – Высота Солнца h_2° , при которой число абсолютных оптических масс атмосферы M равно 2 при различных значениях атмосферного давления b

Сотни b , гПа	Десятки b , гПа									
	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1000	30,0	30,3	30,6	31,0	31,3	31,6				
900	27,0	27,3	27,6	27,9	28,2	28,5	28,8	29,1	29,4	29,7
800	23,5	23,8	24,1	24,5	24,8	25,1	25,4	25,7	26,1	26,4
700	20,3	20,6	20,9	21,3	21,6	21,9	22,2	22,5	22,9	23,2
600	17,3	17,6	17,9	18,2	18,5	18,8	19,1	19,4	19,7	20,0
500	14,3	14,6	14,9	15,2	15,5	15,8	16,1	16,4	16,7	17,0
400	11,3	11,6	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	13,4	13,7	14,0

Примечание – Число абсолютных оптических масс M , равное 2 при атмосферном давлении b , соответствует такой длине оптического пути солнечного луча, как при m , равном 2, и нормальном давлении ($b = 1000$ гПа); при пониженном давлении солнечный луч должен для этого пройти более длинный путь, т.е. высота Солнца должна быть ниже 30° , и наоборот.

Приложение Ж (обязательное)

Контроль результатов актинометрических наблюдений

Ж.1 Контроль результатов срочных наблюдений

Ж.1.1 В книжке КМ-12 проверяют правильность записей, внесенных при наблюдениях, обработке и кодировании.

Ж.1.2 При полной обработке проверяют полученные значения радиации, высоты Солнца h и $\sin h$, а также соблюдение требований, изложенных в 5.6.3, при обработке результатов наблюдений, выполненных в условиях нестабильной радиации. Значения радиации должны следовать приведенным ниже закономерностям.

Ж.1.2.1 Значения прямой солнечной радиации S не должны превышать указанные значения в таблице Ж.1.

Таблица Ж.1 – Предельные значения прямой солнечной радиации $S_{\max}$ в зависимости от высоты Солнца h

h°	7	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90
$S_{\max}$ кВт/м ²	0,86	0,95	1,03	1,08	1,13	1,15	1,19	1,22	1,23	1,24	1,25

На высоте более 3 км над уровнем моря значения $S_{\max}$ могут быть больше указанных в таблице Ж.1 на 0,10 кВт/м².

Ж.1.2.2 Значения рассеянной радиации D при состоянии диска Солнца Π^2 и общей облачности не более 2 баллов должны быть не больше указанных в таблице Ж.2 значений $D_{\min}$.

Таблица Ж.2 – Предельные значения рассеянной радиации в зависимости от высоты Солнца h

h°	7	15	20	Более 45
$D_{\min}$ кВт/м ²	0,04	0,05	0,06	0,07

Наибольшие значения D бывают при просвечивающих облаках форм As, Ac, Sc, но как правило, не превышают 0,8 кВт/м².

Ж.1.2.3 Значения суммарной радиации Q должны быть не более 1,5 кВт/м².

Ж.1.2.4 Значения отраженной радиации R_k не должны превышать значений суммарной радиации Q . Однако при низком Солнце и подстилающей поверхности, покрытой снегом, льдом, мокрой или обледеневшей травой, могут наблюдаться значения R_k , превосходящие Q , из-за угловых погрешностей пиранометра. В этих случаях значения альбеда A_k не вычисляют. Значения A_k в утреннее и вечернее время бывают выше, чем в середине дня.

Ж.1.2.5 Значение радиационного баланса B должно быть меньше Q , а радиационного баланса без прямой солнечной радиации $B - S'$ (с учетом знака) – меньше значения D . При состоянии диска Солнца Π^2 и небольшой облачности значения $B - S'$ должны быть отрицательными, а при значительной облачности могут быть положительными. Если наблюдается обратная зависимость и при этом в ночные сроки при безоблачном небе значения радиационного баланса положительны, то это указывает на то, что балансомер подключен к гальванометру с обратной полярностью.

Ж.1.2.6 Значения баланса длинноволновой радиации B_d должны быть отрицательными, за исключением случаев сильной инверсии в ночное время.

Ж.2 Контроль результатов регистрации составляющих радиационного баланса

Ж.2.1 Общие указания

При выполнении регистрации проводят следующие виды контроля:

- проверка работы регистрирующей установки в процессе выполнения регистрации;
- контроль первичной обработки результатов регистрации;
- контроль значений часовых сумм радиации.

Ж.2.2 Проверка работы регистрирующей установки

Ж.2.2.1 Проверка работы регистрирующей установки, выполняемая дежурным наблюдателем в соответствии с 6.3.2 – 6.3.8, предназначена для своевременного обнаружения моментов появления брака в регистрации и устранения его причин. При проверке характера хода кривых записи сигналов поступающих с датчиков необходимо сопоставлять их между собой, с условиями наблюдений и временем суток. При этом должны иметь место закономерности, указанные ниже.

Ж.2.2.2 В светлое время суток ординаты кривых должны отличаться от нуля, за исключением ординат прямой солнечной радиации S при закрытом облаками диске Солнца и радиационного баланса без прямой солнечной радиации $B - S'$ при большой облачности и наличии снежного покрова. В противном случае следует осмотреть датчики, проверить отсутствие обрыва в измерительной цепи или короткого замыкания, которое возможно при нарушенной изоляции соединительных проводов или в результате намокания датчика при дожде. При обрыве в измерительной цепи может наблюдаться хаотичный разброс точек (при стабильной радиации) или повторение кривой другого канала регистратора. Если регистратор не защищен от влияния электромагнитных наводок, то при появлении наводки наблюдается скачок в плавном ходе кривой, который держится до прекращения наводки.

Ж.2.2.3 При контроле характера хода кривых сначала смотрят на кривую записи суммарной радиации Q . Если она имеет плавный ход в течение дня, то тоже плавным должен быть ход всех остальных кривых.

Примечание – Если незатененный пиранометр имеет большие поправочные множители на высоту Солнца (F_h , указанные в поверочном свидетельстве), то при безоблачном небе в ходе кривой регистрации Q могут появляться изгибы, систематически повторяющиеся в одно и то же время в соседние дни. При обнаружении такого изгиба необходимо убедиться в том, что он не вызван затенением пиранометра окружающими предметами, в том числе проводами, антеннами и прочими объектами, дающими слабую тень. Эти наблюдения достаточно выполнить 1 – 2 раза в месяц при открытом диске Солнца во время появления изгиба. Если пиранометр ничем не затеняется, то необходимо на диаграммной ленте регистратора и в журнале работы приборов записать, что изгиб кривой Q вызван большими значениями F_h и указать время, в течение которого изгиб наблюдается на ленте.

Ж.2.2.4 При безоблачном небе не должно быть вогнутостей у кривой записи S и выпуклостей у кривых записи D и $B - S'$, ординаты $B - S'$ должны быть отрицательными. В противном случае требуется срочная корректировка нацеливания актинометра и затенения датчиков в теневых кольцах. Снижение ординат записи S может быть вызвано также засорением трубки актинометра (в трубку попадают соринки, паутина, мелкие насекомые и др.) или тенью от проводов, которая на актинометре может быть почти незаметной, и чтобы это выяснить, нужно проследить, не попадает ли в поле зрения провод. Все случаи сбоя затенения пиранометра и балансомера, сбоя нацеливания актинометра или его затенения необходимо записать на диаграммной ленте и указать момент корректировки положения датчика или схода тени с актинометра.

Ж.2.2.5 В условиях переменной облачности при сходе облака с солнечного диска ординаты записи Q резко увеличиваются и синхронно с ними растут ординаты отраженной радиации R_k . При этом должна появиться запись S , а ординаты $(B - S')$ должны уменьшиться за счет увеличения потоков, отраженных от подстилающей поверхности. Если этого не наблюдается, то необходимо проверить и откорректировать положение актинометра на гелиостате, пиранометра и балансомера в теневых кольцах.

Ж.2.2.6 Ночью сигналы балансомера должны быть отрицательными, за исключением случаев сильной инверсии.

Ж.2.3 Контроль результатов первичной обработки

Ж.2.3.1 Проверить расстояния между часовыми отметками на диаграммной ленте и правильность их нанесения по истинному времени. В сомнительных случаях сопоставить кривые регистрации прямой солнечной S и суммарной Q радиации в ближайшие дни с аналогичными условиями облачности. Эту проверку рекомендуется выполнить после разметки диаграммной ленты на часовые интервалы.

Ж.2.3.2 По записям на диаграммной ленте и в журнале работы приборов, выполненных при проверке работы регистрирующей установки (в соответствии с 6.3.2 – 6.3.8) проверить правильность определения участков кривых, требующих восстановления. В сомнительных случаях (при сбоях в работе гелиостата, затенении актинометра и др.) сопоставить кривую регистрации S с лентой гелиографа, учитывая разницу во времени на ней и на диаграммной ленте регистратора. Для дня с общей облачностью не более 2 баллов характерно следующее: если в соседние дни в одно и то же время ординаты S увеличились, то ординаты D должны уменьшиться и наоборот.

Ж.2.3.3 Проверить правильность определения нулевой линии (в соответствии с 6.6.2.2), особенно для балансомера, а также правильность определения среднечасовых ординат H_j , обращая внимание на то, чтобы они были определены по точкам, а не по цифрам записанной кривой. При большом рассеянии точек необходимо выполнить выборочную проверку значений H_j путем суммирования ординат каждой из точек и деления на число точек в часовом интервале, чтобы убедиться в том, что погрешность определения значений H_j и в таких условиях наблюдений соответствует допуску указанному в 6.6.2.3.

Ж.2.3.4 Проверить правильность определения температуры воздуха и скорости ветра для каждого часового интервала.

Ж.2.3.5 Если был произведен пересчет ординат в соответствии с 6.6.2.5, то необходимо проверить правильность его выполнения.

Ж.2.3.6 Если в пункте наблюдений не выполняется полная обработка результатов регистрации, то для уверенности в качестве данных, направляемых в центр обработки, рекомендуется выполнить выборочный контроль часовых сумм радиации по методике, изложенной в Ж.2.4, для отдельных часовых интервалов при малооблачном небе и в дни после дождя или мокрого снега.

Ж.2.4 Контроль часовых сумм радиации

Ж.2.4.1 Контроль часовых сумм радиации выполняется для результатов полной обработки. При этом проверяют, чтобы не превышались предельные значения, а также соотношения между различными видами радиации. Причинами неправильных значений часовых сумм, общими для всех видов радиации, могут быть появление наводок, короткое замыкание или нарушение контакта в измерительной цепи (см. Ж.2.2.2), изменение переводного множителя датчика с регистратором. Рекомендуемый порядок проведения контроля, а также другие возможные причины появления неправильных значений часовых сумм рассматриваются в Ж.2.4.2 – Ж.2.4.4.

Ж.2.4.2 Проверить соблюдение предельных значений часовыми суммами прямой солнечной $\sum_{\text{ч}} S$, рассеянной $\sum_{\text{ч}} D$, суммарной радиации, полученной по незатененному пиранометру $\sum_{\text{ч}} Q$, а также суммарной радиации, полученной по затененному

пиранометру и актинометру $\sum_{\text{ч}} Q^*$ и вычисленной по формуле $\sum_{\text{ч}} Q^* = \sum_{\text{ч}} D + \sin h \sum_{\text{ч}} S$. Предельные значения составляют 2,9 МДж/м² для $\sum_{\text{ч}} D$ и 5,4 МДж/м² для $\sum_{\text{ч}} Q$ и $\sum_{\text{ч}} Q^*$. Для $\sum_{\text{ч}} S$ предельные значения $\sum_{\text{ч}} S_n$ указаны в таблице Ж.3.

Таблица Ж.3 – Предельные значения $\sum_{\text{ч}} S_n$ при различной высоте Солнца h в момент середины часового интервала

h°	7	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90
$\sum_{\text{ч}} S_n \text{ МДж/м}^2$	3,04	3,34	3,64	3,82	3,97	4,07	4,20	4,30	4,35	4,37	4,40

Если получено значение, превышающее указанные предельные, то его следует отметить как сомнительное, попытаться выяснить причину и, если причина определена, внести соответствующие исправления. Помимо перечисленных в Ж.2.4.1, могут быть следующие причины:

- причиной завышенного значения $\sum_{\text{ч}} S$ может быть неправильная разметка диаграммной ленты по времени, в результате чего неправильно определена высота Солнца h . Необходимо еще раз проверить разметку ленты по времени. Если она выполнена правильно, то сравнить сомнительное значение $\sum_{\text{ч}} S$ со значением $\sum_{\text{ч}} S^*$, вычисленным по формуле $\sum_{\text{ч}} S^* = (\sum_{\text{ч}} Q - \sum_{\text{ч}} D) / \sin h$;

- значения $\sum_{\text{ч}} D$ могут быть завышены при сбое затенения пиранометра. Требуется сопоставить ход кривой записи D в этом часовом интервале в разные дни при открытом диске Солнца (лучше при малооблачном небе). Если сбой затенения носит случайный характер, то завышенные ординаты H_D в другие дни не повторяются. Сравнить сомнительное значение $\sum_{\text{ч}} D$ со значением $\sum_{\text{ч}} D^*$, вычисленным по формуле $\sum_{\text{ч}} D^* = \sum_{\text{ч}} Q - \sin h \sum_{\text{ч}} S$. Расхождение должно быть не более 20 %. Если это не так, то значение $\sum_{\text{ч}} D$ требует восстановления;

- сигналы пиранометра могут оказаться завышенными, если нижняя поверхность корпуса пиранометра загрязнена. Особенно опасным является налет соли, при увлажнении которой появляется «паразитный» ток гальванического происхождения.

Ж.2.4.3 Проверить соотношения между часовыми суммами различных видов радиации. Сначала рекомендуется провести проверку для прямой солнечной, рассеянной и суммарной радиации путем сравнения значений $\sum_{\text{ч}} Q$ и $\sum_{\text{ч}} Q^*$. При этом возможны следующие случаи:

- если значение $\sum_{\text{ч}} Q^*$ превышает значение $\sum_{\text{ч}} Q$ более чем на 20 %, то причинами могут быть засветка пиранометра в теневом кольце, наличие тени от окружающих предметов (в том числе проводов) на незатененном пиранометре. В случае искажения кривой записи Q , вызванного большими поправками F_h (см. примечание к Ж.2.2.3), эту проверку не выполнять;

- если значение $\sum_{\text{ч}} Q^*$ меньше значения $\sum_{\text{ч}} Q$ более чем на 20 %, то причинами могут быть затенение актинометра (Ж.2.2.4) или сбой его нацеливания на Солнце. В этом случае необходимо сравнить сомнительное значение $\sum_{\text{ч}} S$ со значением $\sum_{\text{ч}} S^*$ (Ж.2.4.2, перечисление «а»), а также сопоставить ход кривой S в этом часовом интервале с лентой гелиографа;

- в условиях переменной облачности, если значение $\sum_{\text{ч}} S'$ более нуля или если суточная продолжительность солнечного сияния не менее 1 ч, должно выполняться требование: $\sum_{\text{ч}} D < \sum_{\text{ч}} Q$. Если значение $\sum_{\text{ч}} S'$ равно нулю или если суточная продолжительность солнечного сияния менее 1 ч, должно выполняться требование: $\sum_{\text{ч}} D \leq \sum_{\text{ч}} Q$. В случае несоответствия этим требованиям значение $\sum_{\text{ч}} Q^*$ не определять;

- часовая сумма отраженной радиации должна быть меньше часовой суммы суммарной радиации, но при сплошном снежном покрове и малой высоте Солнца может

быть равна ей или даже превышать, если поправочные множители F_n у пиранометров велики;

- часовую сумму радиационного баланса проверяют по двум критериям: $\sum_{\text{ч}} (B - S') < < \sum_{\text{ч}} D$ и $\sum_{\text{ч}} B < \sum_{\text{ч}} Q$.

Ж.2.4.4 Проверить результаты текущего контроля рабочих датчиков (см. 6.7.5 – 6.7.6), отметить моменты превышения допусков и сопоставить с моментами появления сомнительных значений часовых сумм. Если эти моменты совпадают, то часовая сумма должна быть забракована и для нее необходимо выполнить восстановление по 6.6.4. Если при текущем контроле, выполненном после дождя, одна или несколько последовательно полученных точек на графике вышли за пределы, ограниченные линиями допуска, а затем были получены удовлетворительные результаты, то причиной могло быть намокание датчика, который после испарения воды вернулся в нормальное состояние. В этот период требуется восстановление данных по 6.6.4. Необходимо проверить сопротивление изоляции датчиков, герметизацию выводов в рукоятке балансомера. Если стеклянный колпак пиранометра не запотеваает изнутри, проверить состояние нижней поверхности корпуса (по Ж.2.4.2).

Ж.2.4.5 В сомнительных случаях, особенно при переменной облачности рекомендуется проверить соотношения между видами радиации по Ж.2.4.3 за короткие интервалы времени (5 – 10 мин), в течение которых сравниваемые виды радиации были стабильными, и сравнить полученные соотношения в разные дни.

Ж.2.4.6 Проверить правильность восстановления часовых сумм радиации в соответствии с указаниями 6.6.4.

Ж.2.4.7 В случае систематического несоответствия указанным критериям необходимо провести тщательный технический осмотр всех приборов и установок, выполнить дополнительный контроль или поверку датчиков и измерительных приборов.

Приложение К (информационное)

Расчет суточных и месячных сумм радиации

К.1 По результатам регистрации суточную сумму радиации получают как сумму часовых сумм, а месячную – как сумму суточных сумм.

К.1.1 Суточную сумму не вычисляют при неполном ряде, т. е. если пропущена или забракована хотя бы одна часовая сумма. Суточную сумму округляют до 0,1 МДж/м².

К.1.2 Месячную сумму вычисляют, если в течение месяца количество отсутствующих суточных сумм не более 9; если пропущенных суточных сумм 10 и более, то месячную сумму не вычисляют. При наличии пропущенных (не более 9) суточных сумм месячную сумму вычисляют по формуле:

$$\sum_{i=1}^n J = \frac{\sum_{i=1}^n (\sum_{ci} J)}{n} N, \quad (\text{K.1})$$

где J – обозначение элемента радиации;

$\sum_{ci} J$ – значение суточной суммы в i -й день, МДж/м²;

N – число дней в месяце;

n – количество суточных сумм, по которым вычисляется месячная сумма.

Месячную сумму округляют до 1 МДж/м².

Аналогичным образом определяют месячную сумму по результатам интегрирования.

К.2 По результатам срочных наблюдений суточные суммы не вычисляют ввиду их неточности. Месячную сумму суммарной, рассеянной радиации и радиационного баланса на станции вычисляют так называемым методом трапеций¹ по осредненным за месяц значениям элемента радиации для каждого срока наблюдений.

К.2.1 Месячную сумму суммарной радиации вычисляют по формуле:

$$\sum_{\text{м}} Q = \left[\frac{Q_1}{2} t_1 + \left(\frac{Q_1}{2} + Q_2 + Q_3 + Q_4 + \frac{Q_5}{2} \right) \cdot 180 + \frac{Q_5}{2} t_2 \right] \cdot 0,06N, \quad (\text{K.2})$$

где $Q_1 - Q_5$ – среднемесячное значение суммарной радиации, полученное для первого – пятого сроков, вычисленное до 0,001 кВт/м²;

t_1 – время в минутах от момента восхода Солнца 15-го числа месяца до первого срока;

t_2 – время между пятым сроком и моментом захода Солнца 15-го числа месяца, мин;

N – число дней в месяце;

180 – интервал времени между соседними сроками (3 ч), выраженный в минутах;

0,06 – коэффициент для перевода в МДж/м².

Пример – Вычислить месячную сумму суммарной радиации

за июль в пункте А. Все срочные наблюдения проведены после восхода и перед заходом Солнца.

Среднемесячные значения Q по срокам следующие:

Номер срока	1	2	3	4	5
Время срока, ч мин	6-30	9-30	12-30	15-30	18-30
Q кВт/м ²	0,207	0,444	0,526	0,348	0,163

В данном пункте 15 июля восход Солнца в 2 ч 06 мин, а заход в 22 ч 06 мин. Определяем: $t_1 = 264$ мин, $t_2 = 216$ мин. Вычисляем значение месячной суммы:

$$\sum_{\text{м}} Q = \left[\frac{0,207}{2} \cdot 264 + \left(\frac{0,207}{2} + 0,444 + 0,526 + 0,348 + \frac{0,163}{2} \right) \cdot 180 + \frac{0,163}{2} \cdot 216 \right] \cdot 0,06 \cdot 31 = 587 \text{ МДж/м}^2.$$

К.2.2 Месячные суммы рассеянной радиации вычисляют аналогично месячным суммам суммарной радиации.

К.2.3 Месячную сумму радиационного баланса $\sum_m B$ определяют по среднемесячным значениям B , полученным в каждый из шести сроков наблюдений. При этом если значения B меняют свой знак после восхода Солнца, принимается, что радиационный баланс равен нулю в моменты через 1 ч после восхода и через 1 ч 10 мин после захода Солнца в случаях отсутствия снежного покрова. При сплошном снежном покрове (значения A_k превышают 0,50 не менее чем в течение 20 дней месяца) принимают, что значение B равно нулю через 1 ч 30 мин после восхода и за 1 ч 30 мин до захода Солнца. Время во всех случаях берут на 15-е число месяца. В дальнейшем эти моменты будем называть установленными моментами перехода величины B через нуль. Расчет выполняют по формуле:

$$\sum_m B = \left(\frac{B_1 + B_2}{2} t_1 + \frac{B_2 + B_3}{2} t_2 + \dots + \frac{B_7 + B_8}{2} t_7 + \frac{B_8 + B_1}{2} t_8 \right) \cdot 0,06N, \quad (\text{К.3})$$

где $B_1 - B_8$ – среднемесячные значения баланса, кВт/м²;

$t_1 - t_7$ – интервалы времени между моментами получения двух соседних значений B , мин;

t_8 – интервал времени между последним значением (B_8) и первым (B_1), мин;

N – число дней в месяце.

При расчетах в порядок следования сроков включаются установленные моменты перехода значения B через нуль, поэтому в формуле (К.3) указаны восемь значений B и t . Если установленный момент перехода величины B через нуль приходится между сроками, в которых знаки B одинаковы, то этот момент в формулу (К.3) не включают; если подобным образом расположен и второй установленный момент перехода B через нуль, то не включают и его.

Пример

Оба установленных момента перехода значения B через нуль находятся между сроками, для которых получены среднемесячные значения B с разными знаками. Пусть измерения выполнены в июле без снежного покрова. Восход Солнца 15 июля в 3 ч 06 мин, а заход в 20 ч 54 мин. Находим установленные моменты перехода значения B через нуль: 3 ч 06 мин + 1 ч = 4 ч 06 мин и 20 ч 54 мин - 1 ч 10 мин = 19 ч 44 мин. Составляем таблицу, в которой после сроков 0 ч 30 мин и 18 ч 30 мин указываем для этих моментов значения B , равные нулю:

Номер срока	1	2	3	4	5	6	7	8
Время, ч мин	0-30	4-06	6-30	9-30	12-30	15-30	18-30	19-44
B кВт/м ²	- 0,026	0	0,114	0,282	0,342	0,218	0,070	0
t мин	216	144	180	180	180	180	74	286

$$\begin{aligned} \sum_m B = & \left(\frac{-0,026 + 0}{2} \cdot 216 + \frac{0 + 0,114}{2} \cdot 144 + \frac{0,114 + 0,282}{2} \cdot 180 + \frac{0,282 + 0,342}{2} \cdot 180 + \right. \\ & \left. + \frac{0,342 + 0,218}{2} \cdot 180 + \frac{0,218 + 0,070}{2} \cdot 180 + \frac{0,070 + 0}{2} \cdot 74 + \frac{0 - 0,026}{2} \cdot 286 \right) \cdot 0,06 \cdot 31 = 321 \text{ МДж/} \\ & \text{м}^2. \end{aligned}$$

К.2.4 Среднемесячное альbedo A_k рассчитывают как среднее арифметическое значение за сроки 9 ч 30 мин, 12 ч 30 мин и 15 ч 30 мин. Для пунктов, расположенных на широте выше 60°, в зимние месяцы берут сроки 9 ч 30 мин и 12 ч 30 мин, а иногда только один срок 12 ч 30 мин. Значение A_k округляют до 0,01.

К.2.5 Для прямой солнечной радиации вычисляют месячную сумму прямой солнечной радиации на горизонтальной поверхности как разность месячных сумм суммарной и рассеянной радиации по формуле:

$$\sum_m S' = \sum_m Q - \sum_m D. \quad (K.4)$$

К.2.6 Месячную сумму отраженной радиации получают по месячной сумме суммарной радиации и среднемесячному альбедо по формуле:

$$\sum_m R_k = A_k \sum_m Q. \quad (K.5)$$

К.2.7 Месячную сумму коротковолнового баланса получают как разность между месячными суммами суммарной и отраженной радиации по формуле:

$$\sum_m B_k = \sum_m Q - \sum_m R_k \quad \text{или} \quad \sum_m B_k = (1 - A_k) \cdot \sum_m Q. \quad (K.6)$$

К.2.8 Месячную сумму длинноволнового баланса получают по формуле:

$$\sum_m B_d = \sum_m B + \sum_m R_k - \sum_m Q. \quad (K.7)$$

К.2.9 В период полярного дня в пунктах, расположенных за полярным кругом, месячную сумму суммарной радиации (и месячную сумму рассеянной радиации) вычисляют по формуле:

$$\sum_m Q = (2Q_0 + 1,5Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + 1,5Q_5) \cdot 10,8 N, \quad (K.8)$$

где Q_0 – среднемесячное значение суммарной радиации в срок 0 ч 30 мин, кВт/м²;

$Q_1 - Q_5$ – то же, но в сроки с 6 ч 30 мин до 18 ч 30 мин;

N – число дней в месяце;

10,8 – коэффициент для приведения к 3-часовым интервалам ($3,6 \cdot 3 = 10,8$).

Месячную сумму радиационного баланса вычисляют по формуле (К.3) без введения в нее установленных моментов перехода величины B через 0, т. е. по шести срокам.

Приложение Л
(информационное)

Значения коэффициента $[1 - 0,008(T - 20)]$, используемого для введения температурных поправок к показаниям актинометра, при различной температуре воздуха T

Десятки °C	Единицы °C									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
– 60	1,0640	1,0648	1,0656	1,0664	1,0672	1,0680	1,0688	1,0696	1,0704	1,0712
– 50	1,0560	1,0568	1,0576	1,0584	1,0592	1,0600	1,0608	1,0616	1,0624	1,0632
– 40	1,0480	1,0488	1,0496	1,0504	1,0512	1,0520	1,0528	1,0536	1,0544	1,0552
– 30	1,0400	1,0408	1,0416	1,0424	1,0432	1,0440	1,0448	1,0456	1,0464	1,0472
– 20	1,0320	1,0328	1,0336	1,0344	1,0352	1,0360	1,0368	1,0376	1,0384	1,0392
– 10	1,0240	1,0248	1,0256	1,0264	1,0272	1,0280	1,0288	1,0296	1,0304	1,0312
– 0	1,0160	1,0168	1,0176	1,0184	1,0192	1,0200	1,0208	1,0216	1,0224	1,0232
+ 0	1,0160	1,0152	1,0144	1,0136	1,0128	1,0120	1,0112	1,0104	1,0096	1,0088
10	1,0080	1,0072	1,0064	1,0056	1,0048	1,0040	1,0032	1,0024	1,0016	1,0008
20	1,0000	0,9992	0,9984	0,9976	0,9968	0,9960	0,9952	0,9944	0,9936	0,9928
30	0,9920	0,9912	0,9904	0,9896	0,9888	0,9880	0,9872	0,9864	0,9856	0,9848
40	0,9840	0,9832	0,9824	0,9816	0,9808	0,9800	0,9792	0,9784	0,9776	0,9768
50	0,9760	0,9752	0,9744	0,9736	0,9728	0,9720	0,9712	0,9704	0,9696	0,9688
60	0,9680	0,9672	0,9664	0,9656	0,9648	0,9640	0,9632	0,9624	0,9616	0,9608

Приложение М
(рекомендуемое)

**Рекомендации по размещению, установке и вводу в работу технических средств
для выполнения актинометрических наблюдений**

М.1 Описание устройства технических средств

М.1.1 Устройство актинометрических датчиков, измерительных приборов, электропервичных часов, электролитического интегратора и анемометра описано в технической документации, прилагаемой к изделию заводом-изготовителем. Описание устройства технических средств, не имеющих такого документа, а также рекомендации по изготовлению вспомогательного оборудования, не выпускаемого централизованно, но необходимого при выполнении актинометрических наблюдений, приводится в М.1.2-М.1.7.

М.1.2 Стойка актинометрическая М-13а

На стойке М-13а (можно использовать стойку М-13) устанавливают актинометр, пиранометр и балансомер, предназначенные для выполнения срочных наблюдений, а также для контроля приборов, используемых для регистрации и интегрирования элементов радиации.

Стойку М-13а (рисунок М.1) крепят в грунте опорой 2 со стабилизаторами 1. Насадка 4 установлена на опоре 2. Горизонтальность стрелы 9 регулируют при помощи трех винтов 3. Внутри направляющей трубы 10 проходит стрела 9, которую можно поворачивать в трубе 10 и фиксировать винтом 11. На стреле 9 крепят головку пиранометра 14 и балансомер 18.

Головку пиранометра 14 закрепляют при помощи хомутка 23 и винта 22 с гайкой. Горизонтальность установки головки пиранометра в направлении, перпендикулярном оси стрелы, регулируют поворотом хомутка 23 на стреле 9. Экран 13 закреплен также на стреле 9 и предназначен для экранирования потока излучения из полусферы, противоположной направлению приемной поверхности головки пиранометра.

Балансомер 18 крепят на кронштейне 20 при помощи винта 19. Горизонтальность балансомера в направлении, перпендикулярном оси стрелы 9, регулируют поворотом винта / 9 в кронштейне 20.

Для обращения головки пиранометра приемной поверхностью вниз стрела 9 при зажатом винте 7 и оттянутом фиксаторе 6 поворачивается за рукоятку 8 на 180° до щелчка фиксатора 6.

Внутри стрелы 9 проходит ось 21, на которой закреплен стержень 15 с двумя теневыми экранами для головки пиранометра 16 и балансомера 17. Поворот стержня 15 с теневыми экранами 16 и 17 вокруг оси стрелы 9 производят при отпущенном винте 7 поворотом стержня 21 за рукоятку 8. Для фиксации положения оси 21 внутри стрелы 9 предусмотрена тормозная колодка, управляемая винтом 7. Для затенения пиранометра и балансомера стрелу необходимо повернуть в положение, перпендикулярное азимутальному направлению на Солнце (рабочее положение стрелы).

Пиранометр в рабочем положении должен быть повернут номером, нанесенным на его диафрагме, в азимутальном направлении на Солнце, т.е. перпендикулярно оси стрелы влево до полудня и вправо после полудня.

Актинометр 12 устанавливают вместе с его штативом на горизонтальной плите, которой заканчивается верхняя часть насадки 4, и крепят винтами.

В комплект стойки входит также решетчатый настил для удобства при выполнении наблюдений и эксплуатационного ухода.

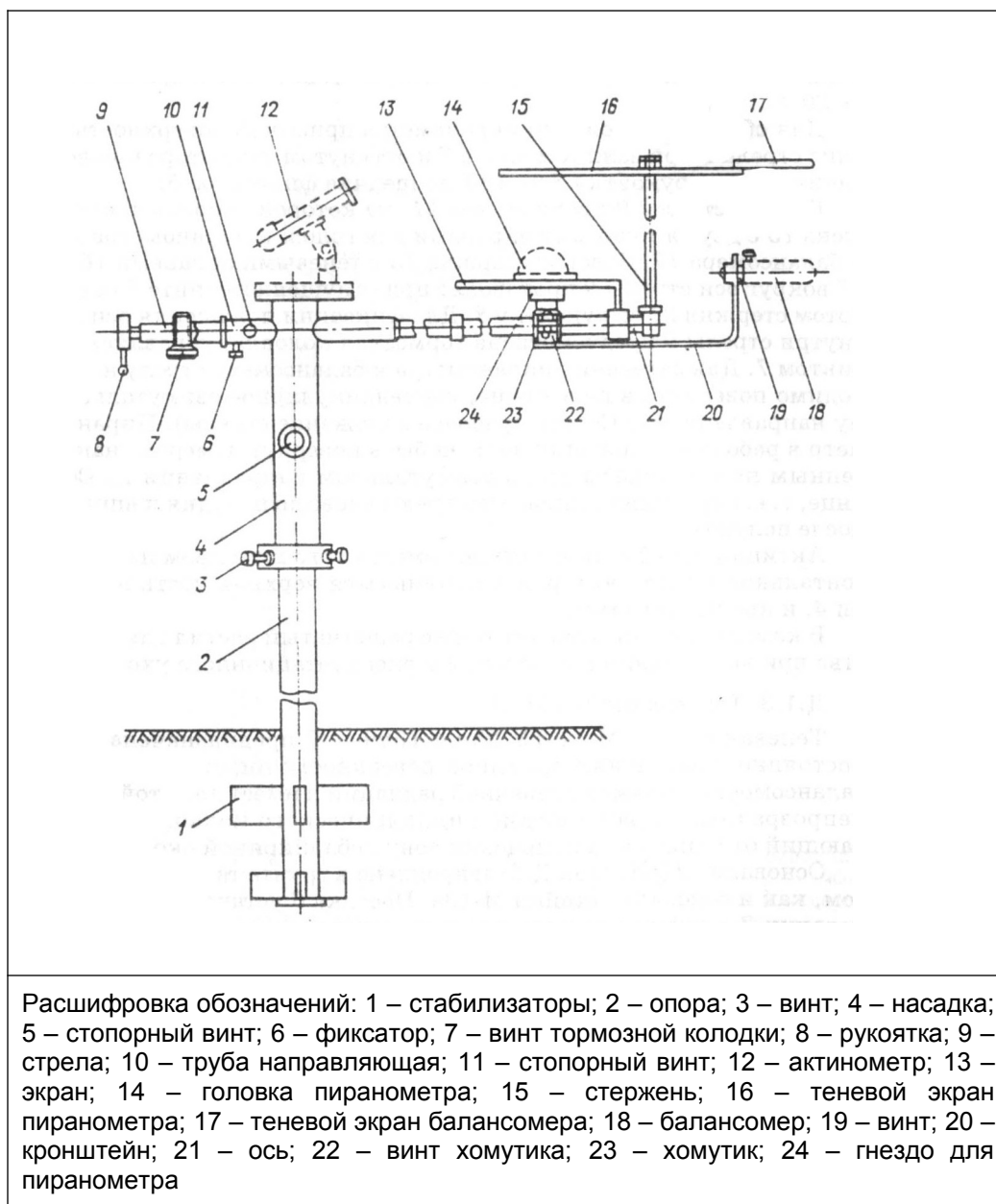


Рисунок М.1 – Стойка актинометрическая М-13а

М.1.3 Теневая стойка М-41

Теневая стойка М-41 предназначена для постоянного затенения приемной поверхности пиранометра или балансомера от прямой солнечной радиации и имеет для этой цели непрозрачный экран в форме цилиндрического кольца, закрывающий от приемника кольцевую зону неба шириной около 10°.

Основание 2 (рисунок М.2) закреплено в грунте таким же образом, как и основание стойки М-13а. Насадка 6 установлена на основании 2 и зафиксирована тремя стопорными винтами 4, позволяющими корректировать вертикальность насадки 6 и ее ориентацию по азимуту (паз вилки 7 должен быть направлен по линии север-юг).

Кольцо 17 крепится серьгой 8 в вилке 7 при помощи болтов 20 и 21. Для того, чтобы обеспечить возможность регулировки угла наклона кольца в направлении север-юг, предусмотрены пазы в серьге 5, а в направлении восток-запад – пазы в основании серьги.

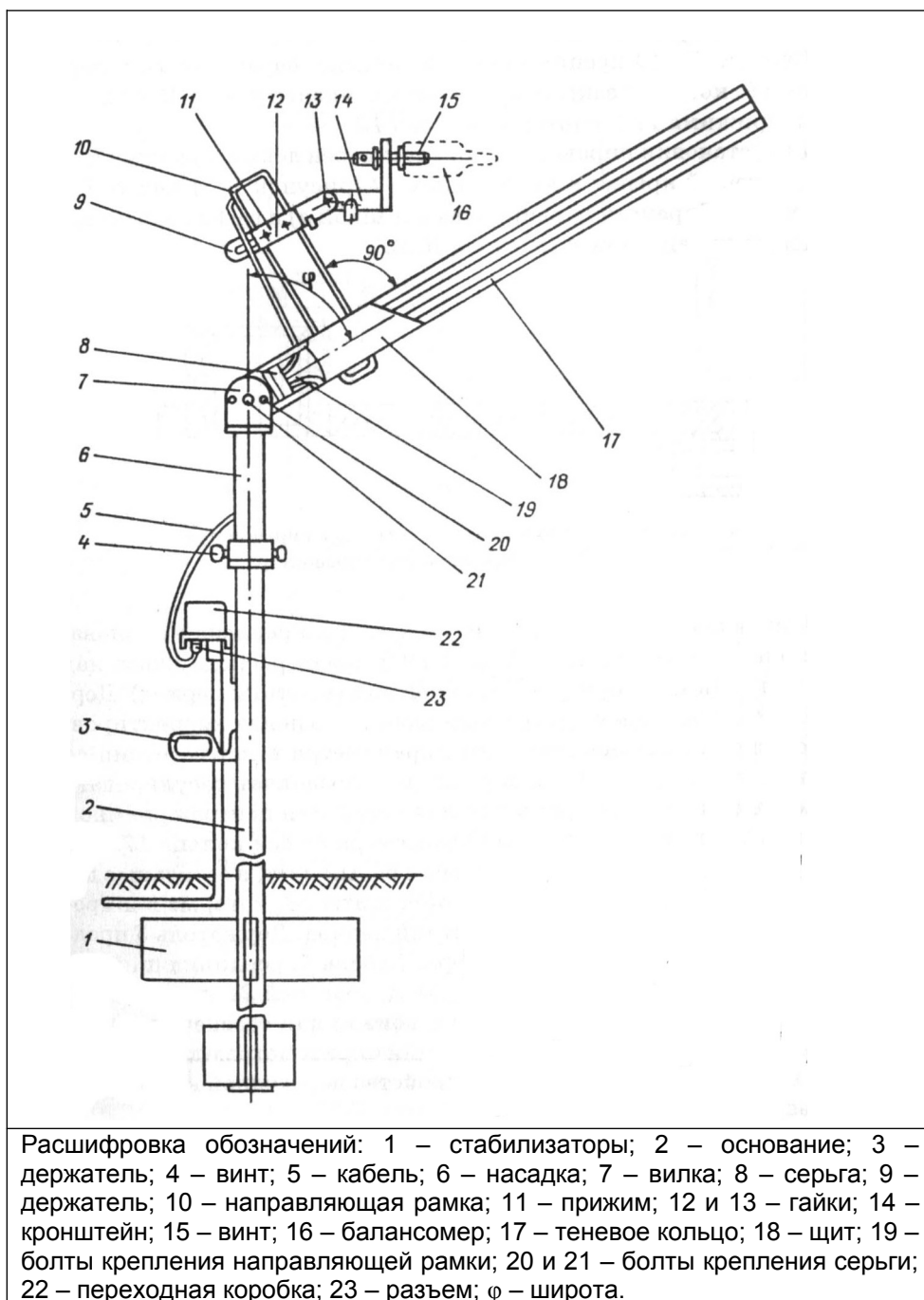


Рисунок М.2 – Теневая стойка.

Балансомер 16 крепят на кронштейне 14 при помощи винта 15. Кронштейн 14 крепят винтом и гайкой с барашком 13 к держателю 9, который закреплен на направляющей рамке 10 при помощи прижима 11 и винтов с гайками 12.

Для установки пиранометра предусмотрен держатель (рисунок М.3), который крепят к кронштейну 14 (рисунок М.2) вместо балансомера. Пиранометр ввинчивают гайкой а в гнездо в, закрепленное на кронштейне 6 (рисунок М.3).

Направляющая рамка 10 (рисунок М.2) закреплена на основании кольца 17 при помощи болтов 19 и может располагаться над кольцом 17 (в зимний период) или под ним (в летний период). Держатель 9 можно перемещать вдоль рамки 10 в целях корректировки положения балансомера или пиранометра в соответствии со склонением Солнца. Паз в держателе 9 позволяет регулировать его положение поперек рамки 10 для установки центра приемной поверхности пиранометра или балансомера на оси кольца 17.

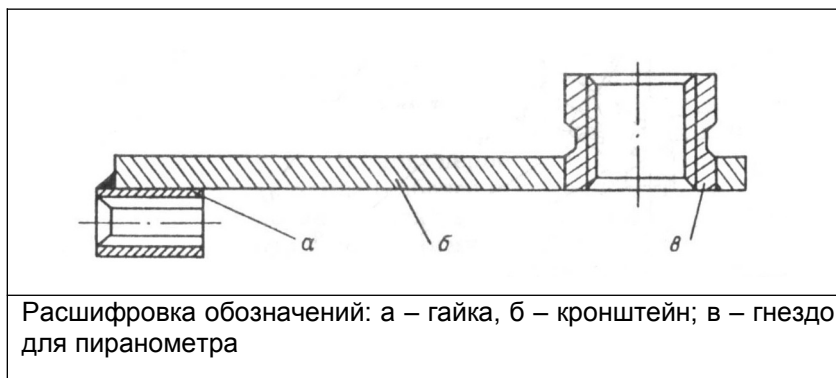


Рисунок М.3 – Держатель для пиранометра

Наружная сторона кольца 17 окрашена в белый цвет, а остальные детали – в черный. На кольце имеются щиты 18, которые в широтах выше 50° устанавливают на летний период. Держатель 3 предусмотрен для крышки балансомера. Кабель 5, соединяющий балансомер или пиранометр с переходной коробкой 22, закрепляют вдоль основания 2 с необходимой слабиной для обеспечения возможности всех регулировок положения пиранометра или балансомера в процессе эксплуатации.

Устройство переходной коробки 22 предназначенной для соединения линий связи показано на рисунке М. 4.

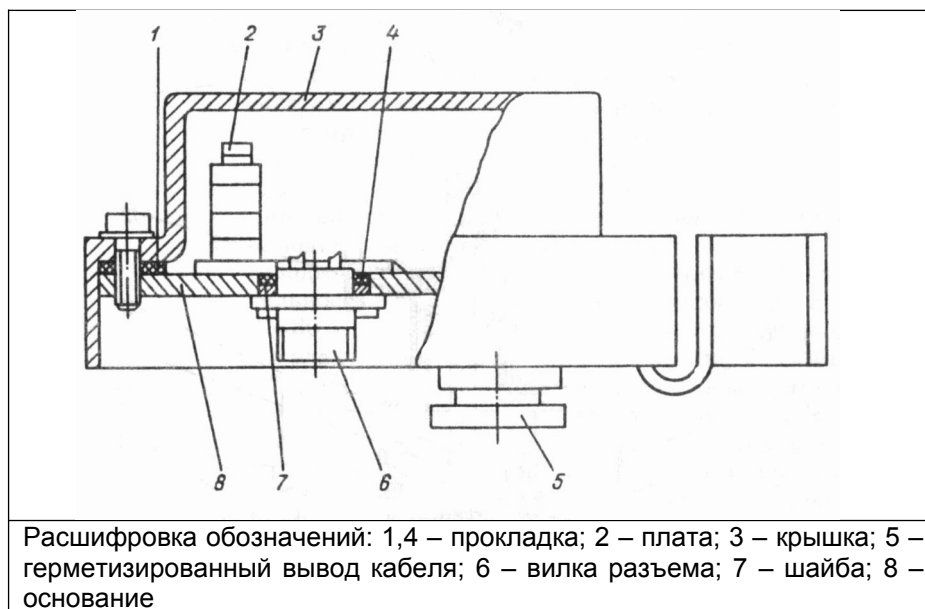


Рисунок М.4 – Переходная коробка

М.1.4 Гелиостат, электропервичные часы и блок питания

Гелиостат предназначен для автоматического поворота актинометра относительно оси мира по траектории движения Солнца по небосводу с такой же угловой скоростью (360° за 24 ч) в целях обеспечения положения актинометра постоянно нацеленным в направлении на Солнце.

Устройство гелиостата показано на рисунке М.5. В качестве движущего механизма используется электромагнит 17, приводящий в движение храповое колесо 5. Редуктор 14, состоящий из червячной пары, передает вращение храпового колеса на ось 13 гелиостата и рассчитан таким образом, что при пропускании через электромагнит импульсов электрического тока с частотой 1 импульс в минуту ось 13 гелиостата совершает 1 оборот в сутки.

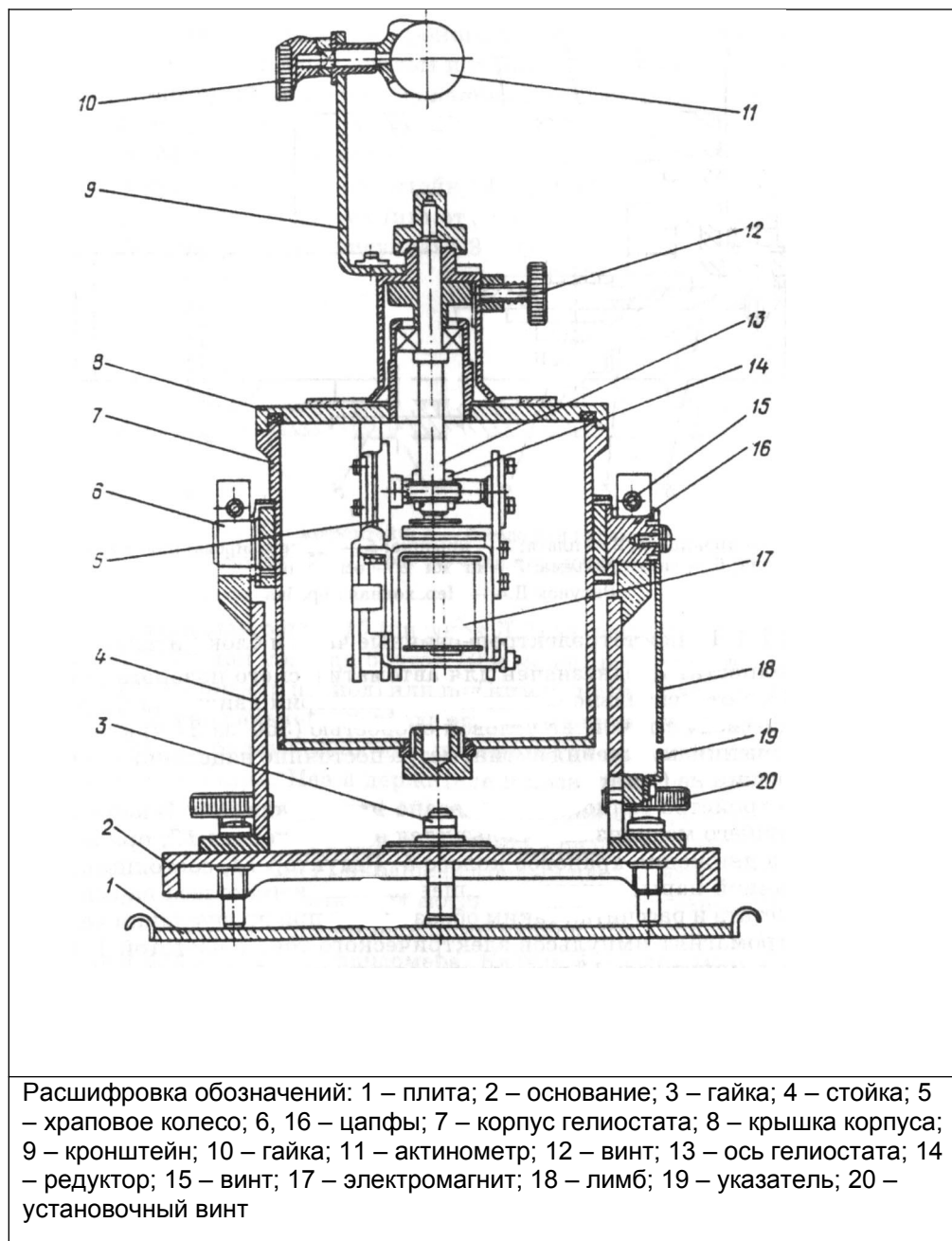


Рисунок М.5– Гелиостат

На оси 13 закреплен кронштейн 9, на котором установлен актинометр 11. Винт 12 фиксирует кронштейн 9 на оси 13. При отпущенном винте 12 кронштейн 9 свободно проворачивается на оси 13, становится возможной корректировка направления актинометра по азимуту. Электромагнит с редуктором закреплены на крышке 8 корпуса 7 гелиостата. Корпус 7 имеет две цапфы 6 и 16 с помощью которых он установлен в левой и правой стойках 4. Винты 15 служат для фиксации наклона корпуса 7 при установке гелиостата по широте. При этом указатель 19 должен показывать на лимбе 18 географическую широту пункта установки гелиостата. Стойки 4 закреплены на основании 2, которое установлено на плите 1 на трех установочных винтах 20 и закреплено гайкой 3 с болтом.

Регулировку положения актинометра при изменении склонения Солнца производят при отпущенной гайке 10.

Блок питания работает от сети переменного тока и предназначен для преобразования сетевого напряжения 127/220 В в напряжение 30 В постоянного тока, необходимое для питания электропервичных часов, подающих импульсы на гелиостат.

Technical drawing of a mechanical assembly, likely a valve or actuator, shown in a cross-sectional view. The assembly consists of a main body (7) mounted on a vertical support (8). A horizontal plate (3) is positioned above the body, with a cover (4) on top. A partition (2) separates the internal components. A gasket (1) is located at the top left. A bolt (5) is used to secure the assembly. A seal (6) is located at the bottom right. A plug (10) is used to seal the bottom. A rubber ring (11) is located at the bottom left. A washer (12) is located at the bottom left. A nut (9) is located at the bottom left.

Расшифровка обозначений: 1 – прокладка; 2 – перегородка; 3 – плата; 4 – крышка; 5 – болт; 6 – сальник; 7 – корпус; 8 – стойка; 9 – гайка; 10 – заглушка; 11 – резиновое кольцо; 12 – шайба

Соединительная коробка (рисунок М.6) предназначена для герметизации мест соединения двухжильных кабелей, идущих от установленных на наблюдательной площадке стоек с датчиками и гелиостата, с многожильными кабелями, которые идут в помещение к измерительным приборам.

Соединительную коробку устанавливают на стойке 8, закрепляемой в грунте.

Распределительный щит является промежуточным звеном между кабелями, идущими с площадки от соединительной коробки, и аппаратурой, установленной в помещении.

М.1.7 Вспомогательное оборудование, не выпускаемое централизованно, должно быть изготовлено в ССИ или в пункте наблюдений. Основные требования к устройству и примеры конструкций приводятся ниже.

М.1.7.1 Ящик для гальванометров должен быть закреплен на врытой в грунт опоре на высоте, обеспечивающей удобство при снятии отсчетов по гальванометрам.

Размеры внутреннего пространства ящика должны быть рассчитаны на установку в нем трех гальванометров ГСА-1 или ГСА-1М (дно не менее 72 x 25, высота передней стенки – 25, а задней – около 40 см).

Гальванометры в ящике должны быть установлены горизонтально (с погрешностью не более 3°) на дне ящика.

В ящике должен быть установлен переключатель полярности для выводов балансомера. Обозначения положения переключателя («1» и «2») должны быть нанесены отчетливо в месте, удобном для визирования при выполнении измерений.

Ящик должен иметь крышку, защищающую внутреннее пространство от осадков и открывающую доступ к гальванометрам при выполнении наблюдений и операций по эксплуатационному уходу.

Все поверхности ящика и его деталей, а также опора должны быть окрашены белой масляной краской в целях уменьшения нагревания солнечными лучами.

Ящик закреплен болтами на плите опоры, врытой в грунт. Верхний край ящика должен быть скошен, чтобы в закрытом положении крышка располагалась наклонно и обеспечивала сток дождевой воды. Кроме того, при более низкой стенке ящика со стороны, обращенной к наблюдателю, удобнее снимать отсчеты по гальванометрам и выполнять операции по эксплуатационному уходу. При открытом ящике крышка, прикрепленная к нему на петле, откидывается на две опоры.

На дне ящика расположен столик 4 для гальванометров, имеющий три установочных винта 5 для регулировки горизонтальности столика по накладному уровню.

На задней стенке ящика закреплен переключатель, предназначенный для замыкания накоротко выводов балансомера при определении места нуля гальванометра, подключенного к балансомеру. Переключатель должен иметь маркировку «0» (балансомер замкнут накоротко) и «Р» (рабочее положение). Возможны также другие варианты конструкции ящика.

М.1.7.2 Стойка для ручного анемометра должна представлять собой деревянный или металлический столб, закрепленный в грунте рядом с ящиком для гальванометров. Актинометр должен устанавливаться на торце столба на такой же высоте, как и балансомер на стойке М-13а. При изготовлении стойки необходимо учесть, что после каждого срочного наблюдения анемометр снимают и кладут в ящик с гальванометрами.

М.1.7.3 Стойка для датчиков суммарной и отраженной радиации должна представлять собой закрепленный в грунте столб с горизонтальной стрелой, длина которой не менее 1,5 м, высота над земной поверхностью 1,5 м. Стрела должна быть окрашена в белый цвет, а столб должен быть матово-черным. Стрела может быть неподвижной или иметь возможность поворота на 360° относительно вертикальной оси. При неподвижной стреле должен быть предусмотрен откидной настил, устанавливаемый для подхода к расположенным на стреле датчикам и легко убираемый после осмотра датчиков на расстояние не менее 1,5 м от пиранометра, обращенного вниз.

Должна быть предусмотрена возможность корректировки горизонтальности пиранометров, для чего могут быть использованы, например, штативы пиранометра М-80М.

Пиранометр для регистрации отраженной радиации должен быть установлен на конце стрелы приемной поверхностью вниз. Пиранометр для регистрации суммарной радиации должен быть установлен приемной поверхностью вверх над столбом или на стреле. Детали стойки не должны экранировать поле зрения пиранометров. На стойке должно быть предусмотрено место для крышки пиранометра.

М.1.7.4 Стойка для гелиостата должна иметь в своей конструкции закрепляемый в грунте столб. Высота столба над земной поверхностью – 1,6 м или более, если существует вероятность затенения солнечного диска. На торце столба должен быть

закреплен горизонтальный столик размером не менее 330 x 330 мм для установки гелиостата.

Столик должен быть снабжен съемным чехлом для защиты гелиостата с актинометром от осадков. Конструкция чехла должна быть жесткой и иметь внутренние размеры не менее 320 x 320 мм и высоту 500 мм, чтобы чехол можно было устанавливать, не отключая гелиостат и не сбивая нацеливание актинометра.

Должно быть предусмотрено заземление гелиостата или непосредственно (если столб деревянный) или через металлическую стойку (если она надежно заземлена).

Стойка должна иметь две переходные коробки для подключения выводов актинометра к кабелю, ведущему к самопишущему прибору, и для подачи питания на гелиостат. Вместо переходных коробок могут быть использованы герметичные разъемы.

Для доступа к приборам рядом со стойкой должна быть установлена ступенчатая подставка.

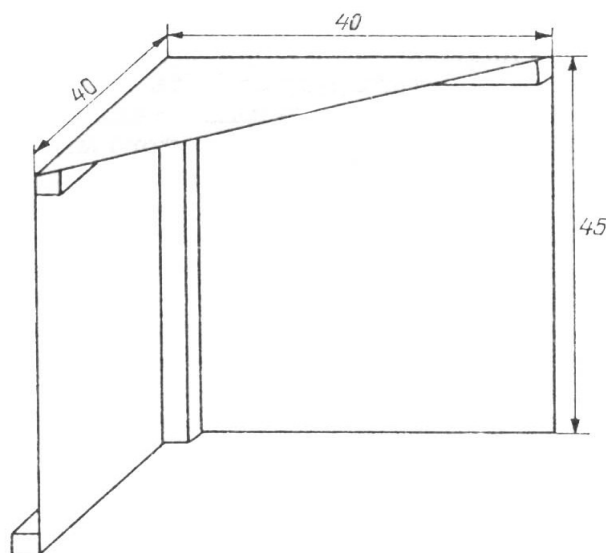
М.1.7.5 Стойка для датчиков при работе по программе измерения суточных сумм суммарной радиации путем интегрирования должна представлять собой закрепленный в грунте столб с горизонтальным столиком на торце размером примерно 350 x 500 мм. На столике на своих штативах должны помещаться три пиранометра: рабочий, запасной и контрольный. Штатив рабочего пиранометра должен быть закреплен неподвижно, а два других устанавливаются периодически.

М.1.7.6 Приборный стол (далее – стол) предназначен для размещения средств измерений при выполнении контроля или поверки актинометрических датчиков в естественных условиях; он должен соответствовать следующим требованиям:

- на столе должны устанавливаться измерительные приборы, актинометры, переключатели;
- стол должен быть укомплектован располагаемой рядом подставкой для поверочной трубы;
- измерительные приборы и переключатели должны быть затенены от прямых солнечных лучей посредством экранов, закрепленных на столе или переносных;
- место, предназначенное для установки актинометров, не должно затеняться деталями стола.

Если нет возможности изготовить приборный стол, то необходимо изготовить затеняющие щиты, свободно устанавливаемые на столе. Одна из возможных конструкций щита показана на рисунке М 7.

Рисунок М.7 – Щит для затенения измерительных приборов при выполнении



контроля или поверки

М.2 Основные технические характеристики средств измерений и вспомогательного оборудования

М.2.1 Основные технические характеристики актинометрических датчиков и измерительных приборов указаны в таблицах М.1 – М.4.

Таблица М.1 – Технические характеристики актинометрических датчиков

Параметр	Актинометр М-3	Пиранометр М-80	Балансометр М-10М
Диапазон измерений, кВт/м ²	0,04 – 1,10	0,01 – 1,6	0,01 – 1,1
Спектральная область, мкм	0,3 – 10,0	0,3 – 2,4	0,3 – 10,0
Коэффициент преобразования при температуре (20 ± 5) °С, мВ м ² / кВт	8 – 12	10 – 16	8 – 13*
Температурный коэффициент, °С ⁻¹	– 0,0008	– 0,0011	–
Время установления показаний, (не более), с	25	40	15
*При ветре коэффициент преобразования для балансомера увеличивается: 4 % на 1 м/с			

Таблица М.2 – Технические характеристики гальванометра

Параметр	ГСА-1	ГСА-1МА	ГСА-1МБ
Диапазон измерений	От 0 до 75 ± 25	От 0 до 100 ± 50	От минус (50 ± 25) до плюс (0 ± 25)
Число делений шкалы	100	100	100
Внутреннее сопротивление, Ом	42 ± 5	35 ± 5	35 ± 5
Шкаловые поправки (не более), дел	3	5	3

Таблица М.3 – Технические характеристики самопишущих приборов

Параметр	КСП-4	А682
Основная приведенная погрешность измерений (не более), %	0,5	0,5
Диапазон измерений, мВ	От – 10 до + 11	0 – 10 и 0 – 50*
Количество каналов измерений (не менее), шт.	6	6
Цикл печатания, с	12*	6*
Скорость продвижения диаграммной ленты, мм/с	60*	60*
* В приборе предусмотрена возможность изменения значения параметра. При актинометрических наблюдениях использовать указанное значение		

М.2.2 Вспомогательное оборудование, изготовленное централизованно, имеет следующие технические характеристики:

- актинометрическая стойка М-13а (высота от уровня земной поверхности до стрелы 1,5 м; длина стрелы 1,5 м; диаметр затеняющего экрана 100 мм);
- гелиостат (погрешность слежения актинометра за Солнцем, не более 1°; сопротивление изоляции токоведущих элементов, не менее 20 Мом);

Таблица М.4 – Технические характеристики электролитических интеграторов

Параметр	Х-607	Х-603
----------	-------	-------

Диапазон интегрируемого входного сигнала, мкА	5 – 1500	5 – 1500
Входные сопротивления на шести пределах измерений, Ом	30 + 1,5; 200 + 3; 500 + 5; 1000 + 8; 2500 + 20; 5000 + 35	30 + 1,5; 190 + 2; 670 + 5; 2100 + 10; 3200 + 15; 4800 + 25
Собственная ЭДС (не более) , мкВ	20	20
Предел допускаемой основной погрешности (не более) , %	1,5	2,5

- часы электропервичные П413-2БР-Р24-012 (напряжение питания постоянным током при температуре окружающей среды не выше 25 °С от 21,5 до 30 В; погрешность хода за сутки при температуре окружающей среды (20 + 5) °С не более 1 с; периодичность посылки импульсов постоянного тока – один в минуту или один в секунду; максимальный ток импульса не менее 1 А; полярность чередующаяся);

- стойка теневая М-41М (диаметр кольца 100 см; ширина кольца 10 см; высота стойки от уровня земной поверхности до основания кольца 1,5 м);

- блок питания (напряжение питания от сети (127 ± 10) и (220 ± 20) В, от аккумулятора (27 ± 3) В; постоянное напряжение на выходе от 25 до 30 В при нагрузке 1 А;

- распределительный щит (напряжение смещения места нуля регистратора от 3 до 10 мВ, регулируемое; количество пар коммутируемых вводов не менее семи; количество каналов, переключаемых с регистратора на интеграторы не менее пяти).

М.3 Основные требования к месту проведения актинометрических наблюдений, размещению и установке технических средств

М.3.1 Общие требования к выбору места для выполнения наблюдений

Место, выбранное для актинометрических наблюдений, должно удовлетворять требованиям по репрезентативности (в соответствии с 4.4), а также следующим требованиям:

- естественная прозрачность атмосферы не должна нарушаться местными источниками пыли или дыма;

- актинометрические датчики в течение всего дня не должны затеняться окружающими объектами, в том числе ажурными мачтами, антеннами, проводами и др.;

- актинометрические датчики должны быть установлены в юго-восточной части метеорологической площадки, но допускаются отклонения от этого требования, если на другом участке закрытость горизонта меньше и лучше условия освещения прямыми солнечными лучами;

- участок, на котором установлены актинометрические датчики (в дальнейшем – площадка), должен быть горизонтальным, ровным, покрытым однородной естественной растительностью, характерной для данной местности;

- высота травы на площадке должна быть не более 20 см, в случае превышения ее скашивают или подстригают; в зимнее время должно сохраняться естественное состояние снежного покрова;

- ходить по площадке допускается только по узким дорожкам, проложенным к приборам.

М.3.2 Основные требования к размещению и установке технических средств

М.3.2.1 Для выполнения срочных наблюдений размер площадки должен составлять не менее 8 х 8 м. Актинометрическая стойка должна быть установлена на расстоянии не

менее 6 м от восточной и южной сторон ограды, где установленные на ней датчики, как правило, в наименьшей степени подвергаются затенению окружающими объектами. Ящик с гальванометрами должен быть установлен на расстоянии 1,5 м к северо-востоку от стойки. Стойку для ручного анемометра необходимо установить рядом с ящиком для гальванометров, чтобы удобнее было снимать отсчеты при выполнении наблюдений.

М.3.2.2 В помещении хранят контрольный актинометр с гальванометром, запасные приборы, поверочную трубу.

М.3.2.3 Основание 2 актинометрической стойки (рисунок М.1) закрепляют в грунте на глубину около 0,9 м вертикально по отвесу. Стабилизаторы 1 служат для лучшей фиксации основания в грунте. Под основание и между стабилизаторами укладывают щебень и заливают цементным раствором или другим фиксатором.

После затвердения раствора на верхний конец основания 2 надевают насадку 4, корректируют горизонтальность стрелы 9 тремя винтами 3 и фиксируют контргайками 25. Проверяют функционирование узла поворота насадки на основании 2 при отпущенном винте 5, узла поворота на 180° стрелы 9 в направляющей трубе 10 при оттянутом фиксаторе 6 и надежность фиксации стрелы в этом положении, а также узла поворота и фиксации оси 21 в стреле 9 при отпущенном винте 7.

Устанавливают актинометр, пиранометр, балансомер, стержень 15, теневой экран 16 над пиранометром и теневой экран 17 над балансомером. Теневые экраны должны быть обращены зачерненной стороной к датчику, а белой – к Солнцу. При этом над балансомером должен быть установлен двухслойный экран.

С северной стороны стойки ставят решетчатую подставку для обеспечения доступа к актинометру при выполнении наблюдений и техосмотра. Решетчатая конструкция выбрана из соображений обеспечения минимальных помех, вызываемых отраженной от подставки радиацией.

Соединительные провода от датчиков располагают с запасом вдоль стрелы снаружи для обеспечения возможности контроля их состояния.

Ящик для гальванометров устанавливают на закрепленном в грунте столбе. Располагают ящик узкой стороной к стойке в целях обеспечения минимально возможной подсветки датчиков радиацией, отраженной от ящика. Для оператора удобнее, если крышка ящика откидывается на восток и отсчеты по гальванометру можно снимать, находясь с западной стороны ящика.

Кабели от датчиков прокладывают в грунте, крепят к столбу с северной стороны (для уменьшения воздействия на кабель солнечной радиации) и вводят в ящик снизу.

Стойку для ручного анемометра крепят в грунте рядом с ящиком для гальванометров с северной стороны, чтобы можно было снимать отсчеты по анемометру, не отходя от ящика. Анемометр должен располагаться на такой же высоте, как и балансомер на стойке.

М.3.3 Размещение и установка технических средств необходимых для выполнения непрерывных наблюдений (регистрации)

М.3.3.1 Для выполнения непрерывных наблюдений площадка должна иметь следующие размеры: 13 м в направлении восток-запад и 10 м в направлении север-юг. Рекомендуемый план размещения на ней технических средств показан на рисунке М. 8, на котором актинометрическая стойка 5, ящик с гальванометрами 8 и стойка для ручного анемометра 9 расположены в соответствии с требованиями М.3.2.1.

Стойка 2 с пиранометрами для регистрации суммарной и отраженной радиации установлена на расстоянии 11 м от восточной и 6 м от южной стороны ограды. В этом месте под пиранометром, обращенным вниз, поверхность минимально затеняется оградой и другими установками, а пиранометр, обращенный вверх, находится вблизи гелиографа и меньше всего подвергается затенению будками и мачтами.

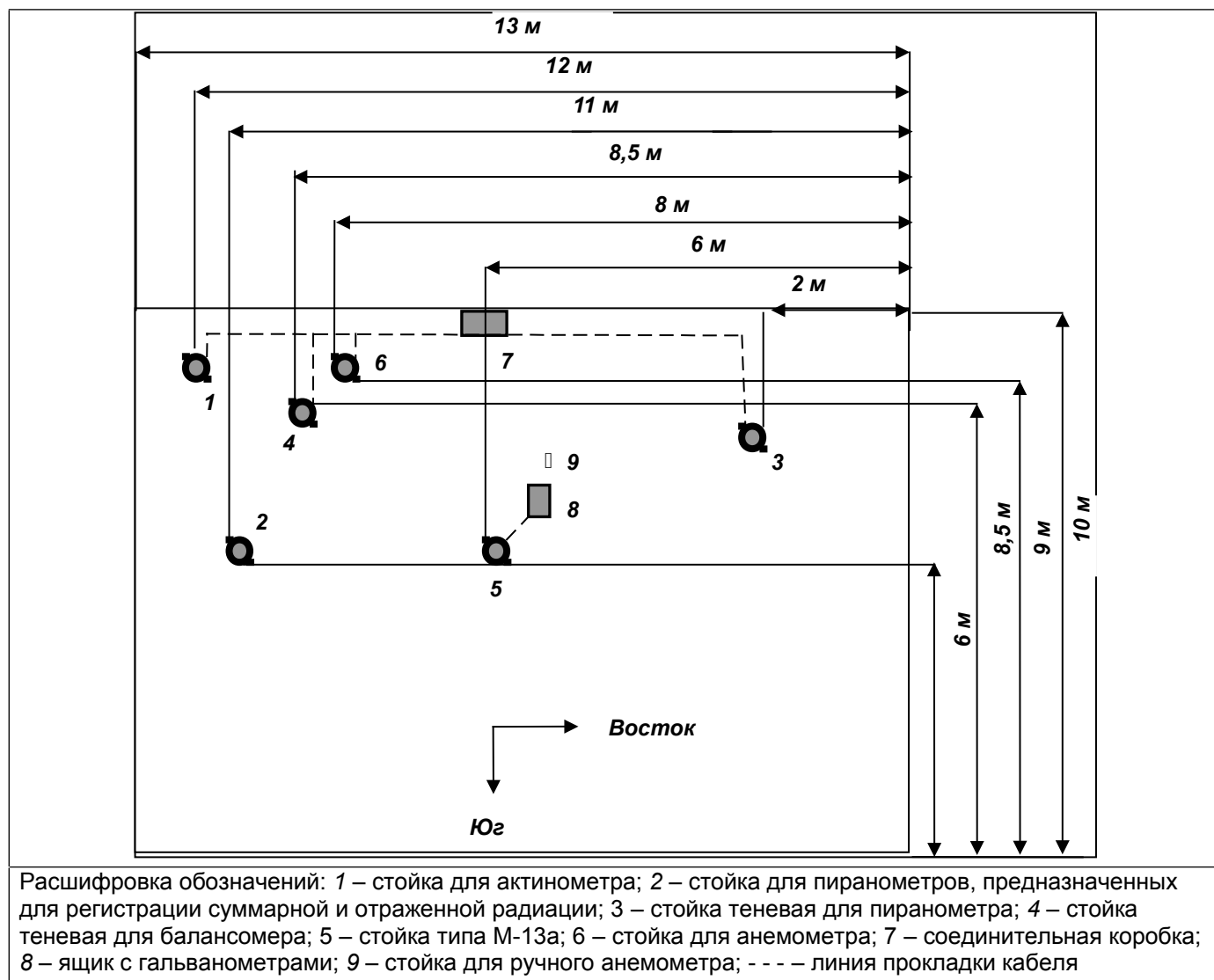


Рисунок М.8 – План размещения технических средств на метеорологической площадке для выполнения регистрации составляющих радиационного баланса

Теневая стойка 4 с балансомером для регистрации радиационного баланса установлена на одинаковом расстоянии от стоек 2 и 5 в 8,5 м от южной и восточной сторон ограды.

Теневая стойка 3 с пиранометром для регистрации рассеянной радиации установлена в 8 м от южной и 2 м от восточной стороны ограды, поскольку для этого датчика затенение менее опасно. В то же время в этом месте влияние радиации, отраженной от белых будок метеорологической площадки, на показания пиранометра незначительно, а сама теневая стойка достаточно удалена от других датчиков и не создает для них помех.

Стойка 1 с гелиостатом и актинометром для регистрации прямой солнечной радиации установлена на расстоянии 9 м от южной и 12 м от восточной стороны ограды. Это место менее всего подвержено затенению мачтами флюгеров и будками и в то же время максимально близко к гелиографу и стойке 2 с датчиком суммарной радиации.

Соединительная коробка 7 находится у северной границы площадки вблизи стоек с датчиками.

Примечание – В случае если на площадке нет незатеняемого места, гелиостат с актинометром и пиранометр для регистрации суммарной радиации могут быть установлены на крыше здания или на специальной вышке.

М.3.3.2 Самопишущий прибор, интеграторы, блок питания, электропервичные часы и распределительный щит должны быть установлены в сухом отапливаемом помещении при отсутствии паров кислот и щелочей, а также других примесей, вызывающих коррозию. В помещении должны также храниться контрольный актинометр с измерительным прибором, запасные приборы, поверочная труба.

М.3.3.3 На площадке должны быть закреплены в грунте следующие устройства:

- актинометрическая стойка;
- столб для ящика с гальванометрами;
- стойка для ручного анемометра;
- теневая стойка для пиранометра;
- теневая стойка для балансомера;
- стойка для датчиков суммарной и отраженной радиации;
- стойка для гелиостата;
- стойка соединительной коробки.

Рекомендации по укреплению в грунте приведены в М.3.2.3.

М.3.3.4 Если при установке корпуса всех датчиков и гелиостата не заземлены через металлическую стойку (металлическая стойка установлена в грунте на битуме или используется деревянная стойка), то необходимо заземлить металлическую часть штатива прибора или металлической стойки.

М.3.3.5 Выводы от каждого датчика должны подаваться в переходную коробку, закрепляемую на стойке с северной стороны. Выводы от гелиостата должны быть поданы на отдельную переходную коробку. Все провода и кабели на стойках проводят и крепят таким образом, чтобы обеспечить условия минимального освещения их прямыми солнечными лучами и чтобы кабели не перетирались при сильном ветре во избежание преждевременного износа, т. е. по северной стороне и под горизонтально расположенными деталями.

М.3.3.6 От переходных коробок, стоек с датчиками и гелиостатом должны быть проложены кабели к соединительной коробке 7 (рисунок М.8). При этом кабель, по которому подается питание на гелиостат, должен быть проложен отдельно. Кабель к стойке, а также к переходным и соединительной коробкам необходимо подводить с запасом длины около 0,5 м на случай ремонта при нарушении контакта или изоляции.

М.3.3.7 Кабели от стоек к соединительной коробке прокладывают в канавах глубиной 15 – 20 см и прикрывают досками или кирпичом для предохранения от возможных повреждений на случай, если в этом месте будут копать. Сверху укладывают дерн, чтобы не было нарушено естественное состояние подстилающей поверхности. Многожильные кабели, ведущие от соединительной коробки в помещение, прокладывают в канавах глубиной 60 – 70 см.

Прокладку всех кабелей производят свободно, без натяжений и крутых изломов. Недопустима прокладка силового и монтажного кабеля в одной канаве. Экранирующие оплетки кабелей, входящих в соединительную коробку, подсоединяют к корпусу коробки.

М.3.3.8 Актинометрическую стойку, ящик для гальванометров и стойку для ручного анемометра устанавливают по М.3.2.3.

М.3.3.9 Стойку для гелиостата крепят вертикально по отвесу в грунт таким образом, чтобы высота ее столика над уровнем земли была не менее 1,6 м (М.1.7.4). Если на площадке невозможно обеспечить требуемые условия, то гелиостат устанавливают на крыше здания, башне и др., но при этом расстояние до актинометрической площадки должно быть не более 100 м. Столик стойки должен быть установлен горизонтально.

Рядом со стойкой устанавливают ступенчатую подставку, изготовляемую на месте, для доступа к актинометру и гелиостату при ежедневном контроле состояния, корректировке нацеливания актинометра, эксплуатационном уходе за приборами. Измеряемый сигнал актинометра и питание гелиостата не допускается пропускать по одному кабелю во избежание повреждения актинометра, поэтому необходимы две

На столик стойки устанавливают плиту 1 гелиостата (рисунок М.6) и привинчивают болтами. На плите 1 горизонтально устанавливают основание 2 и закрепляют при помощи гайки 3. Контроль горизонтальности основания осуществляют при помощи накладного уровня. При этом стрелка на основании 2, указывающая направление на север, должна совпадать с этим направлением с погрешностью $\pm 1^\circ$. Корпус гелиостата устанавливают на цапфах 6 и 16 по широте места и закрепляют двумя винтами 15 в стойках 4. При этом указатель 19 должен указывать на лимбе 18 широту места. На кронштейне 9 устанавливают трубку актинометра и нацеливают ее на Солнце. Кабель актинометра подключают к кабелю, идущему к соединительной коробке через переходную коробку или разъем. Кабель, идущий к актинометру, выбирают такой длины, чтобы обеспечить 2 – 3 суточных оборота оси гелиостата. Через разъем гелиостат подключают к блоку питания при помощи кабеля, идущего от соединительной коробки.

М.3.3.10 При закреплении в грунте теневой стойки для балансомера держатель 3 (рисунок М.2) должен быть направлен на север. Закрепление в грунте производится аналогично закреплению актинометрической стойке (по М.3.2.3). После затвердения раствора на основание 2 надевают насадку 6, на которой в вилке 7 закрепляют (не окончательно) кольцо 17 болтами 20 и 21. Для облегчения ориентации кольца по азимуту ставят ориентир (например, деревянный кол) на расстоянии не менее 50 м от основания 2 в южном направлении от него.

Ослабив крепление болтами 20 и 21, устанавливают наклон кольца 17 к вертикали в направлении север-юг на угол φ , равный широте места установки теневого кольца. Установку теневого кольца по широте производят при помощи шаблона, изображенного на рисунке М.9, который изготавливают из картонного листа размером 200 x 300 мм.



Отрезок прямой AB равен 200 мм. Перпендикулярно к нему проводят линию AM (линия отвеса для установки в направлении запад-восток). Чтобы провести линию AM строго перпендикулярно к AB , из точки A проводят дугу E радиусом 150 мм, а из точки B – дугу $Ж$ радиусом 250 мм. Пересечение дуг E и $Ж$ дают точку M . Из точки A проводят линию AD (линия отвеса для установки в плоскости меридиана) под углом φ (равным географической широте места установки кольца) к линии AB . Угол φ строят следующим образом: из точки B , отстоящей от точки A на расстояние 100 мм, проводят прямую $BГ$, параллельную AM ; отрезок $BD = AB \cdot \operatorname{tg} \varphi = (100 \operatorname{tg} \varphi)$ мм. Шаблон крепят на плоскопараллельной рейке длиной около 120 см в таком положении, чтобы линия AB была параллельна нижней стороне рейки. В точке A закрепляют отвес на тонкой нити.

Корректировку положения теневого кольца производят в следующем порядке.

На кольцо 17 (см. рисунок М.2) накладывают рейку шаблона нижней стороной таким образом, чтобы линия AB шаблона проходила через верхнюю точку кольца 17 и продолжение оси основания 2. Регулируя наклон кольца 17 при ослабленных болтах 20 и 21, устанавливают его под таким углом в направлении север-юг, чтобы нить отвеса проходила по линии AD . В таком положении закрепляют кольцо болтами 20 и 21. Затем рейку шаблона накладывают на кольцо 17 по диаметру в направлении восток-запад. Ослабив болты, крепящие основание серьги 8, устанавливают кольцо по направлению восток-запад в таком положении, чтобы нить отвеса проходила по линии AM . Закрепляют кольцо. При окончательном закреплении на основании кольца 17 закрепляют направляющую рамку 10 с держателем 9 болтами 19. На конце держателя 9 закрепляют кронштейн 14 с винтом 15, на котором крепят балансомер 16. При закреплении винт 15 ввинчивают в резьбовое отверстие в торце рукоятки балансомера, который располагают горизонтально в направлении восток-запад. Горизонтальность балансомера в направлении север-юг регулируют наклоном кронштейна 14.

М.3.3.11 Теневую стойку для пиранометра устанавливают таким же образом, как и теневую стойку для балансомера, но с тем отличием, что для закрепления пиранометра используют входящий в комплект теневой стойки держатель, показанный на рисунке М.3. Держатель для пиранометра крепится гайкой a , в которую ввинчивают винт 15. (рисунки М.2 и М.3). Пиранометр крепится в гнезде b держателя. Горизонтальность пиранометра регулируют так же, как горизонтальность балансомера.

М.3.3.12 Стойку для регистрации суммарной и отраженной радиации изготавливают на месте и закрепляют в грунте, направив стрелу на юг. Стрела должна быть расположена горизонтально на высоте 1,5 м над земной поверхностью.

Если стрела стойки неподвижна, т. е. не может поворачиваться относительно вертикальной оси, то чтобы не нарушать естественное состояние подстилающей поверхности при подходе к пиранометрам, к западу от стойки вдоль стрелы закрепляют в грунте опоры для откидного настила, который устанавливают при проведении операций по техническому обслуживанию приборов и по окончании сразу убирают, чтобы не искажались показания обращенного вниз пиранометра.

При выборе пиранометра для суммарной радиации необходимо принять меры для исключения зашкаливания регистрирующего прибора, имея в виду, что максимально возможное значение суммарной радиации составляет $1,6 \text{ кВт/м}^2$. При работе на диапазоне 10 мВ чувствительность пиранометра должна быть не более 6,5, а на диапазоне 20 мВ – не более $13 \text{ мВ} \cdot \text{м}^2/\text{кВт}$.

М.3.3.13 Соединительную коробку крепят на стойке 8 (рисунок М.6), врытой в грунт в северной части площадки на высоту около 1,2 м. Конец каждого кабеля, подведенного к соединительной коробке, вводят внутрь через сальниковый вывод b . В большой отсек вводят кабели, идущие от датчиков, а в малый – от гелиостата. Кабели закрепляют при помощи гайки 9, резиновых колец и шайб. Свободные отверстия плотно закрывают заглушкой 10 при помощи гайки 9, резинового кольца и шайбы.

М.3.3.14 Распределительный щит РЩ устанавливают в помещении в удобном для наблюдателя месте и крепят к стене на высоте около 1 м от пола.

Если на канал балансомера будет подаваться напряжение смещения, то для контроля места нуля балансомера необходимо в схему распределительного щита в любом месте между разъемом Ш4 и платой П2 ввести тумблер, при помощи которого вместо балансомера будет подключаться сопротивление любого типа, равное примерно 40 Ом. Тумблер закрепить снаружи в доступном месте и обозначить рабочее положение и положение контроля нуля.

М.3.3.15 Проверяют сопротивление электроизоляции всех жил каждого из кабелей. Перед проверкой обязательно должны быть отключены от проверяемых кабелей все датчики, измерительные приборы и гелиостат. Проверку производят мегомметром. Не допускается подключать мегомметр к кабелю, который соединен с датчиком, измерительным прибором или гелиостатом, во избежание повреждения последних. Если сопротивление изоляции кабелей соответствует допуску (не ниже 10 МОм), то соединительную коробку закрывают герметично крышкой 4 (рисунок М.6) при помощи болтов 5.

М.3.3.16 Блок питания, содержащий заполненные электролитом аккумуляторы, должен быть установлен в помещении, не содержащем приборов, и от него проводят кабель к распределительному щиту.

М.3.3.17 Интеграторы устанавливают вблизи распределительного щита на достаточном расстоянии от нагревательных приборов, батарей отопления и защищают от попадания прямых солнечных лучей. Приборы размещают на столе или крепят к стене при горизонтальном положении измерительного капилляра. Высоту установки интеграторов выбирают из соображений удобства снятия отсчетов по шкале. Датчики к интеграторам подключают через распределительный щит с соблюдением полярности. Балансомер к интегратору не подключают.

Интеграторы подготавливают к работе в определенном порядке. После распаковки интегратора и установки источника питания проверяют целостность капилляра и капли указателя (в соответствии с 6.9.12), после чего проводят чистку капилляра (в соответствии с 6.3.12.3) и измеряют собственную ЭДС интегратора или его самоход согласно 6.3.14.2. Если значение собственной ЭДС превышает 5 мкВ или самоход более 0,5 делений в час, то выполняют регулировку собственной ЭДС в следующем порядке:

- перед началом регулирования собственной ЭДС проверяют, достаточно ли напряжение у элемента в гнезде интегратора (напряжение должно быть не менее 1,2 В; если окажется меньше, элемент необходимо заменить свежим);

- регулирование осуществляют за несколько приемов, дающих последовательные приближения; при каждом регулировании через интегратор пропускают ток, вызывающий зашкаливание. Ток пропускают от источника, вмонтированного в интегратор. Перед каждым регулированием выдерживают интегратор (в горизонтальном положении) замкнутым накоротко в течение одного часа (клеммы «—» и «1» у интегратора Х-603, клеммы «—» и «30» у интегратора Х-607), затем определяют направление и необходимую продолжительность пропускания зашкаливающего тока. Направление зашкаливающего тока определяют по знаку собственной ЭДС: если она имеет знак «+», то зашкаливающий ток должен смещать указатель вправо, а если знак «—», то зашкаливающий ток должен смещать указатель влево.

Пример – Пусть собственная ЭДС интегратора составляет 10 мкВ, тогда время пропускания зашкаливающего тока 5 мин. Положительный знак ЭДС указывает, что необходимо смещать указатель вправо. Для этого тумблер интегратора Х-603 смещают вправо, а у интегратора Х-607 – нажимают правую кнопку.

- вычисляют необходимую продолжительность пропускания зашкаливающего тока для первого регулирования по формуле:

$$\tau = a \cdot |E_1| \quad \text{или} \quad \tau = b \cdot |c_1|, \quad (\text{М.1})$$

где τ – время пропускания зашкаливающего тока, мин;

E_1 – собственная ЭДС перед регулированием, мкВ;

c_1 – электрический самоход указателя перед регулированием, дел/ч;

a, b – коэффициенты регулирования, соответственно мин/мкВ и мин/(дел · ч);

При первом регулировании значения коэффициентов принимают: $a = 0,5$; $b = 5$.

Перед пропусканием зашкаливающего тока от внутреннего источника интегратор ставят вертикально вверх тем концом, в сторону которого будет смещаться указательный столбик (в приведенном примере интегратор ставят вверх правым концом). Включают тумблер (или нажимают кнопку) и при достижении правым концом указателя устья включают секундомер; с этого момента ведут отсчет времени пропускания зашкаливающего тока. В приведенном примере ток должен пропускаться в течение 5 мин, после чего отпускают тумблер Х-603 или кнопку Х-607. Замыкают интегратор накоротко перемычкой и выдерживают в таком положении 1 час.

Снимают перемычку и на этих же клеммах (см. перечисление «б») измеряют собственную ЭДС, расположив интегратор горизонтально; если ее значение меньше или равно 5 мкВ, то регулирование на этом заканчивают

Если значение собственной ЭДС после первого регулирования остается более 5 мкВ, то регулирование повторяют, но со значениями коэффициентов a_1 или b_1 , вычисленными по результатам предыдущего регулирования:

$$a_1 = \frac{\tau}{|E_1 - E_2|}, \quad (\text{М.2})$$

где τ – продолжительность протекания зашкаливающего тока при первом регулировании, мин;

E_1 и E_2 – ЭДС перед первым регулированием и после него

$$b_1 = \frac{\tau}{|c_1 - c_2|}, \quad (\text{М.3})$$

где c_1, c_2 – самоход перед первым регулированием и после него;

- при вычислении разности самохода обращают внимание на алгебраические знаки;

- время пропускания зашкаливающего тока при втором регулировании определяют по уточненным коэффициентам:

$$\tau_1 = a_1 \cdot |E_2|, \quad (\text{М.4})$$

$$\tau_1 = b_1 \cdot |c_2|. \quad (\text{М.5})$$

Направление тока остается таким же, как при первом регулировании, интегратор устанавливают в вертикальное положение. После второго регулирования измерение собственной ЭДС (или самохода) должно быть выполнено таким же образом, как после первого.

- если после второго регулирования нужный результат не достигнут (самоход более 0,5 дел/ч или собственная ЭДС более 5 мкВ), то выполняют аналогичным образом третье регулирование и т. д.

М.3.3.18 Электропервичные часы устанавливают в соответствии с эксплуатационной документацией, прилагаемой к ним заводом-изготовителем. Ход часов – по среднему

солнечному времени или истинному при условии ежедневной корректировки согласно уравнению времени по таблице М.1 (приложение М).

М.3.3.19 Подключают кабели, идущие от соединительной коробки, к распределительному щиту посредством разъемов в соответствии со схемами.

М.3.3.20 Измеряют сопротивление линии связи, соединяющей каждый интегратор со своим датчиком. Перед измерением датчик, установленный на метеоплощадке, отключают от линии связи (отсоединяют оба провода от клемм датчика или разъем от переходной коробки на стойке) и оба конца линии замыкают накоротко, обеспечив хорошее качество контакта. В помещении на распределительном щите переключают тумблер в положение «Интегратор», отсоединяют от клемм интегратора оба провода, подключают эти концы проводов к мосту постоянного тока и измеряют сопротивление линии связи от десятой доли Ома.

М.3.3.21 Выводы от датчиков и гелиостата припаивают к разъемам переходных коробок.

М.3.3.22 Заземляют корпус самопишущего прибора, распределительного щита и экранирующие оплетки кабелей у обоих концов. Подключают электропервичные часы к распределительному щиту в соответствии со схемами. Подключают к сети переменного тока блок питания и убеждаются в наличии на его выходе напряжения постоянного тока 30 В (при помощи тестера). Подключают блок питания к распределительному щиту. Убеждаются в срабатывании часов и гелиостата по характерным щелчкам с интервалами в 1 мин. Нацеливают актинометр на Солнце при отпущенных винтах 10 и 12 (рисунок М.5).

М.3.3.23 Знакомятся с эксплуатационной документацией, прилагаемой к самопишущему прибору (далее – прибор). Прибор устанавливают на отдельном столе или прочном стеллаже в месте, удобном для его обслуживания. Прибор должен быть надежно закреплен во избежание опрокидывания при выдвинутом кронштейне. Крепление прибора осуществляют с помощью винтов и прижимов, входящих в его комплект. Подготавливают прибор к работе согласно указаниям в его эксплуатационной документации.

У прибора КСП-4 размыкают клеммы «А» и «Б» колодки 2 и подключают к ним выводы от датчиков, выходящие из распределительного щита в порядке, указанном в таблице М.5.

В случае если напряжение питания в сети меняется больше допустимых для прибора пределов (от 187 до 242 В), необходимо питать прибор через электронный стабилизатор напряжения (но не феррорезонансный) или предусмотреть регулировку напряжения при помощи лабораторного автотрансформатора (типа ЛАТР) и вольтметра.

Таблица М.5 – Порядок подключения датчиков к прибору КСП-4

Номер канала прибора КСП-4	1	2	3	4	5
Вид радиации	Q	R	D	S	$B - S'$

В крайнем случае в периоды повышенного напряжения необходимо открыть дверцу прибора и выдвинуть кронштейн.

После подключения датчиков устанавливают цикл опроса, скорость протяжки ленты и номера каналов, которые должны быть задействованы.

М.3.3.24 Проверяют правильность собранной схемы регистрирующей установки, для чего закрывают все датчики крышками, проверяют нацеливание актинометра на Солнце и при необходимости корректируют. Устанавливают на приборе цикл печатания 4 с и скорость протяжки диаграммной ленты 180 мм/ч. Включают прибор и выдерживают не менее 3 мин. Снимают крышку с датчика, подключенного к каналу 1, и выдерживают не менее 1,5 – 2 мин. Убеждаются в наличии реакции прибора на сигнал датчика на 1-м канале и в отсутствии сигнала на остальных каналах. Закрывают этот датчик крышкой.

Аналогичную операцию выполняют поочередно для датчиков, подключенных к остальным каналам прибора. В случае нарушения порядка регистрации сигналов или неправильной полярности включения датчика производят соответствующие исправления. Устанавливают на приборе скорость протяжки диаграммной ленты 60 мм/ч и цикл печатания 12 с или 6 с.

Снимают крышки со всех датчиков и проводят при этом осмотр их состояния в соответствии с рекомендациями 6.9. Записывают на диаграммной ленте истинное время начала регистрации и делают метку, соответствующую началу регистрации; записывают также год, число, месяц, название станции. После этого установка считается введенной в работу.

М.3.4 Размещение и установка технических средств, предназначенных для измерения суточных сумм суммарной радиации путем интегрирования

М.3.4.1 Для выполнения измерений при помощи пиранометра с интегратором в целях определения суточных сумм суммарной радиации, стойку с пиранометром, как правило, устанавливают в южной части метеорологической площадки на расстоянии не менее 6 м от ограды. Если в этом месте пиранометры подвергаются затенению окружающими объектами, то необходимо выбрать другое, более подходящее место, например, на пути к площадке на расстоянии до нее не более 100 м, но при этом должна быть обеспечена охрана прибора. Пиранометр может быть установлен на крыше здания или на вышке. В помещении устанавливают интеграторы и хранят запасные и контрольные средства измерения.

М.3.4.2 Стойку крепят в грунт согласно М.3.2.3. От нее в помещение к интеграторам прокладывают шестижильный кабель по рекомендациям М.3.3.7 и измеряют сопротивление каждой пары жил согласно М.3.3.20. На стойке с северной стороны должна быть закреплена переходная коробка для защиты мест соединения проводов от осадков и прямых солнечных лучей. Из коробки должны быть выведены три пары соединительных проводов для подключения к клеммам пиранометра: одна пара – к рабочему пиранометру, а две другие – к контрольному и запасному. В нерабочем положении наконечники этих двух пар (или целиком провода) должны быть защищены от осадков. В помещении (на стене или стеллаже) рядом с интеграторами должна быть закреплена вторая переходная коробка или колодка с клеммами и от нее должны быть поданы шесть соединительных (монтажных) проводов к интеграторам. На всех выводах из обеих переходных коробок должны быть обозначены номера пар линий связи (каналов) и полярность. Измеренные значения сопротивления линий связи всех трех каналов $R_{л1}$, $R_{л2}$, $R_{л3}$ должны быть записаны в журнал приборов и сообщены в актинометрическую группу Республиканского гидрометеоцентра. Если разница между значениями $R_{л1}$, $R_{л2}$, $R_{л3}$ менее 1 Ом, то можно считать, что сопротивления всех трех линий одинаковы и равны среднему значению.

М.3.4.3 Необходимо проверить отсутствие повреждений у пиранометров, обращая особое внимание на стеклянный колпак, сушилку, покрытие приемной поверхности; проверить сопротивление изоляции тестером или омметром с источником напряжения не более 4 В (между одной из клемм и металлической поверхностью корпуса), проверить отсутствие обрыва в цепи термобатареи (между двумя клеммами). У интеграторов проверить отсутствие внешних повреждений и выполнить проверку в соответствии с 6.3.14.2 и М.3.3.17.

В случае обнаружения несоответствия предъявляемым требованиям при проверке пиранометров и интеграторов и невозможности устранения дефекта на месте комплект (пиранометр с интегратором) должен быть направлен в ремонт.

М.3.4.4 Сравнить полученные три комплекта в естественных условиях в указанном ниже порядке. Обычно сравнения выполняют в теплое время года.

М.3.4.4.1 Установить пиранометры номером, нанесенным на его диафрагме, на юг, закрыть крышками, отрегулировать горизонтальность. Рядом со стойкой расположить в

тени интеграторы и подключить к пиранометрам при помощи полученных вместе с комплектом соединительных проводов, каждый из которых имеет сопротивление 1 Ом. Диапазоны измерений у всех интеграторов должны быть одинаковыми.

В интеграторе Х-603 номер диапазона соответствует номеру клеммы. В интеграторе Х-607 нумерация диапазонов следующая:

Номер диапазона	1	2	3	4	5	6
Клемма «-» и клеммы	30	200	500	1000	2500	5000

М.3.4.4.2 У каждого интегратора установить указатель в начало шкалы и через 2 мин снять по каждому из них отсчет n места нуля.

М.3.4.4.3 Одновременно снять крышки со всех пиранометров и записать время. После того как указатели интеграторов продвинутся не меньше, чем на 30 делений (а лучше – около 90), закрыть одновременно крышками все пиранометры и снять по каждому интегратору отсчет N . Записать время. В околополуденные часы, когда солнечная радиация выше, для сравнений бывает достаточно 4 ч.

М.3.4.4.4 Вычислить для каждого комплекта значение измеренной суммы суммарной радиации по формуле:

$$\sum Q = A_i \cdot (N - n), \quad (\text{М.6})$$

где A_i – переводный множитель комплекта на диапазоне i , МДж/(м²·дел);

n, N – показания интегратора в начале и конце измерений, дел.

Полученные значения $\sum Q$ сравнить между собой. Допускаемое расхождение составляет 10 %. В случае превышения допуска повторить сравнения еще 2–3 раза. Если полученное превышение допуска подтвердится, то комплект, показавший превышение допуска, отправить в бюро поверки для повторной аттестации.

М.3.4.4.5 Из имеющихся комплектов, выдержавших проверку по требованиям вышеизложенных пунктов, выбрать в качестве контрольного тот, у которого наименьшее самопроизвольное смещение указателя (самоход). Установить рабочий пиранометр на штативе, закрепленном на столике. Закрыть пиранометр крышкой. Подключить к его клеммам соединительные провода 1-го канала с соблюдением полярности.

М.3.4.5 Произвести опробование собранной схемы, для чего необходимо пиранометры подключить к переходной коробке, закрепленной на стойке, и закрыть их крышками. Внести интеграторы в помещение и подключить к пиранометрам, соблюдая полярность. При этом на 1-м канале должен быть включен рабочий комплект, на 2-м канале – запасной, а на 3-м канале – контрольный. Проверку удобнее производить на первом диапазоне интеграторов. Перегнуть указатели на середину шкалы интеграторов. Затем открыть контрольный пиранометр и убедиться в том, что указатель подключенного к нему интегратора перемещается вправо, а указатели остальных интеграторов не перемещаются. Отключить интегратор контрольного комплекта и аналогичным образом проверить канал запасного и рабочего комплектов.

М.3.4.6 В актинометрической группе Республиканского Гидрометцентра после получения данных о значениях сопротивления линий на каждом канале должен быть выполнен пересчет переводных множителей каждого комплекта для каждого диапазона измерений интегратора. Допускается выполнять пересчет на станции под контролем методиста по формуле:

$$A_i = A'_i \frac{R_i + R_6 + R_n}{R_1 + R_6 + R_2}, \quad (\text{М.7})$$

где A'_i – переводный множитель, определенный при поверке комплекта, МДж/(м²·дел);

R_6 – сопротивление термобатареи, Ом;

$R_{\text{л}}$ – сопротивление линии, Ом;

R_1 – сопротивление на диапазоне интегратора, на котором проведена поверка (обычно на первом диапазоне), Ом;

R_2 – сопротивление проводов, использованных при поверке (обычно $R_2 = 2$ Ом);

i – номер диапазона интегратора.

Все перечисленные величины указаны в поверочном свидетельстве комплекта и в паспорте интегратора. После пересчета актинометрическая группа указывает, на каком диапазоне должны выполняться измерения.

Ориентировочно диапазоны измерений следующие:

- в весенне-летний период – диапазоны 4 или 5 на всех широтах;
- в осенний и зимне-весенний периоды на широте от 40° до 60° – диапазоны 3 или 4, на широте от 60° до 80° – диапазон 1 или 2.

М.3.4.7 После того как определен диапазон интегратора, включить его, открыть пиранометр, убедиться в том, что рабочий комплект функционирует, закрыть пиранометр, перегнуть указатель интегратора в начало шкалы. В установленный момент времени (в соответствии с 7.3.5) снять начальный отсчет n и открыть пиранометр. После этого установка считается введенной в работу.

М.4 Метрологическое обеспечение средств измерений

М.4.1 Задачей метрологического обеспечения является передача размера единицы измеряемой величины рабочим средствам измерений и ее поддержание в процессе эксплуатации приборов. В частности актинометрическим приборам должен быть передан размер единицы энергетической освещенности солнечным излучением (радиации) в шкале Мирового радиометрического эталона (далее - МРЭ), что осуществляется при их поверке.

М.4.2 Передача шкалы МРЭ рабочим приборам осуществляется от рабочего эталона через образцовые средства измерений (далее – ОСИ) 1-го и 2-го разрядов. Рабочий эталон, хранящийся в Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова (далее ГГО) состоит из четырех компенсационных пиргелиометров типа пиргелиометра Ангстрема и абсолютного полостного охлаждаемого пиргелиометра. Этот эталон регулярно сравнивается с государственным эталоном России и с приборами группы Мирового радиометрического эталона.

М.4.3 В Республиканском гидрометеоцентре должно быть ОСИ 1-го разряда, которое 1 раз в 3 года должно сравниваться с эталоном ГГО в естественных условиях по Солнцу по методике, изложенной в [5]. Аттестация ОСИ 1-го разряда производится только специалистами ГГО. В качестве ОСИ 1-го разряда может служить пиргелиометр или актинометр (типа М-3), подключаемый к потенциометру или цифровому милливольтметру класса точности не ниже 05 и должно храниться в запираемом шкафу в отделе службы средств измерений или в актинометрической группе.

М.4.4 Для поверки рабочих актинометров, пиранометров и балансомеров в Республиканском гидрометеоцентре готовят ОСИ 2-го разряда (контрольные пары станций) на основе сравнений их с ОСИ 1-го разряда в естественных условиях по Солнцу по методике [5].

М.4.5 Средства измерений, используемые в пункте актинометрических наблюдений, должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке, которые хранятся на станции.

М.4.6 Поверка измерительных приборов КСП-4, потенциометра ПП-63, электропервичных часов, комбинированного прибора Ц 4341, секундомера и других должна производиться органами метрологической службы в соответствии с указаниями эксплуатационной документации завода-изготовителя данного изделия.

Приложение Н
(информационное)

**Расходные материалы для производства
актинометрических наблюдений**

Таблицы Н.1 – Н.3 содержат в обобщенном виде нормы расхода материалов отдельно для каждой программы работы пунктов: срочных наблюдений, регистрации и измерений суточных сумм суммарной радиации путем интегрирования. Эти таблицы составлены на основании [10].

В таблице Н.4 указаны нормы расхода спирта на эксплуатационный уход и ремонт технических средств. Она подготовлена на основании [11], а также в соответствии с предложениями гидрометеоцентров и документами по эксплуатационному уходу и ремонту технических средств.

**Таблица Н.1 – Нормы расхода материалов на производство срочных
актинометрических наблюдений**

Материал	Норма расхода на год
Силикагель индикаторный	0,06 кг
Кремнийорганический вазелин	0,05 кг
Вазелин технический	0,15 кг
Марля бытовая х/б	5,0 м
Ветошь обтирочная сортировочная (мягкая) х/б	2,5 кг
Лента для электропромышленности киперная	0,25 кг
Канифоль сосновая	0,03 кг
Шкурка шлифовальная мелкозернистая	0,35 м ²
Припой ПОС-61 (или ПОС-40)	0,03 кг
Краски масляные, готовые к употреблению:	
матовая белая	2,5 кг
матовая черная	1,8 кг
Кисть малярная	2 шт.
Книжка для актинометрических наблюдений КМ-12	24 шт.
Дискета для ПЭВМ (1,2 Мбайт)*	10 шт.

**Таблица Н.2 – Сведения о расходных материалах на выполнение измерений суточных
сумм суммарной солнечной радиации путем интегрирования**

Материал	Норма расхода на год
Силикагель индикаторный	0,06 кг
Кремнийорганический вазелин	0,05 кг
Марля бытовая х/б	5,0 м
Ветошь обтирочная сортировочная (мягкая) х/б	2,5 кг
Шкурка шлифовальная мелкозернистая	0,35 м ²
Гальванический элемент А-316 для интеграторов	3 шт.
Кисть малярная	2 шт.
Краски масляные, готовые к употреблению:	
матовая белая	2,0 кг
матовая черная	1,0 кг
Таблица суточных сумм суммарной солнечной радиации ТИ-1	12 шт.
Дискета для ПЭВМ (1,2 Мбайт)*	10 шт.

Таблица Н.3 – Сведения о расходных материалах на производство регистрации по полной программе

Вид расходного материала	Норма расхода на год
Силикагель индикаторный	0,15 кг
Кремнийорганический вазелин	0,25 кг
Вазелин технический	0,55 кг
Марля бытовая х/б	12,0 м
Ветошь обтирочная сортировочная (мягкая) х/б	5,5 кг
Лента для электропромышленности киперная	0,5 кг
Лента изоляционная прорезиненная односторонняя	0,25 кг
Канифоль сосновая	0,06 кг
Припой ПОС-61 (или ПОС-40)	0,06 кг
Шкурка шлифовальная мелкозернистая	0,75 м ²
Краски масляные, готовые к употреблению:	
матовая белая	2,5 кг
матовая черная	1,8 кг
Кисть малярная	2 шт.
Консистентная смазка ЦИАТИМ (или ОКБ-122-7)	0,05 кг
Олеиновая кислота	0,1 кг
Бензин авиационный (или дибутилфталат)	0,25 л
Приборное масло	200 см ³
Краска для многоцветной печати	1 компл.
Замша техническая	30,0 дм ³
Часовое масло	0,1 кг
Калия гидрат окиси технический	1,0 кг
Вода дистиллированная	5,0 л
Вазелиновое масло	125 см ³
Гальванический элемент А-316 для интеграторов	5 шт.
Гальванический элемент 165У для ИРН в распределительном щите	5 шт.
Лента диаграммная для регистрирующего прибора (по 20 м)	30 шт.
Дискета для ПЭВМ (1,2 Мбайт)	10 шт.

Таблица Н.4 – Нормы расхода спирта на эксплуатацию и ремонт технических средств при проведении актинометрических наблюдений

Наименование и тип (марка) технического средства	Норма расхода спирта, кг/год, для	
	профилактических работ	одного ремонта
Актинометр М-3	0,30	0,05
Головка пиранометра М-80М	0,30	0,05
Пиранометр М-80М	0,30	0,05
Балансомер М-10М	0,30	0,05
Гальванометр ГСА-1М	0,10	0,05
Анемометр ручной АРИ-49	0,05	0,01
Прибор измерительный регистрирующий КСП-4	0,04	0,01
Стойка актинометрическая М-13а	0,50	0,10
Гелиостат	0,50	0,05
Стойка теневая М-41	0,50	0,10

Приложение П
(обязательное)

**Указания по заполнению книжки для записи
теплобалансовых наблюдений КМ-16**

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

**Государственное учреждение
«Республиканский гидрометеорологический центр»**

КМ-16

К Н И Ж К А
для записи градиентных наблюдений

Станция _____ № станции _____
(колонки 3 – 8)

Год _____ Месяц _____
(колонки 9 – 10)

Область (республика, край) _____

Начальник станции _____

Наблюдатели _____

Проверил _____

Рисунок П.1 – Форма титульного листа книжки КМ-16

Сведения о приборах

Рабочие приборы:

На высоте 0,5 м, на высоте 2,0 м

Психрометр _____
 с электромотором
 аспирационный

№ _____

Термометр сухой
 Термометр смоченный

№ _____

№ _____

Анемометр _____
 контактный
 ручной

№ _____

Термометры для наблюдений над температурой почвы

На поверхности: срочный
 срочный

№ _____

№ _____

На глубинах 5 см
 10 см
 15 см
 20 см

№ _____

№ _____

№ _____

№ _____

Контрольные приборы

Психрометр _____
 с электромотором
 аспирационный

№ _____

Термометры: сухой № _____

смоченный № _____

Анемометр _____
 контактный
 ручной

№ _____

Сведения об изменениях в установке приборов

Высота травы (см)

	Число	Отдельные измерения										Сред.
на площадке												
в окрестности												

Отметка о скашивании травы (дата, высота до скашивания, после скашивания) _____

Примечания _____

Условные обозначения:

P_a – отсчёт по барометру _____

w – характеристика погоды между сроками _____

E_1 – состояние деятельной поверхности на площадке _____

E_2 – состояние деятельной поверхн. в окрест. площадки _____

H – высота снежного покрова _____

h_1 – высота подвески нижнего психрометра _____

h_2 – высота подвески верхнего психрометра _____

Рисунок П.3 – Форма третьей страницы книжки КМ-16

Месяц						11,12								
Число						13,14								
Срок						15-17								
Ра						велич.	—	велич.						
Облачность (количество)		общая				18,19		общая						
		нижняя				20,21		нижняя						
Диск солнца						22								
град., на высотах, м Температура воздуха	0,5	отсчет	сух.					—	—	—				
			смоч.					—	—	—				
		сухой	средняя		поправ.		исправ.		—		исправ.	поправ.		средняя
									—					
	2,0	отсчет	сух.					—	—	—				
			смоч.					—	—	—				
		сухой	средняя		поправка		исправл.		23-25		исправл.	поправка		средняя
									—					
	Δt		—				26-27		—					
	Упругость водяного пара, мб	0,5						—						
		2,0						28-30						
	Δe		—				31,32		—					
Направление ветра						33,34								
Скорость ветра на высотах, м	0,5	Отсч. по анемо-метрам	разность		дел./сек			—		разность		дел./сек		
	2,0							35-37						
ΔU		—				38,39		—						
Атмосферные явления						40								
W						41								
Температура почвы, град.	поверх-	отсчет					—	—	—					
		поправка					—	—	—					
		исправлен.					42-44							
	глубина, см	5	отсчеты	поправка		исправл.	45-47		отсчеты	поправка		исправл.		
		10					48-50							
		15					51-53							
		20					54-56							
	E_1						57,58							
							V	59-80	V					
	E_2													
	Примечания						—	—	—					
	Подпись наблюдателя						—	—	—					

Рисунок П.4 – Форма бланка книжки КМ-16 для записи результатов наблюдений

Влажность почвы

Дата

Начало бурения

Конец бурения

					Вес стаканчиков с почвой после сушки, г					
					первый	контрольный				

Объемная теплоемкость _____

Дата

Начало бурения

Конец бурения

					Вес стаканчиков с почвой после сушки, г					
					первый	контрольный				

Объемная теплоемкость _____

Рисунок П.5 – Форма бланка книжки КМ-16 для записи наблюдений за влажностью почвы

Сравнение психрометров

Дата

Облачность

После смены батиста

Время поверки

Ветер (скорость и направление по флюгеру)

Высота подвески

№ психрометра									
		сухой	смочен- ный	сухой	смочен- ный	сухой	смочен- ный	сухой	смочен- ный
	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
Среднее									
Поправка									
Исправленная величина									
Упругость водяного пара									
Отклонение от t по контрольн.									
Отклонение от e по контрольн.									

Заключение о годности _____

Время поверки (повторной)

Облачность

Высота подвески

Ветер (скорость и направление по флюгеру)

№ психрометра									
		сухой	смочен- ный	сухой	смочен- ный	сухой	смочен- ный	сухой	смочен- ный
	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
Среднее									
Поправка									
Исправленная величина									
Упругость водяного пара									
Отклонение от t по контрольн.									
Отклонение от e по контрольн.									

Заключение о годности _____

Рисунок П.6 – Форма бланка книжки КМ-16 для записи результатов сравнения психрометров

Сравнение термометров

Дата

Время

№№ психрометров								
№№ термометров								
Отсчеты по термометрам	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
Среднее								
Поправка								
Исправленная величина								
Отклонение от t по контрольному								

Заключение о годности _____

Дата

Время

№№ психрометров								
№№ термометров								
Отсчеты по термометрам	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
Среднее								
Поправка								
Исправленная величина								
Отклонение от t по контрольному								

Заключение о годности _____

Рисунок П.7 - Форма бланка книжки КМ-16 для записи результатов сравнения термометров

Поверка скорости вращения барабана

Дата													
№№ психрометров													
Время оборота барабана, t	τ_c (по серт.)												
	τ_1												
	τ_2												
	τ_3												
	τ_{cp}												
Отклонение, Δ	$\Delta = \tau_c - \tau_1$												
	$\Delta = \tau_c - \tau_2$												
	$\Delta = \tau_c - \tau_3$												
	$\Delta = \tau_c - \tau_{cp}$												

Заключение о годности _____

Сравнение анемометров

Дата
Ветер (по флюгеру)

Высота установки

Дата
Ветер (по флюгеру)

Высота установки

№№ анемометров									
Отсчеты	n_0 начальный								
	n_1 первый								
	n_2 второй								
$\Delta_1 = n_1 - n_0$									
Число дел/с									
$\Delta_2 = n_2 - n_1$									
Число дел/с									
U_1									
U_2									
$U_{cp} = \frac{U_1 + U_2}{2}$									
Отклонение от U_{cp} по контрольному									

Заклучение о годности _____

Рисунок П.8 - Форма бланка книжки КМ-16 для записи результатов поверки скорости вращения барабана и сравнения анемометров

Таблица П.1 - Значения $S_i = 20 r_i \Delta t_i$ $(i \sim 0,5, 10, 15, 20 \text{ см})$

Δt	S_i на глубинах, см				
	0	5	10	15	20
0,1	0,2	0,7	0,4	0,3	0,0
0,2	0,3	1,3	0,7	0,6	0,0
0,3	0,5	2,0	1,0	0,9	0,0
0,4	0,7	2,7	1,4	1,2	0,0
0,5	0,8	3,3	1,8	1,6	0,0
0,6	1,0	4,0	2,1	1,9	0,0
0,7	1,2	4,7	2,4	2,2	0,1
0,8	1,3	5,3	2,8	2,5	0,1
0,9	1,5	6,0	3,2	2,8	0,1
1,0	1,6	6,7	3,5	3,1	0,1
1,1	1,8	7,3	3,8	3,4	0,1
1,2	2,0	8,0	4,2	3,7	0,1
1,3	2,1	8,7	4,6	4,1	0,1
1,4	2,3	9,3	4,9	4,4	0,1
1,5	2,5	10,0	5,2	4,7	0,1
1,6	2,6	10,7	5,6	5,0	0,1
1,7	2,8	11,3	6,0	5,3	0,1
1,8	3,0	12,0	6,3	5,6	0,1
1,9	3,1	12,6	6,6	5,9	0,2
2,0	3,3	13,3	7,0	6,2	0,2
2,1	3,4	14,0	7,4	6,6	0,2
2,2	3,6	14,6	7,7	6,9	0,2
2,3	3,8	15,3	8,0	7,2	0,2
2,4	3,9	16,0	8,4	7,5	0,2
2,5	4,1	16,6	8,8	7,8	0,2
2,6	4,3	17,3	9,1	8,1	0,2
2,7	4,4	18,0	9,4	8,4	0,2
2,8	4,6	18,6	9,8	8,7	0,2
2,9	4,8	19,3	10,2	9,0	0,2
3,0	4,9	20,0	10,5	9,4	0,2
3,1	5,1	20,6	10,8	9,7	0,2
3,2	5,2	21,3	11,2	10,0	0,3
3,3	5,4	22,0	11,6	10,3	0,3
3,4	5,6	22,6	11,9	10,6	0,3
3,5	5,7	23,3	12,2	10,9	0,3
3,6	5,9	24,0	12,6	11,2	0,3
3,7	6,1	24,6	13,0	11,5	0,3
3,8	6,2	25,3	13,3	11,9	0,3
3,9	6,4	26,0	13,6	12,2	0,3
4,0	6,6	26,6	14,0	12,5	0,3
4,1	6,7	27,3	14,4	12,8	0,3
4,2	6,9	28,0	14,7	13,1	0,3
4,3	7,0	28,6	15,0	13,4	0,3
4,4	7,2	29,3	15,4	13,7	0,4
4,5	7,4	30,0	15,8	14,0	0,4
4,6	7,5	30,6	16,1	14,4	0,4
4,7	7,7	31,3	16,4	14,7	0,4
4,8	7,9	32,0	16,8	15,0	0,4
4,9	8,0	32,6	17,2	15,3	0,4

Продолжение таблицы П.1

Δt	S_i на глубинах, см				
	0	5	10	15	20
5,0	8,2	33,3	17,5	15,6	0,4
5,1	8,4	34,0	17,8	15,9	0,4
5,2	8,5	34,6	18,2	16,2	0,4
5,3	8,7	35,3	18,6	16,5	0,4
5,4	8,9	36,0	18,9	16,8	
5,5	9,0	36,6	19,2	17,2	
5,6	9,2	37,3	19,6	17,5	
5,7	9,4	38,0	20,0	17,8	
5,8	9,5	38,6	20,3	18,1	
5,9	9,7	39,3	20,6	18,4	
6,0	9,8	40,0	21,0	18,7	
6,1	10,0	40,6	21,4	19,0	
6,2	10,2	41,3	21,7	19,3	
6,3	10,3	42,0	22,0	19,7	
6,4	10,5	42,6	22,4	20,0	
6,5	10,7	43,3	22,8	20,3	
6,6	10,8	44,0	23,1	20,6	
6,7	11,0	44,6	23,4	20,9	
6,8	11,2	45,3	23,8	21,2	
6,9	11,3	46,0	24,2	21,5	
7,0	11,5	46,6	24,5	21,8	
7,1	11,6	47,3	24,8	22,2	
7,2	11,8	48,0	25,2	22,5	
7,3	12,0	48,6	25,6	22,8	
7,4	12,1	49,3	25,9	23,1	
7,5	12,3	50,0	26,2	23,4	
7,6	12,5	50,6	26,6	23,7	
7,7	12,6	51,3	27,0	24,0	
7,8	12,8	52,0	27,3	24,3	
7,9	13,0	52,6	27,6	24,6	
8,0	13,1	53,3	28,0	25,0	
8,1	13,3	54,0	28,4	25,3	
8,2	13,4	54,6	28,7	25,6	
8,3	13,6	55,3	29,0	25,9	
8,4	13,8	55,9	29,4	26,2	
8,5	13,9	56,6	29,8	26,5	
8,6	14,1	57,3	30,1	26,8	
8,7	14,3	57,9	30,4	27,1	
8,8	14,4	58,6	30,8	27,5	
8,9	14,6	59,3	31,2	27,8	
9,0	14,8	59,9	31,5	28,1	
9,1	14,9	60,6	31,8	28,4	
9,2	15,1	61,3	32,2	28,7	
9,3	15,2	61,9	32,6	29,0	
9,4	15,4	62,6	32,9	29,3	
9,5	15,6	63,3	33,2	29,6	
9,6	15,7	63,9	33,6	30,0	
9,7	15,9	64,6	34,0	30,3	
9,8	16,1	65,3	34,3	30,6	
9,9	16,2	65,9	34,6	30,9	

 Δt S_i на глубинах, см

	0	5	10	15	20
10,0	16,4	66,6	35,0	31,2	
10,1	16,6	67,3	35,4		
10,2	16,7	67,9	35,7		
10,3	16,9	68,6	36,1		
10,4	17,1	69,3	36,4		
10,5	17,2	69,9			
10,6	17,4	70,6			
10,7	17,6				
10,8	17,7				
10,9	17,9				
11,0	18,0				
11,1	18,2				
11,2	18,4				
11,3	18,5				
11,4	18,7				
11,5	18,9				
11,6	19,0				
11,7	19,2				
11,8	19,4				
11,9	19,5				
12,0	19,7				
12,1	19,8				
12,2	20,0				
12,3	20,2				
12,4	20,3				
12,5	20,5				
12,6	20,7				
12,7	20,8				
12,8	21,0				
12,9	21,2				
13,0	21,3				
13,1	21,5				
13,2	21,6				
13,3	21,8				
13,4	22,0				
13,5	22,1				
13,6	22,3				
13,7	22,5				
13,8	22,6				
13,9	22,8				
14,0	23,0				
14,1	23,1				
14,2	23,3				
14,3	23,4				
14,4	23,6				
14,5	23,8				
14,6	23,9				
14,7	24,1				
14,8	24,3				
14,9	24,4				
15,0	24,6				
15,1	24,8				

Таблица П.2 – Определение значений P_1

c	P_1												
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
0,20	0,0	4,6	13,6	22,6	31,6	40,6	49,6	58,6	67,6	76,6	85,6	94,6	103,7
0,21	0,0	4,3	12,9	21,4	30,0	38,5	47,1	55,6	64,6	72,7	81,2	89,8	98,3
0,22	0,0	4,1	12,3	20,5	28,7	36,9	44,9	53,3	61,5	69,7	77,9	86,1	94,3
0,23	0,0	4,0	11,8	19,6	27,4	35,2	43,0	50,8	58,6	66,5	74,4	82,1	89,9
0,24	0,0	3,8	11,3	18,8	26,4	33,9	41,4	48,9	56,4	64,0	71,5	79,0	86,5
0,25	0,0	3,6	10,8	18,0	25,2	32,4	39,6	46,8	54,0	61,2	68,4	75,6	82,8
0,26	0,0	3,5	10,5	17,4	24,4	31,3	38,2	45,2	52,1	59,1	66,0	73,0	79,9
0,27	0,0	3,4	10,0	16,7	23,4	30,1	36,7	43,4	50,0	56,7	63,4	70,1	76,7
0,28	0,0	3,3	9,7	16,2	22,6	29,1	35,5	42,0	48,4	54,9	61,3	67,8	74,2
0,29	0,0	3,3	9,4	15,6	21,8	28,0	34,2	40,4	46,6	52,8	59,1	65,3	71,5
0,30	0,0	3,1	9,0	15,0	21,0	27,0	33,0	39,0	45,0	50,9	56,9	62,9	68,9
0,31	0,0	3,0	8,8	14,6	20,4	26,2	32,0	37,8	43,7	49,5	55,3	61,1	66,9
0,32	0,0	2,9	8,5	14,1	19,7	25,3	30,9	36,6	42,2	47,8	53,4	59,0	64,6
0,33	0,0	2,8	8,2	13,7	19,2	24,6	30,1	35,6	41,0	46,5	52,0	57,4	62,9
0,34	0,0	2,7	8,0	13,3	18,6	23,9	29,2	34,4	39,7	45,0	50,3	55,6	60,9
0,35	0,0	2,6	7,8	12,9	18,1	23,2	28,4	33,6	38,7	43,9	49,0	54,2	59,4
0,36	0,0	2,5	7,5	12,6	17,5	22,6	27,5	32,6	37,5	42,6	47,5	52,6	57,5
0,37	0,0	2,5	7,3	12,2	17,0	21,9	26,7	31,6	36,5	41,3	46,2	51,0	55,3
0,38	0,0	2,4	7,2	11,9	16,6	21,4	26,1	30,9	35,6	40,3	45,1	49,8	54,6
0,39	0,0	2,4	7,0	11,6	16,3	20,9	25,5	30,1	34,8	39,4	44,0	48,7	53,9
0,40	0,0	2,3	6,8	11,3	15,8	20,3	24,8	29,3	33,8	38,3	42,8	47,3	51,9
0,41	0,0	2,2	6,6	11,0	15,4	19,8	24,2	28,6	32,9	37,3	41,7	46,1	50,5
0,42	0,0	2,2	6,5	10,8	15,1	19,4	23,7	27,9	32,2	36,5	40,8	45,1	49,4
0,43	0,0	2,1	6,3	10,5	14,7	18,9	23,1	27,2	31,4	35,6	39,8	44,0	48,2
0,44	0,0	2,1	6,2	10,3	14,4	18,5	22,6	26,7	30,8	34,9	39,0	43,1	47,2
0,45	0,0	2,1	6,0	10,1	14,0	18,1	22,0	26,1	30,0	34,0	38,0	42,0	46,0
0,46	0,0	2,0	5,9	9,8	13,7	17,6	21,5	25,4	29,3	33,3	37,2	41,1	45,0
0,47	0,0	2,0	5,8	9,6	13,5	17,3	21,1	25,0	28,8	32,6	36,4	40,3	44,1
0,48	0,0	1,9	5,7	9,4	13,2	17,0	20,7	24,5	28,2	32,0	35,8	39,5	43,3
0,49	0,0	1,9	5,6	9,2	12,9	16,6	20,3	23,9	27,6	31,3	35,0	38,7	42,3
0,50	0,0	1,8	5,4	9,0	12,6	16,2	19,8	23,4	27,0	30,6	34,2	37,8	41,4
0,51	0,0	1,8	5,4	8,9	12,4	16,0	19,5	23,0	26,6	30,1	33,6	37,2	40,7
0,52	0,0	1,8	5,2	8,7	12,2	15,6	19,1	22,5	26,0	29,5	32,9	36,4	39,8
0,53	0,0	1,8	5,2	8,6	12,0	15,4	18,8	22,1	25,6	29,1	32,4	35,8	39,2
0,54	0,0	1,7	5,0	8,4	11,7	15,1	18,4	21,7	25,0	28,4	31,7	35,1	38,4
0,55	0,0	1,7	5,0	8,2	11,5	14,8	18,0	21,0	24,6	27,8	31,1	34,4	37,6
0,56	0,0	1,7	4,9	8,1	11,3	14,5	17,7	21,0	24,2	27,4	30,6	33,8	37,0

0,13		0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
97,7													
94,0													
90,0	97,2												
86,9	93,6												
83,4	90,0	96,6											
80,7	87,0	93,6											
77,6	83,9	90,1	96,4										
74,8	80,7	87,0	92,8	98,8									
72,8	78,5	84,5	90,1	96,0									
70,4	75,4	81,5	87,1	92,8	98,3								
68,4	73,6	79,4	84,6	90,2	95,6								
66,2	71,5	46,9	82,0	87,5	92,5	98,0							
64,5	69,6	74,9	80,0	85,1	90,3	95,5							
62,6	67,5	72,6	77,5	82,6	87,5	92,6	97,5						
60,7	65,6	70,4	75,3	80,1	85,0	89,9	94,7	99,6					
59,3	64,0	68,8	73,6	78,2	83,0	87,7	92,5	97,2					
57,9	62,5	67,2	71,8	76,4	81,1	85,7	90,3	95,0	99,6				
56,4	60,9	65,4	69,9	74,4	78,8	83,4	87,9	92,4	96,9				
54,9	59,3	63,6	68,0	72,4	76,8	81,2	85,6	90,0	94,3	98,7			
53,7	58,0	62,3	66,6	70,9	75,2	79,4	83,7	88,0	92,3	96,6			
54,4	56,5	60,7	64,9	69,1	73,3	77,5	81,6	85,8	90,0	94,2	98,4		
51,3	55,4	59,5	63,6	67,7	71,8	75,9	80,0	84,1	88,2	92,3	96,4		
50,1	54,0	58,1	62,0	66,1	70,0	74,1	78,0	82,0	86,0	90,0	94,0	98,0	
48,9	52,8	56,7	60,6	64,5	68,4	72,3	76,2	80,1	84,0	87,9	91,8	95,8	99,7
47,9	51,8	55,6	59,4	63,3	67,1	70,9	74,8	78,6	82,4	86,3	90,1	93,9	97,8
47,0	50,8	54,6	58,3	62,1	65,8	69,6	73,4	77,1	80,9	84,6	88,4	92,2	95,9
46,0	49,7	53,4	57,0	60,7	64,4	68,1	71,7	75,4	79,1	82,8	86,4	90,1	93,8
45,0	48,6	52,2	55,8	59,4	63,0	66,6	70,2	73,8	77,4	81,0	84,6	88,2	91,8
44,2	47,8	51,3	54,8	58,4	61,9	65,4	69,0	72,5	76,0	79,6	83,1	86,6	90,2
43,3	46,8	50,2	53,7	57,1	60,6	64,1	67,5	71,0	74,4	77,9	81,4	84,8	88,3
42,6	46,0	49,4	52,8	56,2	59,6	63,0	66,4	69,8	73,2	76,6	80,0	83,4	86,8
41,7	45,0	48,4	51,7	55,1	58,4	61,7	65,0	68,4	71,7	75,1	78,4	81,4	85,0
40,9	44,2	47,4	50,7	54,0	57,2	60,5	63,8	67,0	73,6	73,6	76,8	80,1	83,4
40,9	43,5	46,7	49,9	53,1	56,3	59,5	62,8	66,0	69,2	72,4	75,6	78,8	82,0

Продолжение таблицы П.2

с	P_1												
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12

0,57	0,0	1,6	4,8	8,0	11,1	14,3	17,5	20,6	23,8	26,9	30,1	33,3	36,4
0,58	0,0	1,6	4,7	7,8	10,9	14,0	17,1	20,2	23,3	26,4	29,6	32,7	35,8
0,59	0,0	1,6	4,6	7,7	10,7	13,8	16,8	19,9	22,9	26,0	29,0	32,1	35,1
0,60	0,0	1,6	4,6	7,6	10,6	13,6	16,6	19,6	22,6	25,6	28,6	31,6	34,6
0,61	0,0	1,5	4,5	7,4	10,4	13,3	16,3	19,2	22,2	25,1	28,1	31,1	34,0
0,62	0,0	1,5	4,4	7,3	10,2	13,1	16,0	18,9	21,9	24,8	27,7	30,6	33,5
0,63	0,0	1,5	4,3	7,2	10,0	12,9	15,8	18,6	21,5	24,3	27,2	30,1	32,9
0,64	0,0	1,5	4,3	7,1	9,9	12,7	15,5	18,3	21,1	23,9	26,7	29,5	32,4
0,65	0,0	1,4	4,2	7,0	9,7	12,5	15,0	18,1	20,8	23,6	26,4	29,1	31,9
0,66	0,0	1,4	4,1	6,9	9,6	12,3	15,1	17,8	20,5	23,3	26,0	28,7	31,5
0,67	0,0	1,4	4,1	6,8	9,5	12,1	14,8	17,5	20,2	22,9	25,6	28,3	31,0
0,68	0,0	1,4	4,0	6,7	9,3	12,0	14,6	17,2	19,9	22,5	25,2	27,8	30,5
0,69	0,0	1,4	4,0	6,6	9,2	11,8	14,4	17,0	19,6	22,2	24,9	27,5	30,1
0,70	0,0	1,3	3,9	6,5	9,0	11,6	14,2	16,8	19,3	21,9	24,5	27,0	29,6
0,71	0,0	1,3	3,9	6,4	8,9	11,5	14,0	16,5	19,1	21,6	24,2	26,7	29,2
0,72	0,0	1,3	3,8	6,3	8,8	11,3	13,8	16,3	18,8	21,3	23,8	26,3	28,8
0,73	0,0	1,3	3,8	6,2	8,7	11,2	13,6	16,1	18,6	21,0	23,5	26,0	28,4
0,74	0,0	1,3	3,7	6,1	8,6	11,0	13,4	15,9	18,3	20,7	23,2	25,6	28,0
0,75	0,0	1,3	3,7	6,1	8,5	10,9	13,3	15,7	18,1	20,5	22,9	25,3	27,7
0,76	0,0	1,2	3,6	6,0	8,4	10,7	13,1	15,5	17,8	20,3	22,6	25,0	27,4
0,77	0,0	1,2	3,6	5,9	8,2	10,6	12,9	15,2	17,6	19,9	22,2	24,6	27,0
0,78	0,0	1,2	3,5	5,8	8,1	10,5	12,8	15,0	17,4	19,7	22,0	24,3	26,6
0,79	0,0	1,2	3,5	5,7	8,0	10,3	12,6	14,9	17,1	19,4	21,7	24,0	26,2
0,80	0,0	1,2	3,4	5,7	7,9	10,2	12,4	14,7	16,9	19,2	21,5	23,8	26,0
0,81	0,0	1,1	3,3	5,6	7,8	10,1	12,2	14,5	16,7	18,9	21,2	23,4	25,6
0,82	0,0	1,1	3,3	5,5	7,7	9,9	12,1	14,3	16,5	18,7	20,9	23,1	25,3
0,83	0,0	1,1	3,3	5,4	7,6	9,8	11,9	14,2	16,3	18,5	20,6	22,8	25,0
0,84	0,0	1,1	3,2	5,4	7,5	9,7	11,8	14,0	16,1	18,3	20,4	22,6	24,7
0,85	0,0	1,1	3,2	5,3	7,4	9,6	11,7	13,8	15,9	18,1	20,2	22,3	24,4
0,86	0,0	1,0	3,1	5,2	7,3	9,4	11,5	13,6	15,7	17,8	19,9	22,0	24,1
0,87	0,0	1,0	3,1	5,2	7,2	9,3	11,4	13,4	15,5	17,6	19,7	21,8	23,8
0,88	0,0	1,0	3,1	5,1	7,2	9,2	11,2	13,3	15,3	17,4	19,5	21,5	23,6
0,89	0,0	1,0	3,0	5,1	7,1	9,1	11,1	13,2	15,2	17,4	19,2	21,2	23,2
0,90	0,0	1,0	3,0	5,0	7,0	9,0	11,0	13,1	15,0	17,1	19,0	21,0	23,0
0,91	0,0	1,0	3,0	5,0	6,9	8,9	10,9	12,9	14,8	16,8	18,8	20,8	22,7
0,92	0,0	1,0	2,9	4,9	6,9	8,8	10,8	12,8	14,7	16,7	18,6	20,6	22,5
0,93	0,0	1,0	2,9	4,9	6,8	8,7	10,7	12,6	14,5	16,5	18,4	20,4	22,3
0,94	0,0	1,0	2,9	4,8	6,7	8,6	10,5	12,5	14,4	16,3	18,2	20,2	22,0
0,95	0,0	0,9	2,8	4,8	6,6	8,5	10,4	12,3	14,2	16,1	18,0	19,9	21,8

P_1													
0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	

39,6	42,8	45,9	49,1	52,3	55,4	58,6	61,8	64,9	68,1	71,3	74,4	77,6	80,7
38,9	42,0	45,1	48,2	51,3	54,4	57,5	60,6	63,7	66,8	69,9	73,0	76,1	79,2
38,2	41,2	44,1	47,3	50,4	53,4	56,5	59,5	62,6	65,6	68,6	71,7	74,7	77,8
37,6	40,6	43,6	46,6	49,6	52,6	55,6	58,6	61,6	64,6	67,6	70,6	73,6	76,6
36,9	39,9	42,8	45,8	48,7	51,7	54,6	57,6	60,5	63,5	66,4	69,4	72,3	75,3
36,4	39,3	42,2	45,1	48,0	50,9	53,8	56,7	59,6	62,5	65,5	68,4	71,3	74,2
35,8	38,6	41,5	44,3	47,2	50,0	52,9	55,8	58,6	61,5	64,3	67,2	70,1	72,9
35,2	38,0	40,8	43,6	46,4	49,2	52,0	54,8	57,6	60,4	63,3	66,1	68,9	71,7
34,7	37,4	40,2	43,0	45,8	48,5	51,3	54,1	56,8	59,6	62,4	65,1	67,9	70,7
34,2	36,9	39,7	42,4	45,1	47,9	50,6	53,3	56,1	58,8	61,5	64,3	67,0	69,7
33,7	36,3	39,0	41,7	44,4	47,1	49,8	52,5	55,2	57,8	60,5	62,3	65,9	68,6
33,1	35,8	38,4	41,1	43,7	46,3	49,0	51,6	54,3	56,9	59,6	62,2	64,9	67,5
32,7	35,3	37,9	40,5	43,1	45,7	48,4	51,0	53,6	56,2	58,8	61,4	64,0	66,6
32,2	34,8	37,3	39,9	42,5	45,0	47,6	50,2	52,7	55,3	57,9	60,5	63,0	65,6
31,8	34,3	36,9	39,4	41,9	44,5	47,0	49,5	52,1	54,6	57,2	59,7	62,2	64,8
31,3	33,8	36,3	38,8	41,3	43,8	46,3	48,8	51,3	53,8	56,3	58,8	61,3	63,8
30,9	33,4	35,9	38,3	40,8	43,3	45,7	48,2	50,7	53,1	55,6	58,1	60,5	63,0
30,5	32,9	35,3	37,8	40,2	42,6	45,1	47,5	49,9	52,4	54,8	57,2	59,7	62,1
30,1	32,5	34,9	37,3	39,7	42,1	44,5	46,9	49,3	51,7	54,1	56,5	58,9	61,3
29,8	32,2	34,5	36,9	39,2	41,6	44,0	46,4	48,6	51,1	53,4	55,8	58,2	60,6
29,3	31,6	34,0	36,3	38,6	41,0	43,4	45,6	48,0	50,3	52,6	55,0	57,3	59,6
29,0	31,2	33,6	35,9	38,2	40,5	42,8	45,1	47,4	49,8	52,0	54,4	56,6	59,0
28,6	30,8	33,1	35,4	37,7	39,9	42,2	44,5	46,8	49,1	51,4	53,6	55,9	58,1
28,2	30,5	32,8	35,0	37,3	39,5	41,8	44,0	46,3	48,5	50,8	53,0	55,3	57,5
27,8	30,0	32,3	34,5	36,7	38,9	41,2	43,4	45,6	47,8	50,1	52,3	54,5	56,7
27,5	29,6	31,9	34,0	36,2	38,4	40,6	42,8	45,0	47,2	49,4	51,6	53,8	56,0
27,2	29,3	31,5	33,6	35,8	38,0	40,2	42,3	44,5	46,6	48,8	51,0	53,2	55,4
26,9	29,0	31,2	33,3	35,5	37,6	39,8	41,9	44,1	46,2	48,4	50,5	52,6	54,9
26,6	28,6	30,8	32,9	35,0	37,2	39,3	41,4	43,5	45,6	47,8	49,9	52,0	54,2
26,2	28,2	30,4	32,4	34,6	36,6	38,8	40,8	42,9	45,0	47,1	49,2	51,3	53,4
25,9	28,0	30,1	32,1	34,3	36,2	38,4	40,4	42,5	44,6	46,6	48,7	50,8	52,8
25,6	27,6	29,7	31,8	33,8	35,8	38,0	39,9	42,0	44,0	46,1	48,1	50,1	52,2
25,3	27,3	29,3	31,3	33,4	35,4	37,4	39,4	41,5	43,5	45,5	47,5	49,6	51,6
25,0	27,0	29,0	31,0	33,1	35,0	37,0	39,0	41,0	43,0	45,0	47,0	49,0	51,0
24,7	26,8	28,7	30,6	32,6	34,6	36,6	38,5	40,5	42,5	44,5	46,5	48,4	50,4
24,5	26,4	28,4	30,3	32,3	34,2	36,3	38,1	40,1	42,1	44,0	46,0	47,9	49,9
24,2	26,2	28,2	30,0	32,0	33,9	35,9	37,8	39,8	41,6	43,6	45,6	47,5	49,4
24,0	25,8	27,8	29,6	31,6	33,5	35,5	37,4	39,3	41,2	43,1	45,0	46,9	48,9
23,7	25,6	27,5	29,4	31,3	33,2	35,1	37,0	38,9	40,7	42,6	44,5	46,4	48,3

Приложение Р
(обязательное)

Правила
составления таблицы «Результаты градиентных наблюдений»

и расчетов составляющих теплового баланса» в ТМ-16
(единицы СИ)

1 Занести в таблицу средние значения B , Δt , Δe , Δu , u_2 .

2 Значения P из ТМ-16р (выраженные в кал/см² · мин) умножить на 0,698 для перевода в кВт/м² и внести в таблицу.

3 Вычислить $B - P$ для каждого срока (от значений B отнимаем значения P).

4 Расчет коэффициента турбулентности k (по срокам)

- Если $(B - P)$ больше или равно 0,14 кВт/м², Δt больше или равно 0,3° и Δe больше или равно 0,3 гПа, то найти α по прилагаемой таблице Р.1 (стр.168) и записать под табличкой для данной декады (ниже добавочной строки E). Затем вычислить:

$$k_1 = (B - P) \cdot \alpha. \quad (P.1)$$

- Если указанные условия не выполняются, то найти k_1 в таблице Р.2 (стр. 169-170) по Δt и Δu .

5 Расчет турбулентного потока тепла L (по срокам)

- Если $(B - P)$ больше или равно 0,07 кВт/м², Δt больше или равно 0,1 °С и Δe больше или равно 0,1 гПа, то найти A по таблице Р.3 (стр. 171) и записать под таблицей. Затем вычислить:

$$L = (B - P) \cdot A. \quad (P.2)$$

- Когда $\Delta t = 0,0^\circ$, то $L = 0,00$.

- В остальных случаях $L = 0,94 k_1 \cdot \Delta t$ (знак L – такой же, как у Δt). Вместо расчета по этой формуле можно воспользоваться прилагаемой таблицей Р.4 (стр. 172).

6 Вычислить сумму P за сутки по формуле:

$$\sum P = c \cdot \sum S_1 \cdot 10^{-5} \text{ (МДж/м}^2\text{)}, \quad (P.3)$$

где c – объемная теплоемкость (в кДж/(м³ · К) из таблички в ТМ-16;

$\sum S_1$ – сумма величин $S_0, S_5 \dots S_{20}$, полученных по разностям $t'_1 - t_1$ (температура в 1 час за сдвинутую и несдвинутую декады).

7 Вычислить по формулам вида:

$$B_{\text{ср.сут.}} = 1/8 (B_1 + B_7 + B_{10} + B_{13} + B_{16} + B_{19} + \frac{B_1 + B_7}{2} + \frac{B_1 + B_{19}}{2}) \quad (P.4)$$

среднесуточные значения B , L , k_1 , Δt , Δe , Δu и u_2 .

8 Умножением среднесуточного значения B и L на 86,4 (3600 · 24 : 1000) найти суммы за сутки, делением суточной суммы P на 86,4 найти среднесуточные P .

9 Найти суммы B , P , L за декаду и месяц умножением суммы за сутки на число дней в декаде или месяце.

10 Найти среднесуточные, суточные, декадные, месячные суммы $B - P$ вычитанием по вертикали (от значений B отнимаем значения P).

11 В колонку месячной таблички «Исправленные суммы» записать месячную сумму радиационного баланса $B_{\text{испр.}}$ по интеграторным данным (ТМ-13а), а если они отсутствуют – по срочным наблюдениям (ТМ-12).

Вычислить и записать $B_{\text{испр.}} - P$, а затем

$$L_{\text{испр.}} = \frac{B_{\text{испр.}} - P}{B - P} \cdot L. \quad (\text{P.5})$$

12 Получить V для всех граф вычитанием по вертикали:

$$V = (B - P) - L. \quad (\text{P.6})$$

13 Вычислить испарение E для каждого срока, за декаду и месяц по формулам:

$$\text{за срок: } E = V \cdot 1,44 \text{ (мм/час)}, \quad (\text{P.7})$$

$$\text{за декаду: } E = V \cdot 0,4 \text{ (мм/дек)}, \quad (\text{P.8})$$

$$\text{за месяц: } E = V \cdot 0,4 \text{ (мм/мес)}. \quad (\text{P.9})$$

14 При всех расчетах результаты округлять так, как показано в прилагаемом примере заполнения таблицы «Результаты градиентных наблюдений».

15 Записать все полученные значения в таблицу «Результаты градиентных наблюдений и расчетов составляющих теплового баланса» (Таблица Р.5).

Таблица Р.1 – Значения $\alpha = \frac{1}{0,94 \Delta t + 1,45 \Delta e}$ для вычисления $k = \alpha \cdot (B - P)$ при $(B - P)$ в кВт/м²

Δe	Δt																	
	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	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
0,3	1,39	1,23	1,10	1,00	0,91	0,84	0,78	0,73	0,68	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,49	0,47	0,45	0,43
0,4	1,16	1,05	0,95	0,87	0,81	0,75	0,70	0,66	0,62	0,59	0,55	0,53	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41
0,5	0,99	0,91	0,84	0,78	0,72	0,68	0,64	0,60	0,57	0,54	0,51	0,49	0,47	0,45	0,43	0,41	0,40	0,38
0,6	0,87	0,80	0,75	0,70	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,38	0,36
0,7	0,77	0,72	0,67	0,63	0,60	0,57	0,54	0,51	0,49	0,47	0,45	0,43	0,41	0,40	0,38	0,37	0,36	0,35
0,8	0,69	0,65	0,61	0,58	0,55	0,52	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,39	0,38	0,36	0,35	0,34	0,33
0,9	0,63	0,59	0,56	0,54	0,51	0,49	0,46	0,45	0,43	0,41	0,40	0,38	0,37	0,36	0,34	0,33	0,32	0,31
1,0	0,58	0,55	0,52	0,50	0,47	0,45	0,44	0,42	0,40	0,39	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30
1,1	0,53	0,51	0,48	0,46	0,44	0,43	0,41	0,39	0,38	0,37	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,30	0,29
1,2	0,49	0,47	0,45	0,43	0,42	0,40	0,39	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,28
1,3	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,38	0,37	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,30	0,29	0,28	0,27	0,27
1,4	0,43	0,42	0,40	0,39	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26
1,5	0,41	0,39	0,38	0,37	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	0,25
1,6	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24	0,24
1,7	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,29	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23
1,8	0,35	0,33	0,32	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23	0,23	0,22
1,9	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,29	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,22
2,0	0,31	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21

Таблица Р.2 – Значения k 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	-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	0,00	0,00	0,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04
0,5	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	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	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06
0,7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
0,8	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,08
0,9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,09
1,0	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,10
1,1	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11
1,2	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,12
1,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,14
1,4	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,15
1,5	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,16
1,6	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14	0,17
1,7	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,18
1,8	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,19
1,9	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,20
2,0	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,21
2,1	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18	0,19	0,22
2,2	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,23
2,3	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,20	0,21	0,24
2,4	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,21	0,22	0,25
2,5	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21	0,22	0,23	0,26
2,6	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24	0,27
2,7	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,24	0,26	0,28
2,8	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,25	0,27	0,29
2,9	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,26	0,28	0,30
3,0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,27	0,29	0,31
3,1	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,28	0,30	0,32
3,2	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,29	0,31	0,33
3,3	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29	0,30	0,32	0,34
3,4	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29	0,30	0,30	0,32	0,34	0,35
3,5	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32	0,34	0,36

Окончание таблицы Р.2

Δu	Δt																				
	0,0	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	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
0,3	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,10	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,22	0,23
0,4	0,04	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,20	0,21
0,5	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19
0,6	0,06	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19
0,7	0,07	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19
0,8	0,08	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20
0,9	0,09	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20
1,0	0,10	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21
1,1	0,11	0,13	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22
1,2	0,12	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22
1,3	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23
1,4	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24
1,5	0,16	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25
1,6	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26
1,7	0,18	0,19	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27
1,8	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	0,28
1,9	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29
2,0	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,30
2,1	0,22	0,23	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,31
2,2	0,23	0,24	0,25	0,26	0,26	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32
2,3	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
2,4	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33
2,5	0,26	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34	0,34
2,6	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35
2,7	0,28	0,30	0,30	0,31	0,32	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36	0,36
2,8	0,29	0,30	0,31	0,32	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
2,9	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38	0,38	0,38
3,0	0,31	0,32	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39	0,40
3,1	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,41
3,2	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,41	0,41	0,41	0,42
3,3	0,34	0,35	0,36	0,37	0,37	0,38	0,38	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
3,4	0,35	0,36	0,38	0,38	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42	0,43	0,43	0,43	0,43	0,44
3,5	0,36	0,38	0,38	0,39	0,40	0,40	0,40	0,41	0,41	0,42	0,42	0,43	0,43	0,43	0,43	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44

Таблица Р.3 – Значения A при разных Δt и Δe

Δe	Δt																								
	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	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
0,1	0,39	0,56	0,66	0,72	0,76	0,79	0,82	0,84	0,85	0,86	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94
0,2	0,24	0,39	0,49	0,56	0,62	0,66	0,69	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,88	0,88	0,89
0,3	0,18	0,30	0,39	0,46	0,52	0,56	0,60	0,63	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,84
0,4	0,14	0,24	0,32	0,39	0,44	0,49	0,53	0,56	0,59	0,62	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80
0,5	0,12	0,20	0,28	0,34	0,39	0,44	0,47	0,51	0,54	0,56	0,58	0,61	0,62	0,64	0,66	0,67	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,75	0,76
0,6	0,10	0,18	0,24	0,30	0,35	0,39	0,43	0,46	0,49	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,63	0,64	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73
0,7	0,08	0,16	0,22	0,27	0,31	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,59	0,61	0,62	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70
0,8	0,07	0,14	0,19	0,24	0,29	0,32	0,36	0,39	0,42	0,44	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55	0,56	0,58	0,59	0,60	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67
0,9	0,07	0,12	0,18	0,22	0,26	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,53	0,55	0,56	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64
1,0	0,06	0,11	0,16	0,20	0,24	0,28	0,31	0,34	0,37	0,39	0,41	0,44	0,46	0,47	0,49	0,51	0,52	0,54	0,55	0,56	0,57	0,59	0,60	0,61	0,62
1,1	0,06	0,10	0,15	0,19	0,23	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,48	0,50	0,51	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59
1,2	0,05	0,10	0,14	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30	0,32	0,35	0,37	0,40	0,41	0,43	0,44	0,46	0,48	0,49	0,50	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57
1,3	0,05	0,09	0,13	0,16	0,20	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,42	0,44	0,46	0,47	0,48	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55
1,4	0,04	0,08	0,12	0,16	0,19	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33	0,36	0,37	0,39	0,41	0,42	0,44	0,45	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53
1,5	0,04	0,08	0,11	0,15	0,18	0,20	0,23	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,41	0,42	0,43	0,45	0,46	0,47	0,48	0,50	0,51	0,52
1,6	0,04	0,07	0,11	0,14	0,17	0,19	0,21	0,24	0,26	0,29	0,31	0,32	0,34	0,36	0,38	0,39	0,40	0,42	0,43	0,44	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
1,7	0,04	0,07	0,10	0,13	0,16	0,18	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,36	0,38	0,39	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,48	0,49
1,8	0,03	0,07	0,10	0,12	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38	0,39	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47
1,9	0,03	0,06	0,09	0,12	0,14	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,30	0,32	0,34	0,35	0,36	0,38	0,39	0,40	0,41	0,43	0,44	0,45	0,46
2,0	0,03	0,06	0,09	0,11	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,29	0,31	0,32	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44
2,1	0,03	0,06	0,08	0,11	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43
2,2	0,03	0,06	0,08	0,10	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,32	0,33	0,34	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42
2,3	0,03	0,05	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,28	0,29	0,31	0,32	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41
2,4	0,03	0,05	0,07	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,31	0,32	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40
2,5	0,02	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24	0,25	0,26	0,28	0,29	0,30	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39

Таблица Р.4 – Значения $L = 0,94k_1 \approx t$ (кВт/м²)

k_1	Δt																							
	0,1 0	0,2 0	0,3 0	0,4 0	0,5 0	0,6 0	0,7 0	0,8 0	0,9 0	1,0 0	1,1 0	1,2 0	1,3 0	1,4 0	1,50	1,6 0	1,7 0	1,8 0	1,9 0	2,0 0	2,1 0	2,2 0	2,3 0	2,4 0
0,0 1	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,01 2	0,0 2	0,0 2	0,0 2	0,0 2	0,0 2	0,0 2	0,0 2	0,0 2	0,0 2
0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 2	0,0 2	0,0 2	0,0 2	0,0 2	0,0 2	0,0 3	0,03 3	0,0 3	0,0 3	0,0 3	0,0 4	0,0 4	0,0 4	0,0 4	0,0 4	0,0 5
0,0 3	0,0 0	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 1	0,0 2	0,0 2	0,0 2	0,0 3	0,0 3	0,0 3	0,0 3	0,0 4	0,0 4	0,04 5	0,0 5	0,0 5	0,0 5	0,0 5	0,0 6	0,0 6	0,0 6	0,0 6	0,0 7
0,0 4	0,0 0	0,0 1	0,0 1	0,0 2	0,0 2	0,0 2	0,0 3	0,0 3	0,0 3	0,0 4	0,0 4	0,0 5	0,0 5	0,0 5	0,06 6	0,0 6	0,0 6	0,0 7	0,0 7	0,0 8	0,0 8	0,0 8	0,0 9	0,0 9
0,0 5	0,0 0	0,0 1	0,0 1	0,0 2	0,0 2	0,0 3	0,0 3	0,0 4	0,0 4	0,0 5	0,0 5	0,0 6	0,0 6	0,0 7	0,07 8	0,0 8	0,0 8	0,0 8	0,0 9	0,0 9	0,1 0	0,1 0	0,1 1	0,1 1
0,0 6	0,0 1	0,0 1	0,0 2	0,0 2	0,0 3	0,0 3	0,0 4	0,0 5	0,0 5	0,0 6	0,0 6	0,0 7	0,0 7	0,0 8	0,08 9	0,0 9	0,1 0	0,1 0	0,1 1	0,1 1	0,1 2	0,1 2	0,1 3	0,1 4
0,0 7	0,0 1	0,0 1	0,0 2	0,0 3	0,0 3	0,0 4	0,0 5	0,0 5	0,0 6	0,0 7	0,0 7	0,0 8	0,0 9	0,0 9	0,10 1	0,1 1	0,1 1	0,1 2	0,1 3	0,1 3	0,1 4	0,1 4	0,1 5	0,1 6
0,0 8	0,0 1	0,0 2	0,0 2	0,0 3	0,0 4	0,0 5	0,0 5	0,0 6	0,0 7	0,0 8	0,0 8	0,0 9	0,1 0	0,1 1	0,11 2	0,1 2	0,1 3	0,1 4	0,1 4	0,1 5	0,1 6	0,1 7	0,1 7	0,1 8
0,0 9	0,0 1	0,0 2	0,0 3	0,0 3	0,0 4	0,0 5	0,0 6	0,0 7	0,0 8	0,0 8	0,0 9	0,1 0	0,1 1	0,1 2	0,13 4	0,1 4	0,1 4	0,1 5	0,1 6	0,1 7	0,1 8	0,1 9	0,1 9	0,2 0
0,1 0	0,0 1	0,0 2	0,0 3	0,0 4	0,0 5	0,0 6	0,0 7	0,0 8	0,0 8	0,0 9	0,1 0	0,1 1	0,1 2	0,1 3	0,14 5	0,1 5	0,1 6	0,1 7	0,1 8	0,1 9	0,2 0	0,2 1	0,2 2	0,2 3
0,1 1	0,0 1	0,0 2	0,0 3	0,0 4	0,0 5	0,0 6	0,0 7	0,0 8	0,0 9	0,1 0	0,1 1	0,1 2	0,1 3	0,1 4	0,16 7	0,1 7	0,1 8	0,1 9	0,2 0	0,2 1	0,3 3	0,2 3	0,2 4	0,2 5
0,1 2	0,0 1	0,0 2	0,0 3	0,0 5	0,0 6	0,0 7	0,0 8	0,0 9	0,1 0	0,1 1	0,1 2	0,1 4	0,1 5	0,1 6	0,17 8	0,1 8	0,1 9	0,2 0	0,2 1	0,2 3	0,2 4	0,2 5	0,2 6	0,2 7
0,1 3	0,0 1	0,0 2	0,0 4	0,0 5	0,0 6	0,0 7	0,0 9	0,1 0	0,1 1	0,1 2	0,1 3	0,1 5	0,1 6	0,1 7	0,1 8	0,2 0	0,2 1	0,2 2	0,2 3	0,2 4	0,2 6	0,2 7	0,2 8	0,2 9
0,1 4	0,0 1	0,0 3	0,0 4	0,0 5	0,0 7	0,0 8	0,0 9	0,1 1	0,1 2	0,1 3	0,1 4	0,1 6	0,1 7	0,1 8	0,20 1	0,2 1	0,2 2	0,2 4	0,2 5	0,2 6	0,2 8	0,2 9	0,3 0	0,3 2
0,1 5	0,0 1	0,0 3	0,0 4	0,0 6	0,0 7	0,0 8	0,1 0	0,1 1	0,1 3	0,1 4	0,1 6	0,1 7	0,1 8	0,2 0	0,21 3	0,2 3	0,2 4	0,2 5	0,2 7	0,2 8	0,3 0	0,3 1	0,3 2	0,3 4
0,1 6	0,0 2	0,0 3	0,0 5	0,0 6	0,0 8	0,0 9	0,1 1	0,1 2	0,1 4	0,1 5	0,1 7	0,1 8	0,2 0	0,2 1	0,23 4	0,2 4	0,2 6	0,2 7	0,2 9	0,3 0	0,3 2	0,3 3	0,3 5	0,3 6
0,1 7	0,0 2	0,0 3	0,0 5	0,0 6	0,0 8	0,1 0	0,1 1	0,1 3	0,1 4	0,1 6	0,1 8	0,1 9	0,2 1	0,2 2	0,24 6	0,2 6	0,2 7	0,2 9	0,3 0	0,3 2	0,3 4	0,3 5	0,3 7	0,3 8

0,1 8	0,0 2	0,0 3	0,0 5	0,0 7	0,0 8	0,1 0	0,1 2	0,1 4	0,1 5	0,1 7	0,1 9	0,2 0	0,2 2	0,2 4	0,25 	0,2 7	0,2 9	0,3 0	0,3 2	0,3 4	0,3 6	0,3 7	0,3 9	0,4 1
0,1 9	0,0 2	0,0 4	0,0 5	0,0 7	0,0 9	0,1 1	0,1 3	0,1 4	0,1 6	0,1 8	0,2 0	0,2 1	0,2 3	0,2 5	0,27 	0,2 9	0,3 0	0,3 2	0,3 4	0,3 6	0,3 8	0,3 9	0,4 1	0,4 3
0,2 0	0,0 2	0,0 4	0,0 6	0,0 8	0,0 9	0,1 1	0,1 3	0,1 5	0,1 7	0,1 9	0,2 1	0,2 3	0,2 4	0,2 6	0,28 	0,3 0	0,3 2	0,3 4	0,3 6	0,3 8	0,3 9	0,4 1	0,4 3	0,4 5
0,2 1	0,0 2	0,0 4	0,0 6	0,0 8	0,1 0	0,1 2	0,1 4	0,1 6	0,1 8	0,2 0	0,2 2	0,2 4	0,2 6	0,2 8	0,30 	0,3 2	0,3 4	0,3 6	0,3 8	0,3 9	0,4 1	0,4 3	0,4 5	0,4 7
0,2 2	0,0 2	0,0 4	0,0 6	0,0 8	0,1 0	0,1 2	0,1 4	0,1 7	0,1 9	0,2 1	0,2 3	0,2 5	0,2 7	0,2 9	0,31 	0,3 3	0,3 5	0,3 7	0,3 9	0,4 1	0,4 3	0,4 5	0,4 8	0,5 0
0,2 3	0,0 2	0,0 4	0,0 6	0,0 9	0,1 1	0,1 3	0,1 5	0,1 7	0,1 9	0,2 2	0,2 4	0,2 6	0,2 8	0,3 0	0,32 	0,3 5	0,3 7	0,3 9	0,4 1	0,4 3	0,4 5	0,4 8	0,5 0	0,5 2
0,2 4	0,0 2	0,0 5	0,0 7	0,0 9	0,1 1	0,1 4	0,1 6	0,1 8	0,2 0	0,2 3	0,2 5	0,2 7	0,2 9	0,3 2	0,34 	0,3 6	0,3 8	0,4 1	0,4 3	0,4 5	0,4 7	0,5 0	0,5 2	0,5 4
0,2 5	0,0 2	0,0 5	0,0 7	0,0 9	0,1 2	0,1 4	0,1 6	0,1 9	0,2 1	0,2 3	0,2 6	0,2 8	0,3 1	0,3 3	0,35 	0,3 8	0,4 0	0,4 2	0,4 5	0,4 7	0,4 9	0,5 2	0,5 4	0,5 6
0,2 6	0,0 2	0,0 5	0,0 7	0,1 0	0,1 2	0,1 5	0,1 7	0,2 0	0,2 2	0,2 4	0,2 7	0,2 9	0,3 2	0,3 4	0,37 	0,3 9	0,4 2	0,4 4	0,4 6	0,4 9	0,5 1	0,5 4	0,5 6	0,5 9
0,2 7	0,0 3	0,0 5	0,0 8	0,1 0	0,1 3	0,1 5	0,1 8	0,2 0	0,2 3	0,2 5	0,2 8	0,3 0	0,3 3	0,3 6	0,38 	0,4 1	0,4 3	0,4 6	0,4 8	0,5 1	0,5 3	0,5 6	0,5 8	0,6 1
0,2 8	0,0 3	0,0 5	0,0 8	0,1 1	0,1 3	0,1 6	0,1 8	0,2 1	0,2 4	0,2 6	0,2 9	0,3 2	0,3 4	0,3 7	0,39 	0,4 2	0,4 5	0,4 7	0,5 0	0,5 3	0,5 5	0,5 8	0,6 1	0,6 3
0,2 9	0,0 3	0,0 5	0,0 8	0,1 1	0,1 4	0,1 6	0,1 9	0,2 2	0,2 5	0,2 7	0,3 0	0,3 3	0,3 5	0,3 8	0,41 	0,4 4	0,4 6	0,4 9	0,5 2	0,5 5	0,5 7	0,6 0	0,6 3	0,6 5
0,3 0	0,0 3	0,0 6	0,0 8	0,1 1	0,1 4	0,1 7	0,2 0	0,2 3	0,2 5	0,2 8	0,3 1	0,3 4	0,3 7	0,3 9	0,42 	0,4 5	0,4 8	0,5 1	0,5 4	0,5 6	0,5 9	0,6 2	0,6 5	0,6 8

Таблица Р.5 – Результаты градиентных наблюдений и расчетов составляющих теплового баланса (август)

1 декада										2 декада								
Срок	1	7	10	13	16	19	Средне суточн.	Сумма, МДж/м ²		1	7	10	13	16	19	Средне суточн.	Сумма, МДж/м ²	
								сутки	декаду								сутки	декаду
B, кВт/м ²	- 0,03	0,08	0,22	0,35	0,26	0,02	0,115	9,94	99,4	- 0,02	0,05	0,26	0,37	0,25	- 0,01	0,113	9,76	97,6
P, кВт/м ²	- 0,02	0,02	0,05	0,04	0,01	- 0,03	0,001	0,126	1,26	- 0,02	0,01	0,05	0,05	- 0,01	- 0,03	0,000	0,038	0,38
B-P, кВт/м ²	- 0,01	0,06	0,17	0,31	0,25	0,05	0,114	9,81	98,1	0,00	0,04	0,21	0,32	0,26	0,02	0,113	9,72	97,2
Δt, град.	- 1,0	0,4	0,8	1,4	0,6	0,1	0,2	-	-	- 0,5	0,1	0,8	1,1	1,0	0,1	0,3	-	-
Δe, гПа	- 0,5	0,7	0,8	1,3	1,0	0,7	0,5	-	-	- 0,3	0,2	1,1	1,5	1,6	0,4	0,6	-	-
Δu, м/сек	0,5	0,7	1,0	1,0	1,2	0,8	0,8	-	-	0,6	0,8	1,2	1,0	0,7	0,8	0,8	-	-
u ₂ , м/сек	1,2	1,7	2,5	2,8	2,9	1,8	2,0	-	-	1,2	1,8	2,4	2,4	1,9	1,7	1,8	-	-
K ₁ , м ² /сек	0,01	0,11	0,09	0,10	0,13	0,10	0,08	-	-	0,02	0,10	0,09	0,10	0,08	0,10	0,08	-	-
L, кВт/м ²	- 0,01	0,04	0,07	0,13	0,07	0,01	0,041	3,54	35,4	- 0,01	0,01	0,07	0,10	0,08	0,01	0,033	2,85	28,5
V, кВт/м ²	0,00	0,02	0,10	0,18	0,18	0,04	0,07	6,27	62,7	0,01	0,03	0,14	0,22	0,18	0,01	0,08	6,87	68,7
E, мм/час	0,00	0,03	0,14	0,26	0,26	0,06			25,1	0,01	0,04	0,20	0,32	0,26	0,01			27,5
α			0,52	0,31	0,50							0,43	0,31	0,31				
A			0,39	0,41	0,28							0,32	0,32	0,29				

3 декада										Месяц								
Срок	1	7	10	13	16	19	Средне суточн.	Сумма, МДж/м ²		1	7	10	13	16	19	Средне суточн.	Сумма, МДж/м ²	
								сутки	декаду								сутки	месяц
B, кВт/м ²	- 0,04	0,06	0,30	0,33	0,20	- 0,03	0,099	8,55	94,1	- 0,03	0,06	0,26	0,35	0,23	- 0,01	0,107	9,24	286,4
P, кВт/м ²	- 0,03	0,02	0,05	0,03	- 0,01	- 0,03	- 0,002	- 0,163	- 1,79	- 0,03	0,01	0,06	0,04	- 0,01	- 0,03	0,000	- 0,004	- 0,12
B-P, кВт/м ²	- 0,01	0,04	0,25	0,30	0,21	0,00	0,101	8,71	95,9	0,00	0,05	0,20	0,31	0,24	0,02	0,107	9,24	286,5
Δt, град.	- 1,2	0,0	1,0	0,9	0,7	- 0,3	0,0	-	-	- 0,9	0,2	0,9	1,1	0,8	- 0,1	0,1	-	-
Δe, гПа	- 0,5	0,3	1,7	1,9	1,8	0,7	0,7	-	-	- 0,4	0,4	1,2	1,6	1,5	0,6	0,6	-	-
Δu, м/сек	0,4	0,6	1,1	1,2	1,1	0,8	0,8	-	-	0,5	0,7	1,1	1,1	1,0	0,8	0,8	-	-
u ₂ , м/сек	1,0	1,6	2,8	3,1	3,1	1,6	2,0	-	-	1,1	1,7	2,6	2,8	2,7	1,7	1,9	-	-
K ₁ , м ² /сек	0,00	0,06	0,07	0,08	0,07	0,04	0,05	-	-	0,01	0,09	0,08	0,09	0,08	0,06	0,06	-	-
L, кВт/м ²	0,00	0,00	0,07	0,07	0,04	- 0,01	0,021	1,81	19,9	- 0,01	0,02	0,06	0,10	0,06	- 0,01	0,027	2,33	72,2
V, кВт/м ²	- 0,01	0,04	0,18	0,23	0,17	0,01	0,08	6,90	76,0	0,01	0,03	0,14	0,21	0,18	0,03	0,08	6,91	214,3
E, мм/час	-	0,06	0,26	0,33	0,24	0,01			30,4	0,01	0,04	0,20	0,30	0,26	0,04			85,7

	0,01																	
α			0,29	0,28	0,31							0,39	0,30	0,34				
A			0,27	0,23	0,20							0,31	0,32	0,26				

Библиография

- [1] ОСТ 52.04.10-82 Актинометрия. Термины, буквенные обозначения и определения основных величин
- [2] Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений. Всемирная метеорологическая организация, 2000, № 8
- [3] Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. Л.: Гидрометеиздат, 1983
- [4] Международный метеорологический словарь. Всемирная метеорологическая организация, 1992, № 182
- [5] Методические указания. Образцовые актинометры ОСИ 2-го и 3-го разрядов. Методы и средства поверки. Л.: РТП ГГО, 1979
- [6] Психрометрические таблицы. – Л.: Гидрометеиздат, 1981
- [7] Барашкова Е. П., Гаевский В. Л., Дьяченко Л. Н., Лугина К. М., Пивоварова З. И. Радиационный режим территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1961
- [8] Пивоварова З. И., Стадник В. В. Климатические характеристики солнечной радиации как источника энергии на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1988
- [9] Русин Н. П. Прикладная актинометрия. Л.: Гидрометеиздат, 1979
- [10] РД 52.04.135–91. Единые отраслевые нормы расхода материалов при производстве актинометрических и теплобалансовых наблюдений
- [11] РД 52.19.252–91. Нормы расхода спирта на производственные нужды в системе Госкомгидромета