РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

НАСТАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ СТАНЦИЯМ И ПОСТАМ

ВЫПУСК 5. АКТИНОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Часть I. Актинометрические наблюдения на станциях

Дата введения 1997-09-01

ПРЕДИСЛОВИЕ

РАЗРАБОТАН Главной геофизической обсерваторией им. А.И.Воейкова

РАЗРАБОТЧИКИ Л.В.Луцько, канд. техн. наук (руководитель темы); Е.Л.Махоткина, канд. геогр. наук; А.П.Бычкова; С.А.Соколенко, канд техн. наук; К.Д.Лебедева

УТВЕРЖДЕН Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 21 мая 1996 г.

ОДОБРЕНО Центральной комиссией Росгидромета по приборам и методам получения и обработки информации о состоянии природной среды 2 ноября 1995 г., протокол N 2

ЗАРЕГИСТРИРОВАН ЦКБ ГМП за номером РД 52.04.562-96 от 24.05.96

ВЗАМЕН следующих документов:

- Руководство гидрометеорологическим станциям по актинометрическим наблюдениям. Л., Гидрометеоиздат, 1971;

- РД 52.04.211-83. Методические указания по регистрации составляющих радиационного баланса. Л., Гидрометеоиздат, 1986;

- Методические указания по измерению суточных сумм солнечной радиации с применением интегратора Х-603. Л., Гидрометеоиздат, 1976;

- Методические письма Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова: Об организации и выполнении измерений суммарной радиации на реперных климатических станциях. N 26/8693 от 23.12.85; Об отмене срочных актинометрических наблюдений на станциях, выполняющих регистрацию составляющих радиационного баланса с помощью УАР. N 7076/26 от 14.05.86; По определению характеристик прозрачности атмосферы. N 8836 от 17.11.86.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящее наставление определяет основные положения по организации и проведению наземных актинометрических наблюдений на гидрометеорологических станциях Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета).

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем наставлении использованы следующие документы:

1 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.

2 ОСТ 52.04.10-82. Актинометрия. Термины, буквенные обозначения и определения основных величин.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

3.2 Сетевые приземные актинометрические наблюдения включают определение комплекса взаимосвязанных между собой характеристик солнечного излучения, достигающего земной поверхности, и теплового излучения естественных земных объектов, в том числе атмосферы, а также ряда дополнительных параметров состояния атмосферы и земной поверхности, влияющих на процессы трансформации солнечного излучения и характеризующих условия наблюдений.

3.2.1 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 величинах даны в приложении А, а их определения приведены в ОСТ 52.04.10.

3.2.2 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. Понятия об этих величинах, за исключением цвета неба и состояния диска Солнца, изложены в [1].

3.3 Пункт актинометрических наблюдений должен быть организован только на базе действующей метеорологической станции. Открытие, перенос или закрытие пункта актинометрических наблюдений должны быть согласованы с головной методической организацией Росгидромета - в данном случае с Главной геофизической обсерваторией им. А.И.Воейкова (ГГО).

3.4 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 ГГО.

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

3.6 В пункте актинометрических наблюдений должны вестись следующие журналы:

- журнал работы приборов;

- журнал контроля и поверок рабочих приборов;

- журнал замечаний.

Пояснения по ведению этих журналов приведены в приложении Б. Кроме того, в пункте актинометрических наблюдений должны храниться поверочные свидетельства всех средств измерений.

3.7 Для повседневной работы наблюдатели должны использовать настоящие методические указания, комплект рабочих таблиц и графиков в соответствии с приложением В, а также наставление [1].

3.8 Для записи результатов наблюдений должны использоваться книжка КМ-12 (приложение Г) или (и) рабочая тетрадь.

3.9 Наблюдения в каждом пункте должны проводиться в соответствии с программой, которую устанавливает Территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) по согласованию с ГГО и утверждает Росгидромет. Для пунктов актинометрических наблюдений установлены три типа программ:

- срочные наблюдения;

- непрерывные наблюдения (регистрация);

- определение суточных сумм суммарной радиации путем интегрирования.

3.9.1 Срочные наблюдения предусматривают выполнение измерений вручную в установленные сроки при помощи актинометрических датчиков с показывающими измерительными приборами и определение дополнительных характеристик условий наблюдений, перечисленных в 3.2.2. По результатам срочных наблюдений определяют значения видов радиации, перечисленных в 3.2.1, и коэффициент прозрачности атмосферы в момент наблюдения, а также месячные суммы этих видов радиации. Порядок выполнения срочных наблюдений, обработки и представления результатов указан в разделе 7.

3.9.2 Непрерывные наблюдения (регистрация) производятся путем записи сигналов пяти актинометрических датчиков на диаграммную ленту самопишущего измерительного прибора (регистратора) непрерывно в течение суток. Дополнительная информация должна включать вид атмосферных явлений, их продолжительность и интенсивность, преобладающее за сутки состояние подстилающей поверхности, продолжительность солнечного сияния за сутки, характеристику ясности дня, температуру воздуха и скорость ветра. По результатам регистрации определяют часовые, суточные и месячные суммы видов радиации, перечисленных в 3.2.1, а также коэффициент прозрачности атмосферы. Порядок проведения непрерывных наблюдений, обработки и представления результатов указан в разделе 8.

3.9.3 Определение суточных сумм суммарной радиации путем интегрирования производится при помощи пиранометра, подключенного к интегрирующему измерительному прибору (интегратору), показание которого снимают по истечении суток. Дополнительная информация должна включать данные о продолжительности солнечного сияния за сутки, преобладающем за светлое время суток состоянии подстилающей поверхности, характеристик ясности дня. Порядок выполнения наблюдений, обработки и представления результатов указан в разделе 9.

3.9.4 По указанию Росгидромета, УГМС и при согласовании с ГГО некоторые пункты

актинометрических наблюдений могут работать по программам с неполным составом информации или по двум программам одновременно, или по расширенной программе, дополненной наблюдениями за другими видами радиации, например за естественной освещенностью (приложение Д). Выполнение дополнительных наблюдений должно осуществляться при научно-методическом руководстве со стороны ГГО.

4 ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ

4.1 Общие указания

4.1.1 Методика выполнения наблюдений обеспечивает определение значений радиации с погрешностями, не превышающими указываемых ниже.

4.1.2 В качестве характеристики точности приняты границы $\pm\Delta$ полной погрешности результата измерений, в пределах которых погрешность находится с вероятностью 0,95.

4.1.3 Значения Δ определяются в абсолютных единицах:

- в киловаттах на метр квадратный для мгновенных значений радиации;

- в мегаджоулях на метр квадратный для сумм радиации.

4.2 Погрешности результатов наблюдений

4.2.1 При срочных наблюдениях погрешность ΔJ определения прямой солнечной, рассеянной, суммарной, отраженной радиации и радиационного баланса вычисляется по формуле (1) и округляется до 0,01 кВт/м ^{2}.

$$\Delta J = b + cJ \,, \tag{1}$$

где J - измеренное значение радиации, кВт/м ^{2}; b и c - коэффициенты, значения которых указаны в таблице 1.

Таблица 1 - Значения коэффициентов b и c в формуле (1)

Вид радиации и ее обозначение	b	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

4.2.2 При выполнении непрерывных наблюдений с помощью самопишущего измерительного прибора погрешность $\Delta\sum_{ч}J$ определения часовой суммы $\sum_{ч}J$ прямой солнечной, рассеянной, суммарной, отраженной радиации и радиационного баланса находится по формуле (2) и округляется до 0,01 МДж/м ^{2}.

$$\Delta\sum_{ч} J = b + c\sum_{ч} J\,, \qquad (2)$$

где b и c - коэффициенты, значения которых указаны в таблице 2.

Таблица 2 - Значения коэффициентов b и c в формуле (2)

Наименование часовой суммы радиации и ее обозначение	b	c
Часовая сумма прямой солнечной радиации $\sum_{ч} S$	0,04	0,03
Часовая сумма рассеянной радиации $\sum_{ч} D$	0,04	0,15
Часовая сумма отраженной радиации $\sum_{ч} R$	0,04	0,17
Часовая сумма суммарной радиации $\sum_{ч} Q$	0,07	0,03
Часовая сумма радиационного баланса $\sum_{ч} B$	0,03	0,25

4.2.3 Погрешность $\Delta\sum_{с} Q$ определения суточной суммы суммарной радиации $\sum_{с} Q$ по результатам измерений, выполненных при помощи пиранометра с электролитическим интегратором, находится по формуле (3) и округляется до 0,01 МДж/м ^{2}.

$$\Delta\sum_{с} Q = 0{,}10 + 0{,}21\sum_{с} Q\,. \qquad (3)$$

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

4.2.5 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.

5 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ТРЕБОВАНИЯ К ИХ СОСТОЯНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОМУ УХОДУ

5.1 Состав комплектов технических средств для обеспечения различных программ наблюдений

5.1.1 Комплект средств измерений и вспомогательного оборудования для выполнения каждой из программ наблюдений должен состоять из технических средств, перечисленных в таблицах 3-5. При формировании комплекта допускается использование технических средств других типов из числа рекомендованных Центральной комиссией по приборам и методам наблюдений (ЦКПМ) Росгидромета и аналогичных по назначению. Описание технических средств и рекомендации по их установке приведены в приложении Д.

Таблица 3 - Состав комплекта технических средств для выполнения срочных наблюдений

Наименование	ГОСТ, ТУ	Количество, шт.			
		рабочих	контрольных	запасных	всего
Актинометр М-3	ТУ-25-04.1740-80	1	1	1	3
Пиранометр М-80	ТУ 25-04.1744-81	1	1	1	3
Балансомер М-10М	ТУ 25-04.1745-80	1	-	2	3
Гальванометр*					
ГСА-1МА	ТУ 25-04.1787-75	2	1	2	5
ГСА-1МБ	ТУ 25-04.1787-75	1	-	1	2
Стойка актинометрическая М-13а	ТУ 25-04.1571-78	1	-	-	1
Ящик для гальванометров**	-	1	-	-	1
Стойка для анемометра**	-	1	-	-	1
Стол для поверок**	-	1	-	-	1
Труба поверочная ПО-11	ТУ 25-04.1565-77	2	-	-	2

Прибор комбинированный Ц4360	ТУ 25-04-2390-77	1	-	-	1
Анемометр ручной АРИ-49	ГОСТ 7193-74	1	-	1	2

* Вместо двух гальванометров ГСА-1МА и одного ГСА-1МБ допускается использовать три гальванометра ГСА-1 или три ГСА-1МА ТУ 25-04.1787-75.

** Изделие изготовляется на месте.

Таблица 4 - Состав комплекта технических средств для обеспечения непрерывных наблюдений (регистрации)

Наименование	ГОСТ, ТУ	Количество, шт.			
		рабочих	контрольных	запасных	всего
Актинометр М-3	ТУ-25-04.1740-80	2	1	1	4
Пиранометр М-80	ТУ 25-04.1744-81	4	1	4	9
Балансомер М-10М	ТУ 25-04.1745-80	2	-	4	6
Гальванометр ГСА-1 или ГСА-1М	ТУ 25-04.1787-75	3	1	3	7
Самопишущий прибор:					

КСП-4 или	ТУ 25-05.1290-78	1	-	1	2
А682	ТУ 25-0521.105-85				
Интегратор:					
Х-603 или	ТУ 25-01.364-75	5	-	2	7
Х-607	ТУ 25-01.1106-78				
Анемометр ручной АРИ-49	ГОСТ 7193-74	1	-	1	2
Анемометр дистанционный	-	1	-	1	2
Прибор комбинированный Ц4360	ТУ 25-04-2390-77	1	-	-	1
Стойка актинометрическая М-13а	ТУ 25-04.1571-78	1	-	-	1
Ящик для гальванометров	-	1	-	-	1
Стойка для анемометра	-	2	-	-	2
Поверочный стол	-	1	-	-	1
Поверочная труба ПО-11	ТУ 25-04.1565-77	2	-	-	2

Стойка для датчиков суммарной и отраженной радиации	-	1	-	-	1
Гелиостат	4Э2.390.038	1	-	1	2
Блок питания	4Э5.087.069	1	-	1	2
Часы электропервичные П413-2БР-Р24-012	ТУ 25-07.1302-77	1	-	1	2
Стойка для гелиостата	-	1	-	-	1
Стойка теневая М-41	ТУ 25-04.1569-77	2	-	-	2
или П3-1	ТУ 25-7149.014-89				
Соединительная коробка	4Э5.284-025	1	-	-	1
Распределительный щит	4Э5.284-024	1	-	-	1
Монтажный провод МКЭШ 2х0,35 (52 м)	ГОСТ 10348-71*	1	-	-	1

---

* На территории Российской Федерации документ не действует. Действует ГОСТ 10348-80. - Примечание изготовителя базы данных.

Кабель					
КСРБ 4х1,0 (60 м)	ГОСТ 1508-71*	1	-	-	1

* На территории Российской Федерации документ не действует. Действует ГОСТ 1508-78, здесь и далее по тексту. - Примечание изготовителя базы данных.

КСРБ 10х1,0 (500 м)	ГОСТ 1508-71	1	-	-	1
КСРБ 19х1,0 (500 м)	ГОСТ 1508-71	1	-	-	1
КРПТ 2х0,75 м (30 м)	ГОСТ 13497-68	1	-	-	1
Ключ 7811-0003 ДЖД21хр	ГОСТ 2839-71*	1	-	-	1

* На территории Российской Федерации документ не действует. Действует ГОСТ 2839-80, здесь и далее по тексту. - Примечание изготовителя базы данных.

Ключ 7811-0022 ДЖД21хр	ГОСТ 2839-71	1	-	-	1
Ключ 7811-0046 ДЖД21хр	ГОСТ 2839-71	1	-	-	1
Ключ 7813-0036 ДЖД21хр	ГОСТ 2839-71	1	-	-	1
Напильник 2820-0031	ГОСТ 1465-69*	1	-	-	1

* На территории Российской Федерации документ не действует. Действует ГОСТ 1465-80. - Примечание изготовителя базы данных.

Отвертка 7810-0324 КБ21хр	ГОСТ 17199-71*	3	-	-	3

* На территории Российской Федерации документ не действует. Действует ГОСТ 17199-88. - Примечание изготовителя базы данных.

Паяльник ПСР-40	ГОСТ 7219-77*	1	-	-	1

_____

* На территории Российской Федерации документ не действует. Действует ГОСТ 7219-83. - Примечание изготовителя базы данных.

Плоскогубцы	ГОСТ 7236-73*	1	-	-	1

_____

* На территории Российской Федерации документ не действует. Действует ГОСТ 7236-93. - Примечание изготовителя базы данных.

Таблица 5 - Состав комплекта технических средств для определения суточных сумм суммарной радиации путем интегрирования

Наименование	ГОСТ, ТУ	Количество, шт.			
		рабочих	контрольных	запасных	всего
Пиранометр М-80	ТУ 25-04.1744-81	1	1	1	3
Интегратор Х-607	ТУ 25-01.1106-78	1	1	1	3
Стойка для пиранометров	-	1	-	-	1
Соединительный кабель между метеоплощадкой и помещением станции (6-жильный)	ГОСТ 1508-71	1	-	-	1

5.1.2 Установку, монтаж, наладку, ввод в эксплуатацию и ремонт технических средств должна производить служба средств измерений (ССИ) УГМС. Рекомендации по выполнению этих работ приведены в разделе Д.3 приложения Д. Замену датчиков, штативов и отдельных деталей, не требующих специальной наладки или настройки, должен выполнять персонал станции.

5.1.3 Сведения о нормах на расходные материалы, требуемые для выполнения работ по каждой программе наблюдений, приведены в приложении Ж.

5.2 Контрольные приборы и оборудование

5.2.1 Контрольные приборы и оборудование предназначены для выполнения контроля переводных множителей или чувствительности рабочих средств измерений в пункте актинометрических наблюдений. При выполнении контроля должны использоваться контрольный актинометр, поверочная труба и стол для размещения приборов. Порядок использования контрольных приборов описан в разделах 7, 8 и 9.

5.2.2 Контрольный актинометр должен быть подготовлен в УГМС по методике, указанной в 7.7.2.

5.2.3 Поверочная труба ПО-11 ТУ 25-041565-77 предназначена для установки в ней пиранометра или балансомера при выполнении их поверки или контроля.

5.2.4 Стол для размещения приборов при выполнении контроля, как правило, изготавливается на месте. Рекомендации по его изготовлению и пример одной из конструкций приведены в приложении Д.

5.3 Требования к состоянию технических средств и эксплуатационному уходу

5.3.1 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.

5.3.2 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.

5.3.3 Все линии связи должны иметь сопротивление изоляции не менее 10 МОм; проверяется мегомметром при обязательном отключении датчиков и измерительных приборов; методика проверки указана в разделе 8.

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 изолентой или заменяют соединительный провод.

5.3.4 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.

5.3.5 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 (±5%).

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

5.3.7 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.

5.3.8 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 УГМС; 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.

5.3.9 Стеклянный 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 удается, 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. 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.

5.3.10 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.

5.3.11 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.

5.3.12 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 8.3.14. 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.

5.3.13 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 МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

6.1 На сети пунктов актинометрических наблюдений применяется метод количественного определения значений отдельных видов (элементов) радиации или их сумм по результатам непосредственных измерений сигналов, вырабатываемых актинометрическими датчиками (первичными измерительными преобразователями) под воздействием измеряемого излучения. Этим методом определяют значения прямой солнечной, рассеянной, отраженной коротковолновой радиации и радиационного баланса без прямой солнечной радиации. По значениям этих величин вычисляют значения прямой солнечной радиации на горизонтальной поверхности, суммарной радиации (в большинстве случаев), коротковолнового альбедо подстилающей поверхности, радиационного баланса (полного), длинноволнового радиационного баланса, сумм радиации и коэффициента прозрачности атмосферы.

6.2 Результат непосредственных измерений отсчитывают по шкале измерительного прибора, подключенного к актинометрическому датчику, а затем переводят в значения радиации, которые получают в киловаттах на квадратный метр (кВт/м ^{2}) для мгновенных значений радиации или в мегаджоулях на квадратный метр (МДж/м ^{2}) для сумм радиации. Для этого используют полученное при поверке значение переводного множителя датчика с измерительным прибором или коэффициент преобразования датчика (в зависимости от типа измерительного прибора).

7 ВЫПОЛНЕНИЕ СРОЧНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

7.1 Общие указания

7.1.1 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. Рекомендации по определению среднего солнечного времени даны в приложении И. Дневными сроками считаются сроки в период суток, 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.

7.1.2 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. Указания по способу определения этих характеристик приведены в 7.2.

7.1.3 Одно срочное наблюдение должно состоять из ряда серий измерений, количество которых зависит от условий измерений. Каждая серия в свою очередь 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 7.4.

7.1.4 Отсчеты по гальванометрам должны сниматься до 0,1 деления 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.

7.1.5 Результаты срочных наблюдений за истекший полный месяц после выполнения первичной обработки должны быть закодированы, занесены на технический носитель и отправлены в центр обработки (ГГО, УГМС) не позднее 15 числа следующего месяца. Порядок занесения данных на технический носитель устанавливает УГМС. Сроки представления информации с труднодоступных станций регламентируются УГМС и согласуются с центром обработки актинометрической информации.

7.1.6 На станции, выполняющей срочные наблюдения, должны вестись рабочие журналы, перечисленные в 3.6.

Рекомендации по ведению рабочих журналов даны в приложении Б.

7.1.7 Наблюдатель в течение рабочего дня должен проверить правильность заполнения книжки КМ-12 и обработки результатов, выполненных в предыдущий день. При обнаружении ошибок исправленные значения записать на полях книжки КМ-12. Если ошибки вызваны несоблюдением методики наблюдений и обработки, то следует внести соответствующую запись в журнал замечаний. Указания по проведению контроля результатов наблюдений даны в приложении К.

7.1.8 Специалист, ответственный за выполнение актинометрических наблюдений, должен просматривать записи в журнале и книжке КМ-12 и давать соответствующие разъяснения наблюдателям. В сомнительных случаях обращаться за консультацией в актинометрическую группу УГМС.

7.1.9 Не реже 1 раза в 10 дней должна быть выполнена проверка состояния технических средств в соответствии с 5.3 (техосмотр). Результаты техосмотра необходимо записать в журнал работы приборов.

7.1.10 Регулярно (по возможности ежемесячно) при наличии погодных условий, указанных в 7.7.1.2, должен производиться контроль переводных множителей рабочих приборов.

7.1.11 Значения переводных множителей должны определяться в результате поверки, выполненной по образцовому прибору в естественных условиях в УГМС или при проведении инспекции станции.

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

7.2.1 Форму и количество облаков определяют визуально по методике, изложенной в главе 16 наставления [1]. 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.

Примеры

1 Запись "8/5 Ci, As, Sc, Cu" означает, что количество общей облачности 8 баллов, нижней - 5 баллов и наблюдались четыре формы облаков.

2 Запись "2/0, Ci, Cu (сл.)" означает, что наблюдалось количество облаков Ci 2 балла и облаков Cu менее 0,5 балла.

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 6.

Таблица 6 - 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

7.2.2 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.

7.2.3 Состояние диска Солнца оценивают визуально в соответствии с указаниями таблицы 7.

Таблица 7 - 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	⊙²	4
Солнце просвечивает сквозь облака, туман, дым, пыль; тени видны, актинометр можно нацелить на Солнце, а пиранометр - затенить	⊙	3
Солнце слабо просвечивает, видно место его нахождения, но тени не видны, актинометр нельзя нацелить, а пиранометр - затенить	⊙⁰	2
Солнечного диска не видно сквозь плотные облака	П	0
Солнечный диск не виден вследствие большой закрытости горизонта	-	9
Окрестности освещены Солнцем, но приборы на площадке затенены местными объектами	⊗	5
Солнечный диск под горизонтом (ночью)	/	/

7.2.4 Цвет неба определяют при общем количестве облаков не более 3 баллов по участку неба в зените. При наличии облаков в околозенитной 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.

7.2.5 Метеорологическую дальность видимости (видимость) оценивают визуально в баллах по методике, изложенной в 17.5.4 наставления [1], или измеряют с использованием средств измерений, применяемых на метеорологической станции и рекомендованных в [1].

7.2.6 Атмосферные явления определяют визуально в соответствии с указаниями главы 14 наставления [1]. Перечень атмосферных явлений, их условные обозначения и шифры для записей при актинометрических наблюдениях приведены в таблице 8. 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.

Таблица 8 - Шифры атмосферных явлений

Атмосферное явление	Обозначение	Шифр
Смерч		01
Вихрь		02
Шквал		03

Роса		10
Иней		11
Гололед		12
Изморозь кристаллическая		13
Изморозь зернистая		14
Парение моря (озера, реки)		20
Дымка		21
Туман		22
Туман просвечивающий		23
Туман поземный		24
Туман ледяной		25
Туман ледяной просвечивающий		26
Туман ледяной поземный		27
Туман в окрестностях станции		28
Туман поземный в окрестностях станции		29
Мгла	∞	31
Пыльный поземок		32
Пыльная буря		33
Дым	SS	34
Мгла снежная		40
Поземок		41
Метель низовая		42
Метель общая		44
Иглы ледяные		50
Ледяной дождь		51
Крупа ледяная	△	52
Крупа снежная		53
Зерна снежные		54
Морось		62
Дождь		63
Дождь ливневый		64

Град		65
Снег		70
Снег ливневый		71
Снег мокрый		72
Снег ливневый мокрый		73

7.2.7 Температуру воздуха определяют по сухому термометру, установленному в психрометрической будке, по методике, изложенной в главе 6 наставления [1]. Показание термометра отсчитывают с десятыми долями градуса, поправку к показанию термометра не вводят.

7.2.8 Парциальное давление водяного пара выписывают из результатов ближайшего метеорологического срока, выполненного в соответствии с указаниями [1].

7.2.9 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.

7.2.10 Состояние подстилающей (деятельной) поверхности определяют визуально. Возможные состояния подстилающей поверхности и шифры для кодирования этой характеристики приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Шифры состояния подстилающей поверхности

Поверхность	Состояние										
	растительности или почвы				снега или льда						воды
	сухая	влажная	мокрая	замерзшая	чистый			загрязненный			
					сухой	влажный	обледенев-ший	сухой	влажный	обледенев-ший	
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
волнение до 3 баллов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91
волнение более 3 баллов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92
покрыта пленкой нефти	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93

Примечание - Числитель - зеленая трава, знаменатель - пожелтевшая трава. Степень покрытия растительностью: редкая - покрыто менее 50% поверхности, с просветами - от 50 до 90%, сплошная - более 90%.

7.3 Условия проведения срочных наблюдений

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

7.3.2 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.

7.3.3 Наблюдения по балансомеру не выполняют:

- при дожде, исключая случаи выпадения 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.

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

7.4 Подготовка к выполнению срочного наблюдения

7.4.1 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 30 мин, а интервалы между отсчетами допускается увеличивать не более чем до 2 мин.

7.4.2 За 10 мин до начала измерений открыть ящик с гальванометрами и произвести их внешний осмотр (по 5.3.11). 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 5.3). 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. Необходимо помнить, что 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.

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

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

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

7.5 Проведение измерений при выполнении срочных наблюдений

7.5.1 Выполнение срочного наблюдения при состоянии солнечного диска $\odot^2$ и $\odot$

7.5.1.1 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.

7.5.1.2 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 $n_{\text{а}}$ и температуры $T_{\text{г}}$ по термометру гальванометра, подключенного к актинометру, и записать в книжку КМ-12. Если наблюдение выполняется при температуре ниже минус 15 °С, то значение $T_{\text{г}}$ принимают равным температуре воздуха. Отсчитать и записать значение места нуля $n_{\text{б}}$ по гальванометру, подключенному к балансомеру. Через 2 мин после того, как был закрыт пиранометр, отсчитать место нуля $n_{\text{п}}$ по подключенному к нему гальванометру.

7.5.1.3 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.

7.5.1.4 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.

7.5.1.5 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.

7.5.1.6 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.

7.5.1.7 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.

7.5.1.8 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.

7.5.1.9 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 $\odot^2$ 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.

7.5.1.10 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.

7.5.1.11 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".

7.5.1.12 В случае когда при состоянии диска Солнца $\odot^2$ 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.

7.5.1.13 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 (СД) менялось: "СД менялось".

7.5.2 Выполнение срочного наблюдения при состоянии диска Солнца $\odot^0$ и Π

7.5.2.1 После подготовки к измерениям пиранометра и балансомера по 7.4 выполнить визуальные оценки количества и форм облаков, метеорологической дальности видимости, состояния подстилающей поверхности, атмосферных явлений.

7.5.2.2 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 $n_{\text{п}}$ и балансомера $n_{\text{б}}$. Разомкнуть выводы балансомера и подключить его к гальванометру.

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

7.5.2.4 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.

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

7.5.2.6 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.

7.5.2.7 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.

7.5.2.8 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.

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

7.5.3 Выполнение срочного наблюдения в ночной срок

7.5.3.1 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.

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

7.5.3.3 Отсчитать и записать место нуля балансомера $n_{\text{б}}$. Проследить за тем, чтобы при выполнении измерений балансомер не освещался искусственными источниками света (прожекторами, близко расположенными осветительными приборами и др.).

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

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

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

7.6 Обработка результатов срочных наблюдений

7.6.1 Общие указания

7.6.1.1 В случае если обработка результатов срочных наблюдений производится в центре обработки (ГГО, УГМС), то в пункте наблюдений выполняют только первичную обработку исходных данных и их кодирование. Занесение информации на технический носитель (перфоленту, магнитную ленту, дискету) осуществляется либо непосредственно на станции, либо в соответствующем подразделении УГМС.

7.6.1.2 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.

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

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

7.6.2.2 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 дел.

7.6.2.3 По таблице шкаловых поправок (приложение В) соответствующего 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.

7.6.2.4 Вычислить исправленные значения отсчетов по формулам

$$N_{D1} = \overline{N}_{D1} - n_{\text{п}} + \Delta N_{D1}, \tag{4}$$

$$N_B = \overline{N}_B - n_{\text{б}} + \Delta N_B, \tag{5}$$

$$N_R = \overline{N}_R - n_{\text{п}} + \Delta N_R, \tag{6}$$

$$N_{D2} = \overline{N}_{D2} - n_{\text{п}} + \Delta N_{D2}, \quad (7)$$

где $n_{\text{п}}$, $n_{\text{б}}$ - значение места нуля пиранометра и балансомера соответственно, дел.

Примечание - Если при измерениях были отсчитаны верхняя и нижняя границы значений отсчетов по балансомеру (по 7.5.1.12), то определить среднее из них $\overline{N}_B$. Таким же образом поступить в случае, когда измерены верхняя и нижняя границы значений скорости ветра.

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

7.6.2.6 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.

7.6.2.7 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

$$N_S = \overline{N}_S - n_{\text{а}} + \Delta N_S, \quad (8)$$

где $n_{\text{а}}$ - значение места нуля актинометра, дел.

Примечание - По формуле (8) получают: $N_{S1} = \overline{N}_{S1} - n_{\text{а}} + \Delta N_{S1}$, $N_{SB} = \overline{N}_{SB} - n_{\text{а}} + \Delta N_{SB}$, $N_{SR} = \overline{N}_{SR} - n_{\text{а}} + \Delta N_{SR}$ и $N_{S2} = \overline{N}_{S2} - n_{\text{а}} + \Delta N_{S2}$.

7.6.2.8 Результаты обработки записать в книжку КМ-12. Примеры обработки представлены в приложении Г.

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

7.6.3 Полная обработка результатов срочных наблюдений

7.6.3.1 Выполнить первичную обработку по 7.6.2.

7.6.3.2 Определить по данным поверочного свидетельства балансомера поправочный множитель Φ_V, соответствующий среднему значению скорости ветра V. Вычислить исправленное значение отсчета $N_{\text{ш}}$ по формуле

$$N_{\text{ш}} = N_B \Phi_V. \quad (9)$$

7.6.3.3 Вычислить значения рассеянной D_1 и D_2 и отраженной $R_{\text{к}}$ радиации по формулам

$$D_1 = a_{\text{п}} N_{D1}, \quad (10)$$

$$D_2 = a_{\text{п}} N_{D2}, \quad (11)$$

$$R_{\text{к}} = a_{\text{п}} N_R, \quad (12)$$

где $a_{\text{п}}$ - переводный множитель пиранометра с гальванометром, кВт/(м ^{2}·дел.);

N_{D1}, N_{D2}, N_R - значения отсчетов с поправкой на место нуля и шкаловую поправку (по 7.6.2.4), дел.

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

$$B - S' = a_{\text{б}} N_{\text{ш}}, \tag{13}$$

где $a_{\text{б}}$ - переводный множитель балансомера с гальванометром, кВт/(м ^{2}·дел.);

$N_{\text{ш}}$ - значение отсчета, исправленное на место нуля, шкаловую поправку и скорость ветра (по 7.6.2.4 и 7.6.3.2), дел.

При измерении с незатененным балансомером значение радиационного баланса вычисляют по формуле

$$B = a_{\text{б}} N_{\text{ш}}, \tag{14}$$

где $N_{\text{ш}}$ - значение, аналогичное указанному в формуле (13), но при незатененном балансомере.

7.6.3.5 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

$$S = a_T N_S, \tag{15}$$

где a_T - значение переводного множителя актинометра с гальванометром, кВт/(м ^{2}·дел), при температуре $T_{\text{г}}$, отсчитанной по термометру гальванометра, °С;

N_S - значение, полученное по 7.6.2.7, дел.

Значение a_T необходимо определять по методике, 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 $S_1 = a_T N_{S1}$, для серии 2 как $S_B = a_T N_{SB}$, для серии 3 как $S_R = a_T N_{SR}$, для серии 4 как $S_2 = a_T N_{S2}$.

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

$$S = N_S[a + \Delta a(T_{\text{г}} - 20)], \tag{16}$$

где a - переводный множитель при температуре 20 °С, кВт/(м ^{2}·дел.).

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

$$S = a\,(N_S + \Delta N_T)\,, \tag{17}$$

где a - то же, что в формуле (16).

4 Формулы (15)-(17) дают одинаковый результат.

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

$$S' = S \sin h\,, \tag{18}$$

где S - значение прямой солнечной радиации, полученное по 7.6.3.5, кВт/м ^{2};

h - высота Солнца в момент середины срочного наблюдения, ...°. Значение $\sin h$ должно определяться по методике, изложенной в приложении И.

7.6.3.7 Дальнейшая обработка результатов срочных наблюдений, выполненных при состоянии диска Солнца $\odot^2$ или $\odot$, 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 допуска, в качестве которого приняты следующие значения:

- при S' ниже 0,35 кВт/м ^{2} допуск равен 0,02 кВт/м ^{2};

- при S', равном или более 0,35 кВт/м ^{2}, допуск равен 0,05 кВт/м ^{2}.

7.6.3.8 При стабильных условиях значения суммарной радиации Q, радиационного баланса B, альбедо подстилающей поверхности $A_к$, баланс коротковолновой радиации $B_к$ и баланс длинноволновой радиации $B_д$ должны определяться по формулам

$$Q = D_2 + S'_2\,, \tag{19}$$

$$B = (B - S') + S'_2\,, \tag{20}$$

$$A_к = R_к / Q\,, \tag{21}$$

$$B_к = Q - R_к\,, \tag{22}$$

$$B_д = (B - S') + R_к - D_2\,. \tag{23}$$

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

7.6.3.9 В условиях нестабильной радиации перед вычислением значений Q и $A_к$ необходимо оценить разности между значениями S'_1, S'_R и S'_2 и поступить следующим образом:

а) если $|S'_R - S'_2|$ выше допуска, а $|S'_R - S'_1|$ в допуске, то необходимо вычислять:

$$Q = S'_1 + D_1\,, \tag{24}$$

$$A_к = R_к / (S'_R + D_1)\,, \tag{25}$$

а в примечании записать эти формулы; принять $S = S_1$ и $D = D_1$;

б) если $|S'_R - S'_2|$ и $|S'_R - S'_1|$ выше допуска, то $A_к$ не вычислять, а значение Q вычислить по формуле

$$Q = S'_2 + D_2 \tag{26}$$

и в примечании записать эту формулу; принять $S = S_2$ и $D = D_2$.

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

а) если значения $|S'_B - S'_R|$ и $|S'_B - S'_1|$ в допуске, а значение $|S'_B - S'_2|$ выше допуска, то вычислять по формуле

$$B_д = (B - S') + R_к - D_1 \tag{27}$$

и в примечании записать эту формулу;

б) значение $B_д$ не вычислять в следующих случаях:

1) $|S'_B - S'_R|$ выше допуска;

2) $|S'_B - S'_1|$ и $|S'_B - S'_2|$ выше допуска;

3) $|S'_R - S'_1|$ и $|S'_R - S'_2|$ выше допуска.

Примечание - Указания, изложенные в 7.6.3.7-7.6.3.10, относятся также к случаю, когда состояние диска Солнца менялось и было отмечено как $\odot^2$ и $\odot$.

7.6.3.11 Если срочное наблюдение выполнено при состоянии диска Солнца $\odot^0$ или Π, одинаковом при выполнении всех серий измерений, то:

- значение суммарной радиации Q принять равным D_2, т.е. $Q = D_2$;

- значение радиационного баланса B определить по формуле (14);

- значения $R_к$, $B_к$, $B_д$ и альбедо $A_к$ определить по формулам (12), (22), (23) и (21) соответственно.

7.6.3.12 Если срочное наблюдение выполнено в условиях меняющегося состояния диска Солнца и отмеченного как $\odot^0$ и Π, 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 $R_к$;

б) значение $B_д$ 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 $B_д$ 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.

7.6.3.13 Если срочное наблюдение выполнено при меняющемся состоянии диска Солнца ◌ и $\odot^0$ или ◌ и $\prod$, то обработку выполнять в соответствии с 7.6.3.9-7.6.3.11, принимая, что при $\odot^0$ и $\prod$ значение прямой солнечной радиации равно нулю. В случае состояния диска Солнца ◌, $\odot^0$ и $\prod$ в течение одного срочного наблюдения результаты измерений бракуются.

7.6.3.14 Значение радиационного баланса по результатам срочного наблюдения, выполненного в ночной срок, вычислить по формуле (14).

7.6.3.15 Если измерения с балансомером не проведены из-за осадков, то в дневной срок принять $B = B_к = Q - R_к$ и $B_д = 0$, а в ночной срок принять $B_д = 0$.

7.6.3.16 Значение альбедо не вычислять, если значение суммарной радиации ниже 0,10 кВт/м ^{2}.

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

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

7.6.3.19 Определение месячных сумм радиации при необходимости должно выполняться по приложению Л.

7.7 Контроль рабочих приборов

7.7.1 Общие указания

7.7.1.1 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.

7.7.1.2 Контроль рабочих приборов должен выполняться при состоянии диска Солнца $\odot^2$ и общей облачности не более 5 баллов.

7.7.1.3 Периодический контроль должен быть выполнен для актинометра, пиранометра и балансомера, каждый из которых при контроле 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 мм ^{2} (диаметр медной жилы провода не менее 0,8 мм), длиной не более 3 м.

7.7.1.4 При выполнении текущего контроля рабочие приборы должны оставаться на своих рабочих местах подключенными к тем гальванометрам, к которым они подключены при выполнении срочных наблюдений. Текущий контроль может проводиться одновременно с

выполнением срочного наблюдения и все результаты записывают в книжку КМ-12 (см. пример 9 в приложении Г).

7.7.1.5 Материалы периодического и текущего контроля должны быть переданы в УГМС для проверки и принятия решения о дальнейшем использовании приборов.

7.7.2 Контрольный актинометр

7.7.2.1 Контрольный актинометр пункта наблюдений должен быть подготовлен и поверен актинометрической группой или службой средств измерений УГМС. Контрольный актинометр должен быть укомплектован гальванометром ГСА-1 или ГСА-1МА ТУ 25-04-1787-75, цифровым вольтметром, например (Щ-300 ТУ 25-04-3717-79, В7-21 ТУ И22-710.004) или потенциометром ПП-63 ГОСТ 9245-79. Комплектовать актинометр гальванометром ГСА-1МБ ТУ 25-04-1787-75 не допускается.

7.7.2.2 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/м ^{2}. Верхнюю и нижнюю границы рабочего участка шкалы определяют по формуле

$$N = \frac{1000kS}{\alpha(R_б + R_г)} + n, \qquad (28)$$

где N - отсчет по гальванометру, дел., при значении прямой солнечной радиации S, кВт/м ^{2};

k - чувствительность актинометра по данным поверочного свидетельства, мВ·м ^{2}/кВт;

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

$R_б$ - сопротивление термобатареи актинометра, Ом;

$R_г$ - сопротивление гальванометра на клеммах, к которым подключен актинометр, по данным поверочного свидетельства, Ом;

n - место нуля гальванометра, дел.

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

7.7.2.4 В процессе подготовки контрольной пары для нее экспериментальным способом должна быть определена зависимость переводного множителя от температуры на основе сравнений с образцовым средством измерений (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 25.

7.7.2.5 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/(м ^{2}·дел.), а по оси абсцисс - температуру $T_г$, °С. Наиболее удобным является масштаб: 0,0001 кВт/(м ^{2}·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

$$\Delta a = \frac{a_{T1} - a_{T2}}{T_1 - T_2} . \qquad (29)$$

Использование расчетного температурного коэффициента для контрольной пары допускается только в крайнем случае.

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

7.7.2.6 В процессе эксплуатации контрольного актинометра на график продолжают наносить точки, соответствующие результатам его сравнений с образцовым прибором УГМС. В случае если новые точки систематически отклоняются от проведенной прямой в одну и ту же сторону, то по согласованию с УГМС на графике проводят новую прямую, по которой определяют новые значения a и Δa, записывают их и дату введения изменений. На станцию направляют новую таблицу значений a_T в зависимости от температуры и указывают дату начала ее использования в работе. На станции необходимо внести соответствующую запись в журнал поверок и контроля рабочих приборов.

7.7.2.7 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.

7.7.2.8 Контрольный актинометр ежегодно должен поверяться по образцовому прибору в УГМС или непосредственно в пункте наблюдений, например при инспекции. При поверке определяют чувствительность актинометра и переводный множитель контрольной пары. Для получения каждой из указанных характеристик выполняют не менее трех серий сравнений с образцовым прибором УГМС. 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 1.

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА РОССИИ ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

БЮРО ПОВЕРКИ _____

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

Актинометр типа *М-3* № *57*

Чувствительность К при температуре 20 °С, мВ · м^2/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

a = 0,0120 кВт/ (м^2 · дел)

Дата поверки: *август 1993 г.*

Начальник ВП _____ *Иванов И. И.* место печати
(подпись) (ф.и.о.)

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

Рисунок 1 - Образец свидетельства о поверке актинометра с гальванометром

7.7.2.9 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.

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

7.7.2.11 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.

7.7.3 Периодический контроль переводного множителя рабочего актинометра с гальванометром

7.7.3.1 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.

7.7.3.2 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.

7.7.3.3 Закрыть актинометры крышками и через 1 мин отсчитать значения места нуля контрольной $n'_{к}$ и рабочей $n'_{а}$ пары, а также температуру по термометрам гальванометров контрольной $T_{к}$ и рабочей $T_{а}$ пары. Если контроль выполняется при температуре ниже минус 15 °С, в качестве значений $T_{к}$ и $T_{а}$ берут температуру воздуха.

7.7.3.4 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 $N'_{к}$ и рабочего $N'_{а}$ актинометров с интервалами между парами отсчетов 10-15 с. В течение выполнения серии необходимо корректировать нацеливание актинометров не реже одного раза в минуту. Записать время окончания серии.

7.7.3.5 Закрыть актинометры крышками и через 1 мин снять отсчеты места нуля $n'_{к}$ и $n'_{а}$.

7.7.3.6 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.

7.7.4 Обработка результатов периодического контроля рабочего актинометра с гальванометром

7.7.4.1 Из двух отсчетов места нуля контрольной $n'_{к}$ и рабочей $n'_{а}$ пары, снятых в начале и конце серии, определить средние значения $n_{к}$ и $n_{а}$.

7.7.4.2 Вычислить средние за серию значения отсчетов по контрольной $N_{к}$ и рабочей $N_{а}$ паре.

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

$$S = a_{кT}(N_{к} + \Delta N_{к} - n_{к}), \tag{30}$$

где $a_{кT}$ - переводный множитель контрольной пары при температуре $T_{к}$ (по 7.7.3.3), кВт/(м^{2}·дел.);

$\Delta N_{к}$ - шкаловая поправка гальванометра контрольной пары для отметки шкалы $N_{к}$, дел.

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

$$S = \frac{U - U_{0}}{K[1 - 0{,}0008(T - 20)]}, \tag{31}$$

где U - среднее из значений отсчетов U' (по 7.7.3.6), мВ;

U_{0} - значение места нуля, полученное как среднее из двух отсчетов U'_{0} (по 7.7.3.6), мВ;

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

T - температура воздуха при выполнении контроля, °С.

Для упрощения вычислений по формуле (31) значения величины $[1 - 0{,}0008(T - 20)]$ указаны в приложении М.

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

$$a_T = S/(N_a + \Delta N_a - n_a), \quad (32)$$

где S - значение прямой солнечной радиации, полученное по контрольной паре, кВт/м ^{2};

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

7.7.4.5 Значение a_T, полученное по формуле (32), привести к температуре 20 °С по формуле

$$a_a = a_T - \Delta a\,(T - 20), \quad (33)$$

где Δa - температурный коэффициент рабочей пары, определяемый по указаниям приложения В, кВт·°С/(м ^{2}·дел.);

a - переводный множитель рабочей пары при температуре 20 °С, кВт/(м ^{2}·дел.).

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

$$\Delta = \frac{a_a - a}{a} \cdot 100. \quad (34)$$

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

7.7.4.7 Если значение Δ по абсолютной величине равно или менее 3%, то считают, что переводный множитель рабочей пары не изменился.

7.7.4.8 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 при повторном контроле получено значение $|\Delta|$ менее 3%, то считают, что переводный множитель не изменился. Если же при повторном контроле Δ более 3% по абсолютной величине и имеет тот же знак, что и при первом контроле, то вопрос о дальнейшем использовании рабочей пары должен быть решен в УГМС.

7.7.5 Периодический контроль переводного множителя рабочего пиранометра с гальванометром

7.7.5.1 Подготовить к работе контрольную пару по 7.7.3.1. 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 УГМС. Правильность нанесения метки на целике трубы должна контролироваться при инспекции.

7.7.5.2 Произвести измерения по контрольному актинометру и пиранометру в трубе аналогично 7.7.3.2-7.7.3.6 с той разницей, что отсчеты места нуля пиранометра $n'_{\text{п}}$ в начале и конце серии выполнять через 2 мин после того, как труба была закрыта крышкой. В результате получить: две пары отсчетов $n'_{\text{к}}$ и $n'_{\text{п}}$, измеренные в начале и конце серий, 10 пар отсчетов $N'_{\text{к}}$ и $N'_{\text{п}}$ при освещенных контрольном актинометре и пиранометре, один отсчет $T_{\text{к}}$ температуры по термометру гальванометра контрольной пары перед началом серии.

7.7.6 Обработка результатов периодического контроля рабочего пиранометра с гальванометром

7.7.6.1 По отсчетам места нуля контрольного актинометра $n'_{\text{к}}$ и пиранометра $n'_{\text{п}}$, снятым в начале и конце серии, определить их средние значения $n_{\text{к}}$ и $n_{\text{п}}$.

7.7.6.2 Вычислить средние за серию значения отсчетов по контрольному актинометру $N_{\text{к}}$ и пиранометру $N_{\text{п}}$.

7.7.6.3 По результатам измерений с контрольной парой определить значение прямой солнечной радиации S аналогично 7.7.4.3.

7.7.6.4 Вычислить значение переводного множителя $a_{\text{п}}$ пиранометра с гальванометром по формуле

$$a_{\text{п}} = S/(N_{\text{п}} + \Delta N_{\text{п}} - n_{\text{п}}), \qquad (35)$$

где $\Delta N_{\text{п}}$ - шкаловая поправка гальванометра, подключенного к пиранометру, на отметке шкалы $N_{\text{п}}$, дел.

7.7.6.5 Полученное значение $a_{\text{п}}$ сравнить с применяемым в работе. Для пиранометра действуют указания 7.7.4.7 и 7.7.4.8, но при допускаемом значении $\triangle$, равном 5%.

7.7.7 Периодический контроль переводного множителя рабочего балансомера с гальванометром

7.7.7.1 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.

7.7.7.2 Подготовить к работе контрольную пару по 7.7.3.1. 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.

7.7.7.3 Снять крышки с актинометра и с трубы и положить их в затененное место. Нацелить датчики на Солнце и выдержать нацеленными не менее 2 мин. Записать характеристики облачности и цвет неба.

7.7.7.4 Закрыть актинометр и через 1 мин снять отсчеты места нуля $n'_{к}$ и температуры $T_{к}$.

7.7.7.5 Открыть актинометр и нацелить его на Солнце. Закрыть крышкой трубу и через 30 с снять отсчет $n'_{т}$ по затененному балансомеру.

7.7.7.6 Открыть трубу, откорректировать нацеливание на Солнце трубы и актинометра, через 30 с снять отсчеты $N'_{к}$ и $N'_{с}$ по контрольному актинометру и балансомеру соответственно.

7.7.7.7 Закрыть трубу и через 30 с снять второй отсчет $n'_{т}$ по балансомеру.

7.7.7.8 Продолжать измерения по 7.7.7.6 и 7.7.7.7 до получения 20 отсчетов $N'_{с}$ и 21 отсчета $n'_{т}$. При устойчивых отсчетах количество значений $N'_{с}$ допускается уменьшить, но не менее чем до 10.

7.7.7.9 Закрыть актинометр и через 1 мин снять отсчет места нуля $n'_{к}$.

7.7.7.10 Установить балансомер в трубе стороной 2 к Солнцу и нацелить на Солнце. Изменить полярность подключения балансомера к гальванометру. Выдержать трубу нацеленной не менее 2 мин. Выполнить вторую серию измерений по 7.7.7.4-7.7.7.9 для стороны 2 балансомера.

7.7.8 Обработка результатов периодического контроля рабочего балансомера с гальванометром

7.7.8.1 В первой серии измерений, выполненной для стороны 1 балансомера, из двух отсчетов $n'_{к}$, снятых в начале и конце серии, вычислить среднее значение $n_{к}$ места нуля контрольной пары.

7.7.8.2 Для каждого отсчета $N'_{к}$ первой серии вычислить значение прямой солнечной радиации S по методике 7.7.4.3.

7.7.8.3 В каждый из отсчетов $n'_{т}$ и $N'_{с}$ по балансомеру ввести шкаловые поправки и получить исправленные значения $n_{т}$ и $N_{с}$ соответственно.

7.7.8.4 Для каждого отсчета $N_{с}$ вычислить среднее значение $\overline{n}_{т}$ из двух соседних значений $n_{т}$, между которыми выполнено измерение $N_{с}$, а затем вычислить разность $N_{б}$ по формуле $N_{б} = N_{с} - \overline{n}_{т}$.

7.7.8.5 Для каждого значения $N_{б}$ вычислить значение a'_{1} по формуле

$$a'_{1} = S / N_{б}, \qquad (36)$$

где S - значение прямой солнечной радиации, полученное по 7.7.8.2 для данного $N_б$, кВт/м ^{2}.

7.7.8.6 Из полученных 20 значений a_1' вычислить среднее значение переводного множителя стороны 1 балансомера a_1. Пример записей при контроле приведен в приложении Б.

Примечание - Допускается выполнять обработку результатов измерений по средним за серию значениям $n_т$, $N_с$ и $N_к$, если в течение серии отсчеты $N_с$ устойчивы, а область разброса значений $n_т$ не превышает 20%.

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

7.7.8.8 Найти переводный множитель $a_б$ как среднее из значений a_1 и a_2. Определить асимметрию $\Delta a_б$ (%) сторон балансомера по формуле

$$\Delta a_б = \frac{a_1 - a_2}{a_б} \cdot 100 . \qquad (37)$$

7.7.8.9 Полученное значение $a_б$ сравнить с применяемым в работе. Для балансомера действуют указания 7.7.4.7 и 7.7.4.8, но при допускаемом значении Δ, равном 10%.

7.7.8.10 Если значение $\Delta a_б$ превысило 10% при повторном контроле, то вопрос о дальнейшем использовании балансомера должен решаться в УГМС.

7.7.8.11 Если при контроле балансомер был переключен на другой диапазон гальванометра, пересчет переводного множителя для рабочего диапазона $a_{б.р}$ необходимо выполнить по формуле

$$a_{б.р} = a_б(R_б + R_{т.р})/(R_б + R_т) , \qquad (38)$$

где $R_{т.р}$, $R_т$ - входные сопротивления гальванометра на рабочем диапазоне и на диапазоне, на котором выполнен контроль, соответственно, Ом (указаны в поверочном свидетельстве гальванометра).

7.7.9 Текущий контроль состояния рабочих пиранометра и балансомера с гальванометрами

При выполнении текущего контроля пиранометра и балансомера должно быть выполнено наблюдение в порядке, указанном в 7.5.1, с той разницей, что после первой серии измерений с затененным пиранометром должна быть проведена серия 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 которой N'_{B0} - отсчет по незатененному балансомеру, N'_Q - отсчет по незатененному пиранометру, N'_{SB0}, N'_{SQ} - отсчеты по актинометру.

Таблица 10 - 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'_{S0}, V', N'_{B0}, N'_{Q}, N'_{S0}, V', N'_{B0}, N'_{Q}.

7.7.10 Обработка результатов текущего контроля рабочих пиранометра и балансомера с гальванометрами

7.7.10.1 Для серий 1, 3, 5 и 6 из числа указанных в таблице 10 выполнить обработку по методике, изложенной в 7.6.3.

7.7.10.2 По результатам измерений, выполненных в серии 2 с незатененным балансомером, определить значение радиационного баланса B_0 по формуле (14), учтя при этом шкаловую поправку ΔN_6 и место нуля n_6. Определить значение прямой солнечной радиации S_{B0} по формуле (15), а также значение прямой солнечной радиации S'_{B0} на горизонтальной поверхности по формуле (18).

7.7.10.3 По результатам измерений, выполненных в серии 4 с незатененным пиранометром, определить значение суммарной радиации Q_0 по формуле, аналогичной формуле (10), а также значения прямой солнечной радиации S_Q и S'_Q.

7.7.10.4 Вычислить величину S'_{BB} по формуле

$$S'_{BB} = B_0 - (B - S') \tag{39}$$

и величину S'_{DQ} по формуле

$$S'_{DQ} = Q_0 - 0{,}5(D_1 + D_2), \tag{40}$$

где Q_0 и D_2 - значения суммарной и рассеянной радиации, определенные по результатам измерений в сериях 4 и 6 соответственно, кВт/м ^{2}.

7.7.10.5 Вычислить с учетом знаков величину ΔB по формуле

$$\Delta B = S'_{BB} - S'_{B0} \quad (41)$$

и величину ΔQ по формуле

$$\Delta Q = S'_{DQ} - S'_{Q}. \quad (42)$$

7.7.10.6 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 5.3). 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 7.7.7-7.7.8.

7.7.10.7 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 7.7.10.6 для балансомера.

8 ВЫПОЛНЕНИЕ НЕПРЕРЫВНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

8.1 Общие указания

8.1.1 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);

- 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.

8.1.2 Для проведения регистрации требуется комплект средств измерений и вспомогательного оборудования, указанный в таблице 4. Порядок их установки и ввода в работу указан в приложении Д.

8.1.3 При выполнении регистрации необходимо вести журнал работы приборов, журнал контроля и поверок, журнал ошибок и замечаний (приложение 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.

8.1.4 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.

8.1.5 По истечении месяца результаты наблюдений необходимо закодировать и направить в УГМС или центр обработки (ГГО или УГМС).

8.1.6 Значения переводных множителей датчиков с регистратором первоначально определяют при запуске установки в работу по формуле (71); их изменение проводят под контролем УГМС.

8.2 Условия выполнения непрерывных наблюдений

8.2.1 Регистрация сигналов актинометрических датчиков должна выполняться при любых метеорологических условиях за исключением грозы, сильного дождя (когда явление отмечается с указателем интенсивности 2 по таблице 11), мокрого снега, задерживающегося на датчиках, при отложении на датчиках гололеда и изморози.

8.2.2 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.

8.2.3 Значение продолжительности солнечного сияния за сутки берут из результатов метеорологических наблюдений и округляют до 0,1 ч.

8.2.4 Состояние подстилающей поверхности определяют по 7.2.10 и оценивают преобладающее за день.

8.2.5 Атмосферные явления определяют по 7.2.6, фиксируя при этом время начала и окончания явления, а также его интенсивность в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11 - 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.

8.2.6 Характеристику ясности дня определяют для светлого времени суток в соответствии с таблицей 12.

Таблица 12 - Характеристика ясности дня

Характеристика	Шифр
День полностью ясный, т.е. общее количество облаков не более 2 баллов при состоянии диска Солнца $\odot^2$ в течение дня	1
День полностью пасмурный, т.е. облачность 10/10 и состояние диска Солнца $\prod$ в течение дня	2
День с переменной облачностью	3

Оценку ясности дня выполняют на основании результатов наблюдений за облачностью в метеорологические сроки и при выполнении работ по 8.3.8, а также с учетом характера кривой регистрации сигналов актинометра. При полностью ясном дне эта кривая должна иметь плавный ход без провалов и выбросов.

8.2.7 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.

8.3 Проведение регистрации и дополнительных наблюдений

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

8.3.2 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.

8.3.3 Ежедневно при восходе Солнца необходимо проверить правильность нацеливания актинометра на Солнце, выполнив при необходимости корректировку по высоте при отпущенной гайке *10* (рисунок Д.5 приложения Д) 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 Д). 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.

8.3.4 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.

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

8.3.6 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.

8.3.7 Не реже одного раза в час проверять соответствие характера регистрируемой кривой условиям облачности, состояния диска Солнца, атмосферных явлений по рекомендациям приложения К 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.

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

8.3.8.1 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.

8.3.8.2 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.

8.3.8.3 Проверять состояние осушителя пиранометра. Если он 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 5.3.9 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.

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

8.3.8.5 Выполнять регистрацию места нуля для датчика, подключенного к регистратору со смещением места нуля (по приложению Д), 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).

8.3.9 Ежедневно по окончании суток определять по методике, указанной в 8.2, и записывать в рабочую тетрадь следующее:

- продолжительность солнечного сияния за сутки по 8.2.3;

- преобладающее за день состояние подстилающей поверхности по 8.2.4;

- атмосферные явления по 8.2.5;

- характеристику ясности дня по 8.2.6;

- температуру воздуха по 8.2.7;

- скорость ветра по 8.2.7.

При возможности ежедневно отрезают часть диаграммной ленты с результатами регистрации за истекшие сутки и выполняют первичную обработку, результаты которой заносят в рабочую тетрадь (рисунок 2).

Дата _____

Время, ч	Шифр			Обл.	T °C	V м/с	Среднечасовые ординаты, дел.				
	АЯ	СД	ПП				H_S	H_D	H_Q	H_R	H_B

Продолжительность солнечного сияния, ч, _____

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 8.6.2) для прямой солнечной, рассеянной, суммарной и отраженной радиации; H_B — среднечасовые ординаты результатов регистрации с балансомером, установленным в теневом кольце.

Рисунок 2 - Рекомендуемая форма записей в рабочей тетради при выполнении регистрации

8.3.10 Один раз в три дня изменить угол наклона оси актинометра к горизонту путем поворота актинометра на кронштейне (рисунок Д.5 приложения Д) 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 (Д.1.3 приложения Д).

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

8.3.11.1 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* 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 мегометром не допускается во избежание повреждения термобатареи. Время замены датчика указать на диаграммной ленте и в журнале работы приборов.

_____

* Замену датчика производить 1-го числа месяца, в противном случае при подготовке материала для центра обработки должен быть выполнен пересчет среднечасовых ординат, чтобы привести их к единому переводному множителю, в соответствии с указаниями 8.6.2.5.

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

8.3.11.3 Проверить горизонтальность расположения пиранометров и балансомера.

8.3.11.4 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.

8.3.11.5 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.

8.3.11.6 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* (рисунок Д.5 приложения Д) 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.

8.3.12 Один раз в месяц выполнять указанные ниже работы.

8.3.12.1 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 указать дату и время смены сторон и переключения полярности.

8.3.12.2 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.

8.3.12.3 Произвести проверку состояния линий связи. Перед этой проверкой в обязательном порядке отключить 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.

8.3.12.4 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.

8.3.13 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 контактным ламелям. 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.

8.3.14 Один раз в 6 месяцев проверить 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 Д.

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 по методике 8.7.7.

8.4 Проведение измерений при перерывах в работе регистрирующего прибора

8.4.1 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. На интеграторы переключают только актинометр и пиранометры.

8.4.2 Перед переключением датчиков на интеграторы следует снять начальные показания n_{0S}, n_{0D}, n_{0R}, n_{0Q} 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.

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

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

8.4.5 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'_Q, а в конце третьего часа снят отсчет n_{3Q}. Тогда $N_{2Q} = n_{2Q} - n_{1Q}$; $N_{3Q} = n_{3Q} - n'_Q$.

8.5 Проведение измерений для определения характеристик прозрачности атмосферы

8.5.1 Если в программу работы пункта не включены срочные наблюдения, то в сроки, указанные в 7.1.1, при состоянии диска Солнца $\odot^2$необходимо проверить и откорректировать нацеливание актинометра, 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.

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

8.5.3 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 актинометра 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.

8.6 Обработка результатов регистрации

8.6.1 Общие указания

8.6.1.1 Если обработка результатов регистрации производится в центре обработки (ГГО или УГМС), то в пункте актинометрических наблюдений выполняют только первичную обработку, заключающуюся в определении среднечасовых ординат и дополнительной информации, состав и способ определения которой указан в 8.3.9.

8.6.1.2 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.

8.6.1.3 В случаях пропусков в регистрации и искажений показаний датчиков необходимо производить обработку с восстановлением данных по 8.6.4.

8.6.2 Обработка результатов регистрации для представления в центр обработки (первичная обработка)

8.6.2.1 Разметить диаграммную ленту по времени. Для этого значения среднего солнечного времени τ_m, отмеченные на ленте по 8.3.8, необходимо перевести в истинное время τ_Θпо формуле

$$\tau_\Theta = \tau_m + \Delta\tau, \qquad (43)$$

где Δ_T - поправка к среднему солнечному времени (уравнение времени), указанная в таблице И.1 приложения И.

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 (43) не выполняют.

8.6.2.2 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 (8.3.8.5).

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

8.6.2.3 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 (рисунок 3). 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 $\overline{H}$ для точек в данном часовом интервале определяют по формуле

$$\overline{H} = \frac{\sum n_i H_i}{\sum n_i}, \qquad (44)$$

где n_i - количество точек в i-й полосе;

H_i - ордината середины i-й полосы, дел.

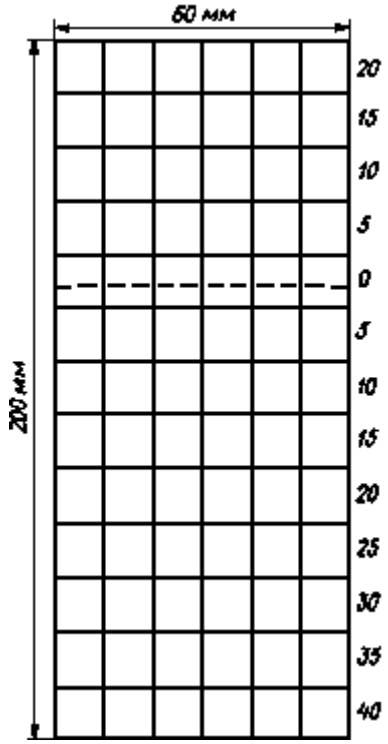


Рисунок 3 - Общий вид палетки Савиковского для обработки диаграммных лент регистратора

Пример использования палетки для определения среднечасовой ординаты приведен на рисунке 4. После совмещения нулевой линии палетки с нулевой линией записи в полосе 0 оказалось 4 точки записи, в полосе 5 - 2 точки, в полосе 10 - 1 точка, в полосе 15 - 3 точки, в полосе 20 - 11 точек, в полосе 25 - 5 точек. Подставив эти данные в формулу (44), получают

$$\overline{H} = \frac{4 \cdot 0 + 2 \cdot 5 + 1 \cdot 10 + 3 \cdot 15 + 11 \cdot 20 + 5 \cdot 25}{4 + 2 + 1 + 3 + 11 + 5} = 15{,}8 \text{ дел.}$$

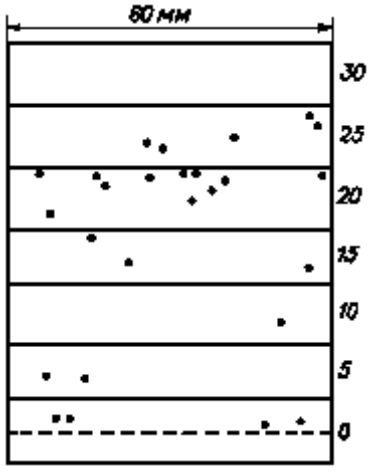


Рисунок 4 - Пример определения среднечасовой ординаты с помощью палетки Савиковского

8.6.2.4 Отметку среднечасовой ординаты $\overline{H}$ нанести на диаграммную ленту в соответствующем часовом интервале в виде штриха параллельно нулевой линии на расстоянии от нулевой линии, равном числу делений среднечасовой ординаты $\overline{H}$, а на свободном участке диаграммной ленты записать полученное значение $\overline{H}$. Значения среднечасовых ординат необходимо записать также в рабочую тетрадь (см. рисунок 2). Среднечасовую ординату обозначают индексом, соответствующим виду радиации. При этом ординату, полученную по балансомеру, установленному в теневом кольце, обозначают $H_{B'}$.

8.6.2.5 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.

8.6.3 Полная обработка результатов регистрации

8.6.3.1 Выполнить первичную обработку по 8.6.2.

8.6.3.2 Вычислить значение часовой суммы прямой солнечной радиации $\sum_ч S$ до 0,01 МДж/м ^{2} по формуле

$$\sum_ч S = 3{,}6\beta_{ST}\overline{H}_S, \quad (45)$$

где β_{ST} - переводный множитель актинометра с регистратором, кВт/(м ^{2}·дел.), при температуре воздуха T;

$\overline{H}_S$ - значение среднечасовой ординаты записи сигналов актинометра, дел.

Значение β_{ST} определяют по формуле

$$\beta_{ST} = \beta_S / [1 - 0{,}0008(T - 20)], \quad (46)$$

где β_S - переводный множитель при температуре 20 °С, кВт/(м ^{2}·дел.);

T - значение температуры воздуха для данного часа, определяемого по 8.2.7, °С.

Для упрощения вычислений значения величины $[1 - 0{,}0008(T - 20)]$ указаны в приложении М.

8.6.3.3 Вычислить значения часовых сумм рассеянной $\sum_ч D$, отраженной $\sum_ч R_к$, суммарной $\sum_ч Q$ радиации по формулам

$$\sum_ч D = 3{,}6\beta_D\overline{H}_D, \quad (47)$$

$$\sum_ч R_к = 3{,}6\beta_R\overline{H}_R, \quad (48)$$

$$\sum_ч Q = 3{,}6\beta_Q\overline{H}_Q, \quad (49)$$

где β_D, β_R, β_Q - переводные множители соответствующего пиранометра с регистратором, кВт/(м ^{2}·дел.);

$\overline{H}_D$, $\overline{H}_R$, $\overline{H}_Q$ - среднечасовые ординаты для рассеянной, отраженной и суммарной радиации соответственно, дел.

Примечание - Значения $\sum_ч Q$, полученные по незатененному пиранометру, используют для контроля и восстановления пропусков в регистрации (см. приложение К и 8.6.4).

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

$$\sum_ч (B - S') = 3{,}6\beta_B \overline{H}_{B'} \Phi_V , \qquad (50)$$

где β_B - переводный множитель балансомера с регистратором, кВт/(м ^{2}·дел.);

$\overline{H}_{B'}$ - среднечасовая ордината, дел;

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

V - скорость ветра, определяемая по 8.2.7 для данного часа, м/с.

8.6.3.5 Определить значение часовой суммы суммарной радиации $\sum_ч Q^*$ по формуле

$$\sum_ч Q^* = \sum_ч D + \sin h \sum_ч S , \qquad (51)$$

где h - высота Солнца в момент середины рассматриваемого часового интервала, определяемая по приложению И.

8.6.3.6 Определить значение часовой суммы радиационного баланса $\sum_ч B$ по формуле

$$\sum_ч B = \sum_ч (B - S') + \sin h \sum_ч S . \qquad (52)$$

Если балансомер используется без теневого кольца, то часовую сумму радиационного баланса определяют по формуле (50), в которую вместо $H_{B'}$ подставляют значение H_B.

8.6.3.7 Определить значение среднечасового альбедо $A_к$ подстилающей поверхности по формуле

$$A_к = \sum_ч Q^* / \sum_ч R_к . \qquad (53)$$

8.6.3.8 Определить значения часовых сумм баланса коротковолновой $\sum_ч B_к$ и длинноволновой $\sum_ч B_д$ радиации по формулам

$$\sum_ч B_к = \sum_ч Q^* - \sum_ч R_к , \qquad (54)$$

$$\sum_ч B_д = \sum_ч (B - S') + \sum_ч R_к - \sum_ч D . \qquad (55)$$

8.6.3.9 Определить значение коэффициента прозрачности атмосферы по методике, указанной в приложении И, используя данные, полученные по 8.5. При этом значение прямой солнечной радиации S должно быть определено по формуле

$$S = \beta_{ST} H_S . \qquad (56)$$

8.6.4 Обработка результатов регистрации, выполненной с пропусками и искажениями

8.6.4.1 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.

8.6.4.2 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

$$\overline{H} = (\overline{H}_1 t_1 + \overline{H}_2 t_2) / (t_1 + t_2), \qquad (57)$$

где $\overline{H}_1$, $\overline{H}_2$ - средняя ордината для участка кривой до перерыва и после него соответственно, дел;

t_1, t_2 - продолжительность регистрации в данном часовом интервале соответственно до перерыва и после него, мин.

8.6.4.3 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.

8.6.4.4 При перерывах в работе регистратора более целого часового интервала восстановление путем интерполяции не рекомендуется, и используют результаты измерений с интеграторами (8.4). 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

$$\sum_{\text{ч}} S = (\sum_{\text{ч}} Q - \sum_{\text{ч}} D) / \sin h; \qquad (58)$$

- для рассеянной радиации

$$\sum_{ч} D = \sum_{ч} Q - \sin h \sum_{ч} S ; \quad (59)$$

- для отраженной радиации

$$\sum_{ч} R_{К} = A_{К} \sum_{ч} Q^{*}, \quad (60)$$

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

$$\sum_{ч} R_{К} = A_{К} \sum_{ч} Q , \quad (61)$$

где $A_{К}$ - 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

$$\sum_{ч} B = \sum_{ч} Q^{*} - \sum_{ч} R_{К} ; \quad (62)$$

если при этом регистрация отраженной радиации не выполнялась, то

$$\sum_{ч} B = (1 - A_{К}) \sum_{ч} Q^{*}, \quad (63)$$

если не выполнялась регистрация прямой солнечной радиации, то в формулах (62) и (63) вместо $\sum_{ч} Q^{*}$ используют $\sum_{ч} Q$.

8.6.4.5 Если актинометр 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 актинометра равны нулю. Если при этом было отмечено наличие солнечного сияния, то часовую сумму прямой солнечной радиации определяют по формуле (58).

8.6.4.6 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 8.6.4.2, при перерыве от 20 мин и более - по формуле (62) или (63).

8.6.5 Обработка результатов измерений, выполненных с интеграторами

8.6.5.1 В центр обработки должны быть представлены значения разностей отсчетов N_S , N_D , N_R , N_Q и N_B , полученные по 8.4, а также дополнительная информация, определяемая по 8.3.9.

8.6.5.2 Значения часовых сумм радиации должны быть определены по формуле

$$\sum_{ч} J = A_J N_J , \quad (64)$$

где J - обозначение вида радиации;

A_J - переводный множитель датчика с интегратором, МДж/(м ^{2}·дел.);

N_J - значение разности отсчетов по интегратору, полученное для данного часа по 8.4, дел.

При вычислении значение $\sum_{ч} J$ округляют до 0,01 МДж/м ^{2}.

8.6.5.3 Значения переводных множителей датчиков с интеграторами должно быть определено по методике, указанной в 8.7.7.

8.7 Контроль рабочих приборов

8.7.1 Общие указания

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

- проверку переводных множителей рабочих датчиков с соответствующим измерительным прибором;

- текущий контроль рабочих датчиков, подключенных к регистратору.

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

8.7.1.3 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 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.

8.7.1.4 Для выполнения проверки необходимы следующие технические средства:

- контрольная пара (см. 7.7.2) или образцовый актинометр;

- поверочная труба;

- секундомер;

- приборный стол.

8.7.1.5 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 мм ^{2} (диаметр 0,8 мм) при длине каждого конца не более 3 м.

8.7.1.6 Текущий контроль рабочих датчиков, подключенных к регистратору, должен проводиться ежедневно путем сравнения результатов измерений, получаемых в процессе выполнения регистрации, с результатами параллельно выполненных измерений по сравнительным приборам без перерыва работы регистрирующей установки.

8.7.1.7 Текущий контроль должен выполняться в условиях стабильной радиации в

соответствии с указаниями 8.7.5.2. При осадках и отложении гидрометеоров контроль проводить не следует.

8.7.1.8 Материалы проверок и текущего контроля должны быть высланы в УГМС для их анализа и заключения о состоянии рабочих приборов и переводных множителей.

8.7.2 Проверка переводных множителей сравнительных приборов

Проверка переводных множителей сравнительных приборов и обработка полученных результатов должна выполняться аналогично периодическому контролю приборов, предназначенных для срочных наблюдений (7.7.1-7.7.8).

8.7.3 Проверка переводных множителей рабочих датчиков с регистратором

8.7.3.1 При выполнении проверки рабочий актинометр должен оставаться на гелиостате, а пиранометр или балансомер должен быть установлен в поверочную трубу. В процессе проведения одной проверки необходимо выполнить по одной серии измерений для трех рабочих пиранометров и балансомера. Проверка актинометра выполняется одновременно с проверкой каждого пиранометра. При наличии двух или трех поверочных труб проверка может выполняться одновременно для двух или трех пиранометров.

8.7.3.2 В процессе проведения проверки контрольный актинометр и поверочная труба, независимо от того, открыты они или закрыты крышками, должны быть постоянно нацелены на Солнце. Корректировать их нацеливание при выполнении серии отсчетов необходимо не реже 1 раза в 2 мин, а в перерывах между сериями допускается не реже 1 раза в 5 мин. Крышки, снятые с актинометров, и трубы необходимо класть в затененное от Солнца место внутренней стороной вверх. Порядок выполнения каждой серии измерений приводится ниже.

8.7.3.3 Подготовить к работе контрольную пару по указаниям 7.7.3.1.

8.7.3.4 Снять рабочий пиранометр с теневой стойки и установить его в поверочную трубу. Нацелить на Солнце трубу и контрольный актинометр, проверить нацеливание рабочего актинометра на гелиостате.

8.7.3.5 Проверить, заведен ли секундомер. На диаграммной ленте регистратора в момент нанесения очередной (любой) точки включить секундомер, обвести эту точку и поставить отметку времени t_0 в часах и минутах. Секундомер должен оставаться включенным до конца проверки всех пиранометров. Время t_0 записать в журнал поверок и контроля.

8.7.3.6 Закрыть крышками трубу и актинометр на гелиостате. Закрыть контрольный актинометр и через 1 мин снять отсчет $n'_к$ места нуля его и температуру $T_г$ по термометру гальванометра. Определить и записать в журнал характеристики облачности, состояние диска Солнца, цвет неба и температуру воздуха T. Трубу и актинометр на гелиостате выдержать закрытыми не менее 4 мин для нанесения на диаграммную ленту регистратора точек места нуля H_{0S} актинометра и H_{0D} пиранометра.

8.7.3.7 Открыть трубу и актинометры, откорректировать нацеливание на Солнце, выдержать не менее 2 мин, отсчитать по секундомеру и записать время t_1 начала измерений и выполнить первую серию отсчетов $N'_к$ по контрольной паре с интервалами 20-30 с в течение 6 мин. С последним отсчетом $N'_к$ отсчитать по секундомеру и записать время t_2 окончания 1-й серии. Если при измерениях радиация была недостаточно стабильной, т.е. значения отсчетов $N'_к$ колебались в пределах 5 дел, то серию необходимо продолжить до 10 мин.

8.7.3.8 Установить в поверочную трубу пиранометр отраженной радиации и аналогичным образом выполнить его проверку, получив при этом вторую пару отсчетов $n'_к$ и

$T'_г$, вторую серию отсчетов $N'_к$ по контрольной паре, а также отсчитанные по секундомеру время t_3 начала и время t_4 окончания 2-й серии.

8.7.3.9 Аналогичным образом выполнить проверку пиранометра суммарной радиации, получив третью пару отсчетов $n'_к$ и $T'_г$, третью серию отсчетов $N'_к$, время t_5 начала и t_6 окончания 3-й серии, при этом время t_6 отсчитать также по часам и записать (это необходимо для контроля работы секундомера).

8.7.3.10 Установить в поверочную трубу балансомер стороной 1 к Солнцу. На нижний конец трубы надеть защитную насадку. При установке трубы проследить за тем, чтобы в поле зрения обращенной вниз стороны балансомера не было перемещающихся предметов, тени от наблюдателя, предметов с яркими бликами. Нацелить трубу на Солнце и выдержать 2 мин. Если показания регистратора выходят за пределы шкалы, то на канал балансомера подать напряжение смещения места нуля (или убрать, если оно подано).

8.7.3.11 Закрыть контрольный актинометр и трубу, включив секундомер в момент закрывания трубы. Отсчитать по часам и записать время t_7 начала 4-й серии. Через 1 мин по секундомеру снять отсчеты $n'_к$ места нуля и температуры $T'_г$ для контрольной пары. Открыть актинометр. Определить и записать в журнал характеристики облачности, состояние диска Солнца и цвет неба. Секундомер должен оставаться включенным до конца проверки обеих сторон балансомера. Трубу выдержать закрытой в течение 3 мин для нанесения на диаграммную ленту регистратора первой группы точек $n_т$ при закрытой трубе.

8.7.3.12 Открыть трубу, откорректировать нацеливание на Солнце трубы и актинометра и через 1 мин выполнить первую серию отсчетов по контрольной паре в течение 3 мин с интервалами 20-30 с. За это время на диаграммную ленту нанесена первая группа точек $N_с$ при открытой трубе.

8.7.3.13 Закрыть трубу и выдержать 3 мин, корректируя нацеливание трубы и актинометра. Открыть трубу и через 1 мин выполнить 2-ю серию отсчетов $N'_к$ в течение 3 мин. При этом на диаграммную ленту нанесены вторые группы точек при закрытой $n_т$ и открытой $N_с$ трубе.

8.7.3.14 Выполнить измерения по 8.7.3.13 в третий раз, получив при этом третью серию отсчетов $N'_к$ и третьи группы точек при закрытой $n_т$ и открытой $N_с$ трубе. Закрыть трубу, выдержать 3 мин для записи регистратором 4-й группы точек $n_т$, отсчитать по секундомеру и записать время t_8 окончания проверки стороны 1 балансомера. Трубу рекомендуется выдержать закрытой еще не менее 3 мин для обозначения на диаграммной ленте места окончания записи, относящейся к проверке стороны 1, в дополнение к фиксации времени t_7 и t_8 для большей уверенности в идентификации точек при обработке.

8.7.3.15 Установить балансомер в трубе стороной 2 к Солнцу и выполнить проверку аналогично 8.7.3.10-8.7.3.14. Время окончания проверки указать по секундомеру и по часам.

8.7.4 Обработка результатов проверки переводных множителей рабочих датчиков с регистратором

8.7.4.1 В каждой из трех серий измерений, выполненных при проверке пиранометров, определить по показаниям контрольной пары значения прямой солнечной радиации S_1 в первой серии, S_2 во второй серии и S_3 в третьей серии по формуле (30) либо по формуле (31) в соответствии с 7.7.4.3.

8.7.4.2 На диаграммной ленте найти отметку времени t_0 и от нее нанести на ленту отметки времени t_1 и t_2, записанные в журнал по 8.7.3.7. При этом следует иметь в виду, что при рекомендованной скорости протяжки диаграммной ленты (60 мм/ч) она перемещается на 1 мм за одну минуту*. При контроле правильности нанесения отметок t_1 и t_2 принять во внимание, что ранее была проведена регистрация места нуля проверяемых актинометра и пиранометра по 8.7.3.6. Аналогичным образом нанести на ленту отметки времени t_3, t_4, t_5 и t_6, отсчитывая расстояния от отметки t_0.

---

* Если скорость протяжки V диаграммной ленты не равна 60 мм/ч, то длина участка ленты, соответствующего одной минуте, равна $V/60$.

8.7.4.3 По результатам 1-й серии, т.е. проверки пиранометра рассеянной радиации и рабочего актинометра (по 8.7.3.4-8.7.3.7), для каждого из них на участке кривой записи между отметками t_1 и t_2 отбросить первую точку, а по остальным точкам этого участка найти среднюю ординату $\overline{H}_S$ для актинометра и $\overline{H}_D$ для пиранометра рассеянной радиации с погрешностью не более 0,2 дел.

8.7.4.4 По результатам регистрации с закрытыми актинометром и трубой (по 8.7.3.6) отсчитать значения места нуля актинометра H_{0S} и пиранометра H_{0D} с погрешностью не более 0,2 дел.

8.7.4.5 Вычислить значение переводного множителя β_D, кВт/(м ^{2} ·дел.), для пиранометра рассеянной радиации с регистратором по формуле

$$\beta_D = S_1 /(\overline{H}_D - H_{0D}), \tag{65}$$

где S_1 - значение прямой солнечной радиации для первой серии (8.7.4.1), кВт/м ^{2}.

8.7.4.6 Аналогично указанному в 8.7.4.3-8.7.4.5 найти значения переводных множителей β_R для пиранометра отраженной радиации и β_Q для пиранометра суммарной радиации.

8.7.4.7 Определить значения переводного множителя рабочего актинометра для каждой серии проверки отдельно, обозначив их соответственно β_{S1}, β_{S2}, β_{S3}, по формуле

$$\beta_{Si} = \frac{S_i[1-0{,}0008(T-20)]}{\overline{H}_{Si} - H_{0S}}, \tag{66}$$

где i - номер серии;

S_i - значение прямой солнечной радиации, в i-ой серии, найденное по 8.7.4.1, кВт/м ^{2};

$\overline{H}_{Si}$ - средняя ордината регистрации сигналов рабочего актинометра в i-ой серии, дел.;

H_{0S} - место нуля рабочего актинометра, дел.;

T - температура воздуха, при которой проводилась проверка, °С.

Для упрощения расчетов значения величины $[1-0{,}0008(T-20)]$ указаны в приложении М.

8.7.4.8 Из трех значений β_{Si} вычислить среднее β_S, которое будет представлять собой значение переводного множителя рабочего актинометра, приведенное к температуре 20 °С.

8.7.4.9 По результатам проверки стороны 1 балансомера выполнить следующее:

а) вычислить среднее значение прямой солнечной радиации S по формуле $S = a_{ST}(N_к + \Delta N_к - n_к)$, в которой в качестве $N_к$ взять среднее из трех серий отсчетов $N'_к$, полученных по 8.7.3.12-8.7.3.14;

б) по времени начала t_7 и окончания t_8 проверки стороны 1, а также принимая во внимание, что по окончании проверки запись точек $n_т$ выполнялась дольше, чем при проверке, найти на диаграммной ленте четыре группы точек $n_т$ и три группы точек $N_с$, которые должны идти в такой последовательности: $n_т$, $N_с$, $n_т$, $N_с$, $n_т$, $N_с$, $n_т$;

в) в каждой группе точек отбросить первую точку и для второй точки* снять значение ординаты $n_т$ или $N_с$ с погрешностью не более 0,2 дел.;

---

* Номера точек указаны для регистрирующего прибора КСП-4 ТУ 25-0512.90 с циклом печатания 12 с. Для прибора А682 ТУ 25-0521.105 при цикле печатания 6 с следует отбросить две первые точки и определить ординату $n_т$ или $N_с$ как среднюю по третьей и четвертой точкам.

г) для каждого значения $N_с$ вычислить разность $H_B = N_с - \overline{n}_т$, где $\overline{n}_т$ - среднее из двух соседних значений $n_т$, между которыми заключено данное значение $N_с$;

д) из трех полученных значений H_B вычислить среднее $\overline{H}_B$;

ж) вычислить значение переводного множителя для стороны 1 балансомера с регистратором по формуле $\beta_1 = S / \overline{H}_B$.

8.7.4.10 Аналогичным образом определить значение переводного множителя β_2 для стороны 2 балансомера по результатам проверки при обращенной к Солнцу стороне 2.

8.7.4.11 Вычислить значение переводного множителя β_B балансомера с регистратором как среднее из полученных значений β_1 и β_2. Определить асимметрию $\Delta\beta_B$ (%) сторон балансомера, учитывая знак, по формуле

$$\Delta\beta_B = \frac{\beta_1 - \beta_2}{\beta} \cdot 100. \qquad (67)$$

Если значение превышает по абсолютной величине 5%, то повторить проверку для обеих сторон. При подтверждении выхода за указанный допуск с тем же знаком у величины $\Delta\beta_B$ балансомер необходимо заменить.

8.7.4.12 Если контрольный актинометр использовался с милливольтметром, то значения переводных множителей для каждого из пиранометров должны вычисляться по формуле

$$\beta = \frac{\overline{U} - U_0}{(\overline{H} - H_0) K_T}, \qquad (68)$$

для балансомера - по формуле

$$\beta_B = \frac{\overline{U} - U_0}{\overline{H}_B K_T}, \qquad (69)$$

для актинометра - по формуле

$$\beta_S = \frac{\overline{U} - U_0}{(\overline{H}_S - H_{0S})K}, \quad (70)$$

где $\overline{U}$ - среднее значение сигнала контрольного актинометра, мВ;

U_0 - значение места нуля контрольного актинометра, мВ;

K_T, K - чувствительность контрольного актинометра при температуре T и при температуре 20 °С соответственно, мВ·м ^{2}/кВт.

8.7.4.13 Полученные значения переводных множителей должны отличаться от применяемых значений не более чем на 3% для актинометра, не более чем на 5% для пиранометра и не более чем на 10% для балансомера. В случае превышения указанных допусков необходимо выполнить внеочередной технический осмотр датчика, линий связи и регистратора и повторить проверку. Если при повторной проверке подтвердится превышение допуска с тем же знаком, то необходимо выполнить поверку датчика или заменить поверенным. Результаты проверки должны быть направлены в УГМС.

Примечание - Если известна чувствительность датчика и регулярно выполняется проверка и регулировка рабочего тока регистратора, то переводный множитель определяют по формуле

$$\beta = \lambda / K, \quad (71)$$

где K - чувствительность датчика, мВ·м ^{2}/кВт;

λ - цена деления шкалы диаграммной ленты регистратора, мВ/дел.

8.7.5 Текущий контроль рабочих датчиков

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

8.7.5.2 Контроль должен выполняться при стабильной радиации в следующих условиях:

а) для актинометра - при состоянии диска Солнца $\odot^2$ в течение не менее 15 мин;

б) для пиранометра суммарной радиации при любых условиях (кроме указанных в 8.7.1.7), когда ординаты точек на кривой записи суммарной радиации различаются между собой не более чем на 1 деление в течение не менее 10 мин;

в) для пиранометра рассеянной радиации - при состоянии диска Солнца $\odot^2$ или $\odot$, 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;

---

* Если облака недостаточно плотные, то показания сравнительного пиранометра будут выше показаний пиранометра в теневом кольце.

г) для пиранометра отраженной радиации - при состоянии подстилающей поверхности таком же, как под сравнительным пиранометром;

д) для балансомера в теневом кольце - при условиях, указанных для пиранометров рассеянной и отраженной радиации.

8.7.5.3 Порядок проведения контроля датчиков должен быть следующим:

а) перед началом контроля проверить состояние всех датчиков, откорректировать нацеливание на Солнце рабочего актинометра (установленного на гелиостате), проверить затенение пиранометра и балансомера на теневых стойках;

б) на диаграммной ленте регистратора согласно указаниям 8.7.3.5 поставить отметку t_0 по истинному времени, включив секундомер в момент нанесения отмечаемой точки. Секундомер не останавливать до конца контроля;

в) подготовить к работе сравнительные приборы таким же образом, как для выполнения срочных наблюдений (см. 7.5.1), и определить значения места нуля для актинометра n_S, пиранометра $n_п$ и балансомера $n_б$, а также температуру $T_г$ по термометру гальванометра, подключенного к актинометру. Определить характеристики облачности, состояние подстилающей поверхности и диска Солнца, а также температуру воздуха T;

г) 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);

д) 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_4 последнего отсчета и снять крышку с пиранометра в теневом кольце для обозначения на диаграммной ленте места окончания 2-й серии измерений. Остановить секундомер;

ж) закрыть сравнительные приборы, как это указано в 7.5.1.8.

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

8.7.6 Обработка результатов текущего контроля

8.7.6.1 По показаниям сравнительных приборов вычислить средние значения $\overline{N}_S$, $\overline{N}_D$, $\overline{N}_R$, $\overline{N}_B$, $\overline{V}$ из соответствующих отсчетов N'_S, N'_D, N'_R, N'_B, V', полученных по 8.7.5.3, перечисления "г" и "д". Ввести все необходимые поправки и определить значения прямой солнечной S, рассеянной D, отраженной R радиации и радиационного баланса без прямой солнечной радиации $B - S'$ (или радиационного баланса B, если балансомер не затенен) аналогично указаниям 7.6.3.1-7.6.3.5. Определить значение прямой солнечной радиации на горизонтальной поверхности S' (по 7.6.3.6) для времени середины 1-й серии, равного $(t_0 + t_1 + 3)$ мин, и вычислить значение суммарной радиации Q по формуле $Q = D + S \cdot \sin h$.

8.7.6.2 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 аналогично указаниям 8.7.4.2. 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.

8.7.6.3 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 по 8.6.2.2. Между отметками t_3 и t_4 аналогичным образом найти средние ординаты H_R для пиранометра отраженной радиации и H_B для балансомера.

8.7.6.4 Значение H_S привести к температуре 20 °С и получить исправленное значение H_{20} по формуле $H_{20} = H_S/[1 - 0{,}0008(T - 20)]$. Значение температуры воздуха T определено по 8.7.5.3, перечисление "в". К значению H_B ввести поправку Φ_V на скорость ветра и вычислить исправленное значение $H_{ш}$ по формуле $H_{ш} = H_B\Phi_V$. Значение скорости ветра взять как среднее из результатов отсчетов V', полученных по 8.7.5.3, перечисление "д".

8.7.6.5 Для каждого рабочего датчика построить график зависимости значения радиации J в киловаттах на метр квадратный (по оси ординат) от значения ординаты H_J в делениях шкалы диаграммной ленты регистратора (по оси абсцисс). Рекомендуемый масштаб: 0,01 кВт/м ^{2} - не менее 2 мм, 1 дел. - не менее 2 мм.

На каждом графике провести калибровочную прямую через начало координат и точку M, соответствующую максимальному значению радиации. Координаты этой точки J_{max} и H_{max} определить следующим образом:

- значение J_{max} (по оси ординат) принять равным 1,10 кВт/м ^{2} для прямой солнечной радиации; 0,80 кВт/м ^{2} для рассеянной; 1,50 кВт/м ^{2} для суммарной и отраженной радиации; 0,70 кВт/м ^{2} для радиационного баланса без прямой солнечной радиации;

- значение H_{max} (по оси абсцисс) определить по формуле $H_{max} = J_{max}/\beta_J$, в которой β_J - переводный множитель соответствующего датчика с регистратором, кВт/(м ^{2}·дел.).

8.7.6.6 По обе стороны калибровочной прямой провести линии верхнего и нижнего допусков.

Линию верхнего допуска провести через точку A с координатами 0,0 дел. по оси абсцисс и 0,01 кВт/м ^{2} по оси ординат и через точку $M_в$, расположенную над точкой M на расстоянии ΔJ по оси ординат. Значения ΔJ равны 0,04 кВт/м ^{2} для прямой солнечной радиации; 0,11 кВт/м ^{2} для рассеянной радиации; 0,31 кВт/м ^{2} для суммарной радиации; 0,22 кВт/м ^{2} для отраженной радиации; 0,20 кВт/м ^{2} для радиационного баланса.

Линию нижнего допуска провести через точку E с координатами 0,0 дел и минус 0,01 кВт/м ^{2} и через точку $M_н$, которая находится под точкой M на расстоянии по оси ординат, равном ΔJ.

Для радиационного баланса на графике должны быть положительные и отрицательные значения H_B и $B - S'$ или B.

Примеры

1 - Построить график зависимости значений прямой солнечной радиации S от ординат записи H_S на диаграммной ленте регистратора при значении переводного множителя актинометра с регистратором β_S, равном 0,0135 кВт/(м ^{2}·дел.). График представлен на рисунке 5.

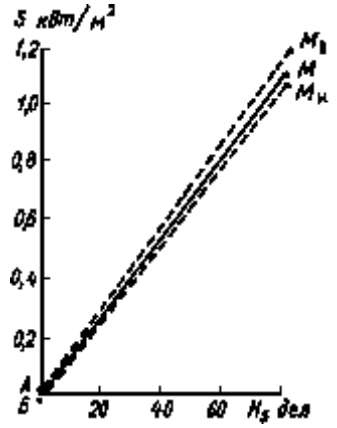


Рисунок 5 - Пример графика зависимости прямой солнечной радиации от ординаты записи сигналов актинометра на диаграммной ленте регистратора

Определяем координаты точки M. Согласно 8.7.6.5, J_{max} = 1,10 кВт/м ^{2}, $H_{max} = J_{max}/\beta_S = 1{,}10/0{,}0135 = 81{,}5$ дел. Наносим точку M на график (рисунок 5) и из начала координат проводим через нее калибровочную прямую. Наносим точки $M_в$ и $M_н$ на расстояниях от точки M, равных 0,04 кВт/м ^{2}. На оси ординат по обе стороны от нуля наносим точки A и $Б$, соответствующие значениям 0,01 и минус 0,01 кВт/м ^{2}. Проводим линию верхнего допуска через точки $M_в$ и A и линию нижнего допуска через точки $M_н$ и $Б$, при этом линию нижнего допуска доводим только до оси абсцисс.

2 - Построить график зависимости радиационного баланса без прямой солнечной радиации $B - S'$ от ординат записи $H_в$ при значении переводного множителя балансомера с регистратором β_B, равном 0,0192 кВт/(м ^{2}·дел.).

Определяем координаты точки M: J_{max} = 0,70 кВт/м ^{2}, $H_{max} = 0{,}70/0{,}0192 = 36{,}5$ дел. Наносим на график (рисунок 6) точку M и точки $M_в$ и $M_н$, отстоящие от точки M на расстояниях ΔJ, равных 0,20 кВт/м ^{2} (8.7.6.6). Из начала координат проводим через точку M калибровочную линию. Как и в примере 1, наносим точки A и $Б$ и проводим линию верхнего допуска через точки $M_в$ и A и линию нижнего допуска через точки $M_н$ и $Б$. Для отрицательных значений $B - S'$ и $H_в$ подобным образом наносим точку M с координатами минус 0,70 кВт/м ^{2} и минус 36,5 дел., а затем точки $M'_в$ и $M'_н$, отстоящие от точки M' на расстояниях 0,20 кВт/м ^{2}. Проводим линии верхнего и нижнего допусков через точки A и $M'_в$ через точки $Б$ и $M'_н$ соответственно.

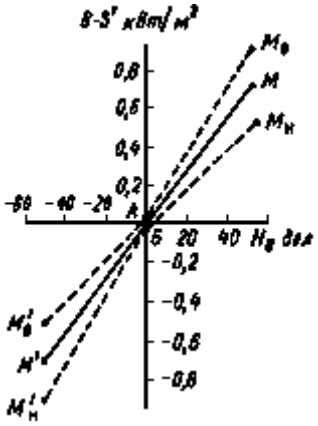


Рисунок 6 - Пример графика зависимости радиационного баланса без прямой солнечной радиации от ординат записи сигналов балансомера на диаграммной ленте регистратора

8.7.6.7 По результатам контроля на график соответствующего датчика нанести точку, отложив по оси ординат значение радиации J, полученное по сравнительному прибору, а по оси абсцисс - значение H_J, снятое с диаграммной ленты регистратора. При этом для рабочего актинометра взять значение H_{20}, приведенное к температуре 20 °С, а для рабочего балансомера - значение $H_{ш}$, исправленное на скорость ветра (8.7.6.4). Если точка, полученная при контроле, вышла за пределы, ограниченные линиями верхнего и нижнего допусков, то необходимо выполнить внеочередной технический осмотр установки по методике 8.3.11, после чего повторить контроль. В случае трехкратного повторения выхода за пределы допуска в одну и ту же сторону необходимо провести внеочередную проверку переводного множителя или заменить датчик.

8.7.6.8 На один и тот же график рекомендуется наносить точки в течение нескольких месяцев разными цветами или обозначениями для каждого месяца. При замене датчика необходимо построить для него новый график, определив переводный множитель по формуле (71).

8.7.7 Контроль переводных множителей рабочих датчиков с интеграторами

8.7.7.1 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

$$A_i = 3{,}6\,E\,(R_i + R_б + R_п)/10^5\,K, \qquad (72)$$

где A - переводный множитель датчика с интегратором на диапазоне i, МДж/(м ^{2}·дел.);

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

R_i - сопротивление интегратора на диапазоне i, Ом;

$R_б$, $R_п$ - сопротивление термобатареи датчика и соединительной линии соответственно, Ом;

K - коэффициент преобразования (чувствительность) датчика, мВ·м ^{2}/кВт.

Расчет значений A_i должен быть выполнен для всех диапазонов интегратора.

Примечание - Если в результате поверки был указан только переводный множитель B

для датчика с регистратором, то значение чувствительности датчика может быть определено на основании формулы (71), т.е. как $K = N\beta$. При этом значение λ должно регулярно проверяться при поверке регистратора.

8.7.7.2 Характеристики интегратора должны проверяться ежегодно при его поверке в УГМС или при инспекции пункта наблюдений.

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

9 ВЫПОЛНЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУТОЧНЫХ СУММ СУММАРНОЙ РАДИАЦИИ ПУТЕМ ИНТЕГРИРОВАНИЯ

9.1 Общие указания

9.1.1 При выполнении наблюдений, предназначенных для определения суточных сумм суммарной радиации путем интегрирования должны использоваться технические средства, указанные в таблице 5 раздела 5. Порядок их установки и ввода в работу приведен в приложении Д.

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

9.1.3 После ввода в работу рабочий пиранометр должен непрерывно находиться на рабочем месте, при этом должны выполняться указанные в 9.3 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.

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

9.1.5 В пункте наблюдений должны вестись журнал наблюдений и контроля рабочего комплекта в соответствии с указаниями приложения Б, а также рабочая тетрадь для записи результатов ежедневно выполняемых дополнительных наблюдений.

9.2 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.

9.3 Выполнение наблюдений

9.3.1 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 (по 5.3.9). 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.

9.3.2 В течение дня следить за тем, чтобы указатель не вышел за пределы шкалы

интегратора, так как при зашкаливании произойдет изменение самохода интегратора и потребуется его регулировка по Д.3.3.17 приложения Д. Если указатель приблизился к концу шкалы в светлое время суток и возможно зашкаливание, следует записать этот отсчет N_1 и время, переместить указатель в начало шкалы и через 2 мин снять и записать отсчет N_2, а в конце суток снять и записать отсчет N. Все отсчеты снимать с погрешностью не более 0,5 дел.

9.3.3 Переключение интегратора на другой диапазон должно выполняться по согласованию с УГМС в весенне-летний период, когда с ростом продолжительности дня появляется опасность зашкаливания интегратора, а также в осенний и зимний периоды, когда 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.

9.3.4 Не реже чем 1 раз в 3 ч, выполнить наблюдения за состоянием подстилающей поверхности по методике 7.2.10, определить состояние диска Солнца по методике 7.2.3 и записать в рабочую тетрадь. 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 (инея, изморози, обледенения) или выпадающий снег задерживается на стеклянном колпаке пиранометра. Пример записи в рабочей тетради приведен на рисунке 7.

Дата	Время, ч мин	Состояние		Состояние стеклянного колпака пиранометра
		диска Солнца	подстилающей поверхности	
10.03.92	9 30	⊓	Снег чистый сухой	Изморозь восстанавливается
	12 30	⊓	„	То же
	15 30	⊓	„	Снег задерживается на колпаке
	18 30	⊙	„	Колпак чистый
11.03.92	9 30	⊙²	„	То же
	12 30	⊙²	Снег чистый влажный	Колпак запотел изнутри; 12.30—12.45 просушка колпака, замена силикагеля
	15 30	⊙²	„	Колпак чистый

Рисунок 7 - Пример записей в рабочей тетради

9.3.5 Через 1 ч после захода Солнца* снять по интегратору конечный отсчет N, перевести указатель интегратора в начало шкалы и не менее чем через 2 мин снять отсчет n. Значения N и n записать в журнал наблюдений (рисунок Б.3 приложения Б). При этом значение n следует записать в строку следующего дня, для которого оно будет являться начальным отсчетом. В графе 4 указать время отсчета n. Отсчет N должен быть записан в графе 7, а время его выполнения - в графе 6 в строке того дня, к которому относится отсчет N. Номер диапазона интегратора (графа 2) необходимо указывать ежедневно. Переключение пиранометра на другой диапазон интегратора рекомендуется приурочить к первому числу месяца. После выпадения осадков каждый раз необходимо протереть стеклянный колпак пиранометра.

---

* В условиях полярного дня отсчеты снимать в 00 ч ±1 мин по среднему солнечному времени. Если это время совпадает с метеорологическим сроком, то отсчеты по интегратору могут быть сняты до либо после проведения метеорологических наблюдений, но каждый раз в одно и то же время, которое должно быть согласовано с УГМС.

9.3.6 Не реже 1 раза в месяц после захода Солнца прочистить капилляр интегратора путем прогона указателя вдоль шкалы в обе стороны (по 8.3.12.4). В этом случае отсчет n следует выполнить после прочистки капилляра и установления указателя в начало шкалы.

9.3.7 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 УГМС для их анализа и принятия решения в сомнительных случаях.

9.3.8 Порядок проведения контроля указан ниже.

9.3.8.1 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.

9.3.8.2 Снять первые отсчеты синхронно по контрольному $n_к$ и рабочему $n_р$ интеграторам. Отметить время t_1 начала контроля. Значения $n_к$, $n_р$ и t_1 записать в журнал (рисунок Б.2 приложения Б).

9.3.8.3 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.

9.3.8.4 По окончании контроля снять вторые отсчеты синхронно по контрольному $N_к$ и рабочему $N_р$ интеграторам в такой же последовательности, как и при выполнении отсчетов $n_к$ и $n_р$. Записать в журнал значения $N_к$ и $N_р$, а также время t_2 окончания контроля.

9.3.8.5 Вычислить значения сумм радиации по показаниям контрольного $\sum Q_к$ и рабочего $\sum Q_р$ комплектов по формуле

$$\sum Q = A_i(N - n), \tag{73}$$

где A_i - переводный множитель соответствующего комплекта на диапазоне i, мДж/(м ^{2} ·дел.), определенный с учетом сопротивления линии связи $R_л$ (по приложению Д);

N, n - второй и первый отсчеты по соответствующему интегратору, дел.

9.3.8.6 Вычислить разность $\Delta_{рк}$ между полученными значениями $\sum Q_р$ и $\sum Q_к$ и выразить в процентах от значения $\sum Q_к$. Если значение $\Delta_{рк}$ лежит в пределах допуска, равного 10%, то контроль считают законченным. Контрольный пиранометр необходимо снять и поместить в шкаф для хранения до следующего контроля.

9.3.8.7 Если значение $\Delta_{рк}$ 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 $\sum Q_р$, контрольному $\sum Q_к$ и запасному $\sum Q_з$ комплектам, а также значения разностей

между ними по формулам $\Delta_{рк} = \sum Q_р - \sum Q_к$, $\Delta_{зк} = \sum Q_з - \sum Q_к$, $\Delta_{рз} = \sum Q_р - \sum Q_з$.

9.3.8.8 Если полученные в результате сравнения значения $\Delta_{рк}$ и $\Delta_{рз}$ превышают допуск, а значение $\Delta_{зк}$ в пределах допуска, то в работу установить запасной комплект, а рабочий отправить в поверку и запросить в УГМС новый запасной. В остальных случаях необходимо получить рекомендацию из УГМС.

9.3.9 Один раз в 3 мес проверить напряжение источника питания интегратора по методике, указанной в 8.3.13.

9.3.10 Один раз в 6 мес проверить самоход интегратора по методике, указанной в 8.3.14.

9.3.11 Один раз в год после поступления из бюро поверки 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 (по приложению Д); проверить отсутствие обрыва в измерительной цепи и напряжение источника питания интегратора (по 8.3.13). В случае обнаружения дефекта комплект необходимо направить в УГМС и запросить другой.

9.3.12 Перед заменой рабочего комплекта выполнить сравнения рабочего, запасного и контрольного комплектов (по 9.3.8.7-9.3.8.8), не прерывая наблюдений по рабочему комплекту, и найти значения $\Delta_{рк}$, $\Delta_{зк}$ и $\Delta_{рз}$.

9.3.13 Выполнить сравнения поступившего нового комплекта с контрольным и запасным комплектами. В период проведения сравнений не должно быть пропуска в наблюдениях. Поэтому на период отключения рабочего комплекта необходимо ввести в работу запасной или контрольный комплект (не переключая линий связи). Для этого включаемый в работу комплект, например запасной, требуется установить и подключить накануне сравнений и в конце суток (см. 9.3.5) 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.

9.3.14 Перед началом сравнений отключить рабочий интегратор от линии связи на канале 1 (см. приложение Д) и подключить интегратор нового комплекта на таком же диапазоне. Установить в начало шкалы указатели контрольного и нового интеграторов. Снять со стойки рабочий пиранометр, установить на его место пиранометр нового комплекта и подключить к нему выводы, отключенные от рабочего пиранометра. Установить и подключить контрольный комплект. Снять крышки с контрольного и нового пиранометров.

9.3.15 Выполнить по возможности синхронно первые отсчеты по запасному, контрольному и новому интеграторам и записать время t_1 начала сравнения. После того как указатели интеграторов переместятся не менее чем на 30 дел., снять вторые отсчеты в той же последовательности и записать время t_2 окончания сравнения. Аналогично указанному в 9.3.8.5 определить значения сумм радиации по сравниваемым комплектам. При этом значение переводного множителя нового комплекта должно быть пересчитано с учетом сопротивления $R_{л1}$ линии связи на канале 1 по формуле (Д. 7) (см. приложение Д).

9.3.16 Если расхождения в значениях сумм радиации, полученных по трем сравниваемым комплектам, отличаются друг от друга не более чем на 10%, то эти комплекты можно использовать в работе, причем новый комплект - в качестве контрольного. Рабочий комплект необходимо направить в поверку, а на его место установить один из служивших до этого в качестве запасного или контрольного.

9.3.17 Если по результатам сравнений показания нового комплекта отличаются от показаний запасного и контрольного комплектом более чем на 10%, то необходимо выполнить сравнения еще 3 раза. В случае если эти расхождения подтверждаются, но при этом между контрольным, запасным и рабочим комплектами расхождения не превышают 10%, то новый комплект следует вернуть в УГМС и запросить другой. Во всех остальных случаях необходимо получить рекомендации из УГМС.

9.4 Обработка результатов наблюдений

9.4.1 При обработке результатов наблюдений должны использоваться данные, записанные в журнале наблюдений (см. Б.5.3 приложения Б) и в рабочей тетради (см. 9.3.4). При выполнении первичной обработки для представления материалов наблюдений в центр обработки для каждого дня необходимо определить значение разности между конечным N и начальным n отсчетами, выполненными по интегратору (см. 9.3.5 и Б.5.3), а также определить следующие характеристики:

- продолжительность солнечного сияния по показаниям гелиографа согласно указаниям раздела 8 наставления [1];

- преобладающее за светлое время суток состояние подстилающей поверхности по результатам наблюдений, выполненных в соответствии с 9.3.4;

- характеристика ясности дня, оценка которой производится согласно таблице 12 (см. 8.2.6) на основании наблюдений за состоянием диска Солнца, выполненных в соответствии с 9.3.4, а также с учетом продолжительности солнечного сияния по гелиографу;

- атмосферные явления по результатам метеорологических наблюдений и по результатам проверки состояния пиранометра (см. 9.3.4); 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. 9.3.2), то по выполненным отсчетам необходимо найти сумму двух разностей: между отсчетом N_1 и начальным n и между отсчетом N после захода Солнца и отсчетом N_2, т.е. $(N_1 - n) + (N - N_2)$.

9.4.2 Все результаты первичной обработки должны определяться ежедневно за предыдущий день и заноситься в рабочий журнал (см. Б.5.3 приложения Б). В графе 13 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 т.д.

9.4.3 По истечении месяца в центр обработки или УГМС в установленный срок должны быть направлены материалы наблюдений, занесенные в таблицу (см. рисунки Б.4 и Б.5 приложения Б).

9.4.4 В случае необходимости в пункте наблюдений выполняют полную обработку, в результате которой определяют также значения суточных сумм суммарной радиации $\sum_c Q$, округляя до 0,01 МДж/м ^{2}, по формуле

$$\sum_c Q = A_i(N - n), \qquad (74)$$

где A_i - переводный множитель рабочего комплекта на i-ом диапазоне, МДж/(м ^{2}·дел.);

N, n - значения конечного и начального отсчетов по интегратору за данные сутки, дел.

9.4.5 В случае перерыва в интегрировании более 1 ч результаты измерений бракуются и в таблице ТИ-1 ставят знак пропуска данных.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

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 ОСТ 52.04.10.

А.1.2 Основным источником энергии для Земли является Солнце. Солнечное излучение на пути к земной поверхности частично поглощается атмосферой, частично достигает уровня земной поверхности, а частично уходит в пространство. Таким образом, солнечное излучение, приходящее к земной поверхности, может быть направленным, т.е. идущим от Солнца, и рассеянным, т.е. идущим из всех точек небесного свода.

Достигая земной поверхности, солнечное излучение частично отражается, неотраженная часть излучения поглощается деятельным слоем и превращается в тепло. В свою очередь, земная поверхность является источником теплового излучения, направленного в атмосферу. Атмосфера, поглощая тепловое и солнечное излучение, также является источником теплового излучения, направленного как к земной поверхности, так и в мировое пространство.

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 ОСТ 52.04.10 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 сосредоточена в интервале длин волн 0,3-4,0 мкм, и в актинометрии ее называют коротковолновой радиацией. Земная и атмосферная радиация занимает спектральную область 4-100 мкм, и в актинометрии ее называют длинноволновой радиацией.

А.1.6 Солнечную (коротковолновую) радиацию подразделяют на прямую S (от диска Солнца), рассеянную D (от небесной сферы) и отраженную коротковолновую $R_к$ (от подстилающей поверхности).

А.1.7 Земная радиация $E_з$ создается тепловым излучением подстилающей поверхности, которое для большинства видов поверхности Земли близко к излучению черного тела.

А.1.8 Под атмосферной радиацией $E_а$ понимают энергетическую освещенность, создаваемую тепловым излучением атмосферы.

А.1.9 Тепловое излучение атмосферы, отраженное от подстилающей поверхности, создает отраженную атмосферную радиацию $R_д$, но ее значения малы по сравнению с земной

радиацией $E_з$ и при изучении радиационного режима величину $R_д$ 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.

А.1.11 В практике актинометрических наблюдений прямой солнечной радиацией S называют энергетическую освещенность, создаваемую излучением, поступающим в виде практически параллельного пучка лучей от диска Солнца и лучей от околосолнечной зоны радиусом 5°, 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.

А.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°.

А.1.13 Суммарная радиация Q включает рассеянную и прямую солнечную на горизонтальной поверхности, т.е. $Q = D + S'$.

А.1.14 Отраженная коротковолновая радиация $R_к$ создается коротковолновым излучением, отраженным от подстилающей поверхности.

А.1.15 Отношение отраженной коротковолновой радиации к суммарной является характеристикой подстилающей поверхности и называется коротковолновым альбедо $A_к$, т.е. $A_к = R_к / Q$.

А.1.16 В целом приход радиации к горизонтальной поверхности складывается из прямой солнечной радиации S', рассеянной радиации D и атмосферной радиации $E_а$. Уходящая от подстилающей поверхности радиация складывается из отраженной коротковолновой радиации $R_к$ и излучения земной поверхности $E_з$. 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: $B = D + S' + E_а - R_к - E_з - R_д$. Величина B может также рассматриваться как сумма баланса коротковолновой радиации $B_к$ и баланса длинноволновой радиации $B_д$, т.е. $B = B_к + B_д$.

А.1.17 Баланс коротковолновой радиации, или коротковолновый баланс $B_к$, представляет собой разность между суммарной и отраженной радиацией, т.е. $B_к = Q - R_к = D + S' - R_к = Q(1 - A_к)$. Величина $B_к$ характеризует поглощение коротковолнового излучения подстилающей поверхностью.

А.1.18 Баланс длинноволновой радиации, или длинноволновый баланс $B_д$, представляет собой разность между атмосферной радиацией $E_а$, земной радиацией $E_з$ и отраженной длинноволновой радиацией $R_д$, т.е. $B_д = E_а - E_з - R_д$.

Величина $B_д$, взятая с обратным знаком, называется эффективным излучением подстилающей (деятельной) поверхности и обозначается $E_{эф}$. Атмосферная $E_а$, земная $E_з$ и отраженная длинноволновая радиация $R_д$ при выполнении актинометрических наблюдений не определяются. Косвенным путем определяются только коротковолновый $B_к$ и длинноволновый $B_д$ баланс.

А.1.19 Величина B определяется в результате непосредственных измерений или вычисляется по формуле $B = (B - S') + S'$, где $B - S'$ - радиационный баланс без прямой солнечной радиации, измеренный непосредственно.

А.1.20 Длинноволновый баланс вычисляется по формуле $B_д = B - B_к = B - Q + R_к$. Ночью значение $B_к$ равно нулю и радиационный баланс B становится равным балансу длинноволновой радиации, т.е. ночью $B = B_д$. Схематично приход радиации к деятельной поверхности представлен на рисунке А.1.

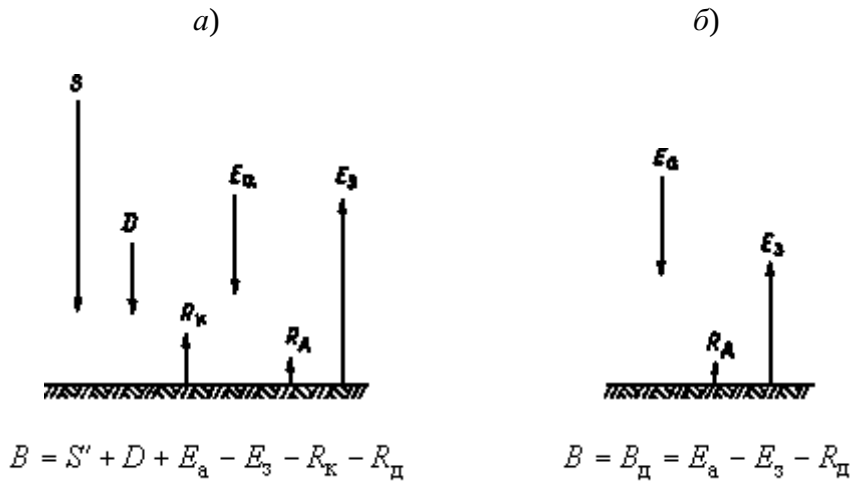


Рисунок А.1 - Радиационный баланс B в светлое (*а*) и темное (*б*) время суток и его составляющие: прямая солнечная S, рассеянная D, атмосферная $E_а$, отраженная коротковолновая $R_к$, отраженная длинноволновая $R_д$ и земная $E_з$ радиация

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 $\sum$ с индексом, обозначающим интервал времени, за который оценивается экспозиция, и буква, обозначающая вид радиации. Например, месячная сумма суммарной радиации обозначается $\sum_м Q$.

А.1.22 В качестве единицы измерения радиации на сети Росгидромета используют киловатт на квадратный метр (кВт/м ^{2}). Суммы радиации на сети Росгидромета 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:

1 Вт = 1 Дж/с; 1 кал/(см ^{2}·мин) = 0,698 кВт/м ^{2};

1 кВт/м ^{2} = 1000 Вт/м ^{2}; 1 кал/см ^{2} = 0,0419 МДж/м ^{2};

1 кВт/м ^{2} = 0,1 Вт/см ^{2}; 1 ккал/см ^{2} = 41,9 МДж/м ^{2};

1 МДж/м ^{2} = 100 Дж/см ^{2}; 1 кал/см ^{2} = 4,19 Дж/см ^{2}.

Примеры

1 - Дано значение Q = 1,12 кал/(см ^{2}·мин);

Q = 1,12 кал/(см ^{2}·мин)=0,698·1,12=0,78 кВт/м ^{2}.

2 - Дано: Q = 0,56 кВт/м ^{2};

Q = 0,56 кВт/м ^{2}=0,56/0,698=0,80 кал/(см ^{2}·мин).

3 - Дано: $\sum_ч Q$ = 53 кал/см ^{2};

$\sum_ч Q$ = 53 кал/см ^{2}=0,0419·53=2,22 МДж/м ^{2}.

4 - Дано: $\sum_ч Q$ = 1,79 МДж/м ^{2};

$\sum_ч Q$ = 1,79 МДж/м ^{2}=1,79/0,0419=43 кал/см ^{2}.

А.1.24 Для перевода суточных, декадных, месячных сумм радиации из одной системы единиц измерения в другую используют тот же коэффициент, что и для часовых сумм, т.е. 0,0419.

А.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 1966 г. коэффициент равен 1,010;

- с 1 мая 1966 г. по 30 июня 1982 г. коэффициент равен 1,018.

Примечание - Для других стран эти коэффициенты имеют иные значения.

А.2 Краткие сведения об использовании актинометрических данных в различных областях хозяйственной деятельности

А.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.

А.2.2 В таблице А.1 перечислены виды актинометрической информации, указаны основные пользователи и направления использования данных.

Таблица А.1 - Использование актинометрической информации

Вид информации	Основной пользователь	Направление использования	Потребность в данных	
			опера тивных	режим- ных
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 на горизонтальной поверхности	Строительство, коммунальное хозяйство	Проектирование, эксплуатация	+	-
Суточный ход на наклонных	Строительство, коммунальное	Проектирование, эксплуатация	+	-

поверхностях различной ориентации	хозяйство и гелиотехника			
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	+	+

А.2.2* Результаты актинометрических наблюдений, выполненных на сети Российской Федерации, заносятся в режимно-справочный банк данных (РСБД) "Актинометрия", который хранится в Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова. Результаты измерений обобщены в климатических справочниках, в которых приведены данные режимного характера [2, 3], обобщенные для районов страны и ряда пунктов наблюдений. РСБД "Актинометрия" может выдавать информацию в удобном для пользователя виде по конкретным пунктам наблюдений за требуемый период, производить выборки и группировку данных по условиям измерений.

* Нумерация соответствует оригиналу. - Примечание изготовителя базы данных.

А.2.3 Для оперативного обслуживания пользователей в пункте наблюдений может выполняться полная обработка результатов измерений под контролем УГМС.

А.2.4 По результатам сетевых наблюдений расчетным путем могут быть определены месячные суммы фотосинтетически активной радиации $\sum_м Q_ф$ по формуле $\sum_м Q_ф = 0{,}52 \sum_м Q$, где $\sum_м Q$ - месячная сумма суммарной радиации, МДж/м ^{2}.

Более точно значения суммарной и рассеянной фотосинтетически активной радиации (ФАР) могут быть получены при помощи пиранометра ФАР, изготовляемого в экспериментально-производственных мастерских ГГО (ЭПМ ГГО). Данные о ФАР требуются

в агротехнике, растениеводстве, лесном хозяйстве и др.

А.2.5 Некоторым пользователям требуются данные об ультрафиолетовой радиации, естественной освещенности, прямой солнечной и рассеянной радиации в отдельных спектральных интервалах.

А.2.6 Данные об ультрафиолетовой радиации необходимы в здравоохранении, химической и лакокрасочной промышленности. Ультрафиолетовая радиация в зоне А (315-400 км) и в зоне В (280-315 км), а также эритемная радиация наблюдаются на некоторых метеорологических станциях с помощью ультрафиолетметра, изготовляемого в ЭПМ ГГО. Наблюдения выполняются вручную в установленные сроки.

А.2.7 Естественная освещенность в настоящее время измеряется на нескольких станциях при помощи люксметра, изготовляемого в ЭПМ ГГО.

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 фотосинтетически активной радиации.

Связь между естественной освещенностью и радиацией неоднозначна и зависит от облачности и высоты Солнца.

А.2.8 Прямая солнечная радиация в отдельных спектральных интервалах определяется по результатам измерений при помощи актинометра с набором стеклянных светофильтров. Такие измерения выполняются в нескольких пунктах под руководством ГГО.

Данные об этих характеристиках требуются в гелиотехнике, химической промышленности, строительстве, растениеводстве, для контроля загрязнения воздушного бассейна.

А.2.9 Подробнее сведения об использовании актинометрических данных в различных отраслях хозяйственной деятельности приведены в [4].

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:

а) 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;

б) 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, затеняющих экранов или стоек;

в) сбои нацеливания актинометра на Солнце, засветка датчиков, установленных на теневых стойках и др.;

г) дата обнаружения нарушения, дата и способ его устранения;

д) дата технического осмотра приборов и перечень проведенных регламентных работ по профилактике приборов;

ж) дата и причины замены приборов или соединительных проводов;

и) 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 записей:

1 - 19.04.92, 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 - 01.06.92 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 N 321 (незатененный) по причине замыкания на корпус;

установлен N 2571. После 19 ч скошена трава.

3 - 13.06.92, 12 ч 25 мин. Засвечен край корпуса балансомера в теневом кольце - выполнена регулировка по склонению Солнца.

4 - 30.12.92, 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 - Результаты измерений при контроле рабочего актинометра М-3 N 531 с гальванометром ГСА-1МА N 394, клеммы "+", "А" по контрольной паре 2497/8918

Дата, время, условия	Результаты измерений					
	по контрольной паре 2497/8918			по рабочей паре 2531/394		
	$T'_к$ °С	$n'_к$ дел.	$N'_к$ дел.	$T'_а$ °С	$n'_а$ дел.	$N'_а$ дел.
16.05.92 11 ч 26 мин обл. 0/2 Cu, небо голубое	22,3	4,9	64,1	23,0	5,0	60,9
			64,3			60,9
			64,2			61,0
			64,3			61,1
			64,3			61,1
			64,5			61,2
			64,4			61,3
			64,4			61,4
			64,5			61,4
		4,9	64,6		5,0	61,5
Среднее		4,9	64,4		5,0	61,2

Находим исправленные отсчеты по формуле (8), указанной в 7.6.2:

- по контрольной паре $N_к = \overline{N}_к + \Delta N_к - n_к = 64,4 + 0,1 - 4,9 = 59,6$ дел;

- по рабочей паре $N_а = \overline{N}_а + \Delta N_а - n_а = 61,2 - 0,4 - 5,0 = 55,8$ дел.

Из поверочных свидетельств возьмем следующие данные:

- для контрольной пары a = 0,0125 кВт/(м ^{2}·дел);

$\Delta a = 2{,}1 \cdot 10^{-5}$ кВт/(м ^{2}·дел·°С);

- для рабочей пары a = 0,0132 кВт/(м ^{2}·дел);

$\Delta a = 2{,}5 \cdot 10^{-5}$ кВт/(м ^{2}·дел·°С).

Определяем значение прямой солнечной радиации по контрольной паре по формуле (16) из 7.6.3: $S = N[a + \Delta a(T - 20)] = 59{,}6[0{,}0125 + 2{,}1 \cdot 10^{-5}(22{,}3 - 20)] = 0{,}75$ кВт/м ^{2}.

Определяем значение переводного множителя рабочей пары для температуры 23,0 °С по формуле (32) из 7.7.4: $a_T = S/(N_а + \Delta N_а - n_а) = 0{,}75/55{,}8 = 0{,}0134$ кВт/(м ^{2}·дел).

Приводим к температуре 20 °С полученное значение a_T, пользуясь формулой (33): $a_а = a_T - \Delta a(T - 20) = 0{,}0134 - 2{,}5 \cdot 10^{-5}(23 - 20) = 0{,}0133$ кВт/(м ^{2}·дел).

Оцениваем результат контроля в соответствии с указаниями 7.7.4, для чего вычисляем по формуле (34) $\Delta = \frac{a_а - a}{a} \cdot 100\% = \frac{0{,}0133 - 0{,}0132}{0{,}0132} \cdot 100 = 0{,}8$ %, что лежит в пределах допуска, равного 3% (по 7.7.4.7). Таким образом, результат выполненного контроля подтверждает правильность применяемого переводного множителя рабочей пары, равного 0,0132 кВт/(м ^{2}·дел).

При контроле рабочего пиранометра с гальванометром форма записей такая же с той лишь разницей, что для него полученное значение переводного множителя не приводят к температуре 20 °С.

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 N 1050 с гальванометром ГСА-1 N 1231, клеммы "+", "С"

Дата, время, условия	Результаты измерений								
	по контрольной паре 2497/8919			по рабочей паре 1050/1231, сторона 1					
	$n'_к$ дел.; T °С	$N'_к$ дел.	S кВт/м ^{2}	$n'_т$; $N'_с$ дел.	ΔN дел.	$n'_т + \Delta N$; $N'_с + \Delta N$ дел	$n_т$ дел.	$N'_с - n_т$ дел.	a'_1 кВт/(м ^{2} ·дел.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16.05.92, 12 ч 10 мин обл. 0/1 Cu, небо голубое	5,0	-	-	6,7	-0,1	6,6			
	13,5	68,9	0,801	77,3	0,5	77,8	8,4	69,4	0,0115
		-	-	10,5	-0,2	10,3			
		69,0	0,803	75,8	0,5	76,3	10,2	66,1	0,0121
		-	-	10,2	-0,2	10,0			
		68,8	0,800	67,0	0,4	67,4	9,8	57,6	0,0139
		-	-	9,8	-0,2	9,6			
		68,6	0,798	67,3	0,4	67,7	9,2	58,5	0,0136
		-	-	8,8	-0,1	8,7			
		68,2	0,793	73,3	0,5	73,8	9,4	64,4	0,0123
		-	-	10,3	-0,2	10,1			
		68,5	0,796	72,7	0,5	73,2	10,8	62,4	0,0128
		-	-	11,7	-0,2	11,5			
		68,5	0,796	73,8	0,5	74,3	10,0	64,3	0,0124
		-	-	8,7	-0,1	8,6			
		68,6	0,798	76,7	0,5	77,2	8,2	69,0	0,0116
		-	-	7,8	-0,1	7,7			
		68,6	0,798	76,8	0,5	77,3	8,4	68,9	0,0116
		-	-	9,3	-0,2	9,1			
		68,9	0,801	70,7	0,5	71,2	9,4	61,8	0,0130
		-	-	9,8	-0,2	9,6			
		68,8	0,800	77,2	0,5	77,7	9,0	68,7	0,0116
		-	-	8,6	-0,1	8,5			
		68,6	0,798	77,0	0,5	77,5	8,9	68,6	0,0116
		-	-	9,5	-0,2	9,3			
		68,7	0,799	73,6	0,5	74,1	9,9	64,2	0,0124
		-	-	10,7	-0,2	10,5			

		68,9	0,801	73,7	0,5	74,2	10,8	63,4	0,0126
		-	-	11,3	-0,2	11,1			
		68,8	0,800	72,3	0,5	72,8	9,1	63,7	0,0126
		-	-	7,2	-0,1	7,1			
		68,8	0,800	67,8	0,4	68,2	8,1	60,1	0,0133
		-	-	9,3	-0,2	9,1			
		68,5	0,796	76,7	0,5	77,2	8,7	68,5	0,0116
		-	-	8,4	-0,1	8,3			
		68,5	0,796	70,8	0,5	71,3	8,9	62,4	0,0128
		-	-	9,7	-0,2	9,5			
		68,2	0,793	75,0	0,5	75,5	9,5	66,0	0,0120
		-	-	9,7	-0,2	9,5			
		68,2	0,793	77,0	0,5	77,5	9,5	68,0	0,0170
		-	-	9,7	-0,2	9,5			
$n_к$ = 5,0				a_1 = 0,0124					

При обработке результатов измерений сначала вычислим переводный множитель контрольной пары по формуле $a_т = a + \Delta a(T - 20)$ и для температуры 23,5 °С получим $a_т$ равным 0,0126 кВт/(м ^{2}·дел.). Значение $a_т$ также может быть определено по таблице, построенной по методике приложения В. По формуле (30) из 7.7.4 для каждого значения $N'_к$ из графы 3 определим значение прямой солнечной радиации. Например, для первого из них имеем $S = a_т(N'_к + \Delta N - n_к) = 0{,}0126(68{,}9 - 0{,}3 - 5{,}0) = 0{,}801$, где ΔN - шкаловая поправка гальванометра на отметке шкалы 68,9 дел., равная минус 0,3 дел. Значения S записаны в графе 4. В графе 5 указаны отсчеты по балансомеру $n'_т$ при закрытой трубе и $N'_с$ при открытой в порядке их выполнения. В графе 6 записаны шкаловые поправки для каждого отсчета по балансомеру. В графе 7 записаны отсчеты по балансомеру, исправленные на шкаловую поправку. В графе 8 - среднее из двух соседних исправленных отсчетов при закрытой трубе. В графе 9 - разность между исправленным отсчетом при открытой трубе из графы 7 и отсчетом при закрытой трубе из графы 8. В графе 10 - значение переводного множителя стороны 1 балансомера для данного отсчета. Например, для первого из них $a'_1 = \dfrac{S}{N'_с - n_т} = \dfrac{0{,}801}{69{,}4} = 0{,}0115$ кВт/(м ^{2}·дел.). В конце таблицы указано значение переводного множителя стороны 1 балансомера, полученное как среднее из всех значений a'_1 графы 10.

Аналогичным образом записывают результаты контроля для стороны 2 балансомера.

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.

Актинометр М-3 N 531 с гальванометром ГСА-1МА N 394, клеммы "+", "А"

Дата поверки или контроля	a_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 N 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 УГМС, 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 УГМС или в Методический отдел ГГО.

Б.5 При выполнении наблюдений по программе определения суточных сумм суммарной радиации путем интегрирования должен вестись *журнал наблюдений и 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 Д.3.4.4.1.

<table>
<tr><td colspan="9">Сопротивление линий связи: на 1-м канале $R_{л1}$ = _____ Ом
на 2-м канале $R_{л2}$ = _____ Ом
на 3-м канале $R_{л3}$ = _____ Ом</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Комплект</td><td colspan="2">Тип и номер</td><td rowspan="2">Дата ввода в работу</td><td colspan="6">Переводный множитель, МДж/(м ^{2}·дел.), на диапазонах</td></tr>
<tr><td>пиранометра</td><td>интегратора</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr>
<tr><td>Рабочий</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Контрольный Запасной									

Рисунок Б.1 - Форма первой страницы журнала наблюдений и 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. Форма записи показана на рисунке Б.2. При записи сведений о приборах должны быть указаны номер диапазона, на котором комплект работал во время контроля, и переводный множитель на данном диапазоне. В графах 2 и 4 таблицы указывают время выполнения начального n и конечного N отсчетов, выполненных по рабочему комплекту (в первой строке) и по контрольному комплекту (во второй строке). В графе 6 записывают значение разности между вторым и первым отсчетами, в графе 7 - значение суммы суммарной радиации, полученной по каждому комплекту при контроле, которую вычисляют по формуле $\sum Q = A_i(N-n)$, где A_i - значение переводного множителя на том диапазоне, на котором выполнен контроль, МДж/(м ^{2} ·дел.). В графе 8 указывают разность между суммами радиации, полученными по рабочему и контрольному комплектам, в абсолютных единицах, а в графе 9 - значение этой разности в процентах от суммы радиации, полученной по контрольному комплекту.

Дата контроля _____

Рабочий комплект: пиранометр типа _____ **№** _____
интегратор типа _____ **№** _____ **, диапазон №** _____,
переводный множитель _____ **МДж/(м^2 · дел)**

Контрольный комплект: пиранометр типа _____ **№** _____
интегратор типа _____ **№** _____ **, диапазон №** _____,
переводный множитель _____ **МДж/(м^2 · дел)**

Комплект	Первый отсчет		Второй отсчет		$N-n$ дел	$\sum Q$ МДж/м^2	Разность	
	время, ч мин	n дел	время, ч мин	N дел			МДж/м^2	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Рабочий Контрольный								

Рисунок Б.2 - Форма записей при контроле рабочего комплекта

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.

Б.5.3 На третьей странице записывают результаты ежедневных наблюдений и обработки. Рекомендуемая форма записи приведена на рисунке Б.3, где A_i - переводный множитель пиранометра с интегратором; n, N - начальный и конечный отсчеты по интегратору в делениях его шкалы; τ - продолжительность солнечного сияния в часах и десятых долях часа; ПП - состояние подстилающей поверхности, преобладающее за светлое время суток; ЯД - характеристика ясности дня; АЯ - атмосферные явления за светлое время суток, оказавшие влияние на состояние стеклянного колпака пиранометра; $\sum_c Q$ - суточная сумма суммарной радиации, определяемая при необходимости. Значения суточных сумм суммарной радиации вычисляют и записывают в графу 14, если требуется оперативная передача данных. В графе 13 указывают время начала и окончания перерыва в измерениях, произошедшего в результате отключения приборов по какой-либо причине.

Год _____ Месяц _____

Дата	Диапазон	A_i МДж/(м^2 · дел)	Начальный отсчет		Конечный отсчет		$n - N$ дел	τ ч	ПП	ЯД	АЯ	Перерывы в измерениях (начало и окончание)	$\Sigma_i Q$ МДж/м^2
			время, ч мин	n дел	время, ч мин	N дел							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1 2 . . . 31													
Среднее													

Рисунок Б.3 - Форма записей результатов ежедневных наблюдений по пиранометру с интегратором для определения суточных сумм суммарной радиации

Б.5.4 Материалы наблюдений за истекший календарный месяц должны быть представлены в центр обработки по форме таблицы ТИ-1, показанной на рисунке Б.4. В верхней части таблицы указывают сведения о рабочем комплекте: типы и номера интегратора и пиранометра, номер диапазона и переводный множитель, использованный в данном месяце; если в течение месяца было произведено переключение на другой диапазон, либо был изменен переводный множитель, то на следующей строке указывают дату (день месяца) введения изменения и новые значения. Последнюю графу заполняют по указанию УГМС.

Станция _____ УГМС _____
Интегратор типа _____ № _____ Пиранометр типа _____ № _____
Диапазон № ____ Переводный множитель _____ МДж/(м^2 · дел)
С ____ введен диапазон № ____переводный множитель _____ МДж/(м^2 · дел)
Год _____ Месяц _____

Дата	$N - n$ дел	τ ч	ПП	ЯД	АЯ	$\sum_n Q$ МДж/м^2
1 2 3 . . . 31						
Среднее						

Рисунок Б.4 - Форма таблицы ТИ-1

В эту таблицу записывают соответствующие данные из граф 1, 8-12 таблицы Б.3, т.е. из журнала наблюдений. К таблице ТИ-1 следует приложить сопроводительную информацию по форме, показанной на рисунке Б.5.

Техническое состояние оборудования за истекший месяц _____
_____
Состояние подстилающей поверхности, преобладающее за месяц _____
_____
Таблицу составил _____ Проверил _____
Критпросмотр провел _____
Замечания при критпросмотре _____
_____

Рисунок Б.5 - Форма записи сопроводительной информации к таблице ТИ-1

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

$$N_{\text{в}} = \frac{\Delta N_{\text{к}} - \Delta N_1}{\Delta N_2 - \Delta N_1}(N_2 - N_1) + N_1, \qquad \text{(В.1)}$$

где $\Delta N_{\text{к}}$ - наибольшее значение, взятое до сотых долей, которое при округлении до десятых долей дает рассматриваемое значение ΔN;

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 N 1148.

Пусть в свидетельстве о поверке этого гальванометра указаны следующие шкаловые поправки:

N 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.

Таблица В.1 - Шкаловые поправки для гальванометра ГСА-1МА N 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

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 $N_{\text{н}}$ берем первое значение N из свидетельства о поверке, которое в данном случае равно 0. Запишем его в строку "от".

Значение $N_{\text{в}}$ 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 $\Delta N_{\text{к}}$ нужно взять с третьей значащей цифрой. Учитывая, что для отрицательных чисел большим является меньшее по абсолютной величине, берем $\Delta N_{\text{к}}$ 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 $N_{\text{в}}$ с точностью до десятых долей и запишем в строку "до". Для значения $N_{\text{в}}$ округление производим в меньшую сторону.

$$N_{\text{в}} = \frac{\Delta N_{\text{к}} - \Delta N_1}{\Delta N_2 - \Delta N_1}(N_2 - N_1) + N_1 = \frac{-2{,}75 + 2{,}8}{-2{,}6 + 2{,}8}(5 - 0) + 0 = 1{,}2.$$

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. $N_н = 1,2 + 0,1 = 1,3$ 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 $\Delta N_к$ составляет минус 2,65. По формуле (В.1) вычисляем верхнюю границу $N_в$ и записываем в строке "до".

$$N_в = \frac{-2,65 + 2,8}{-2,6 + 2,8}(5 - 0) + 0 = 3,7.$$

Для третьего значения ΔN, равного минус 2,6, получаем: $N_н = 3,7 + 0,1 = 3,8$ дел. В свидетельстве о поверке находим: ΔN_1 = -2,6, N_1 = 5, ΔN_2 = -1,9, N_2 = 10 дел. Для рассматриваемого ΔN значение $\Delta N_к$ составляет минус 2,55. По формуле (В.1) получим

$$N_в = \frac{-2,55 + 2,6}{-1,9 + 2,6}(10 - 5) + 5 = 5,3 \text{ дел.}$$

Аналогичным образом выполняется расчет до конца шкалы гальванометра. При этом необходимо иметь в виду, что для положительных значений ΔN верхнее значение $\Delta N_к$ лучше брать до тысячной доли, например для ΔN, равной 1,1, берем $\Delta N_к$, равное 1,149.

В.1.2 При графическом способе строят график хода шкаловой поправки (можно отдельно для нескольких интервалов шкалы), 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 $N_в$ 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.1.3 Таблица шкаловых поправок может быть построена и по другой форме, например по форме таблицы В.2, но в любом случае данные для ее построения должны быть получены способом, указанным в В.1.1 или (и) В.1.2.

В примере 2 показана форма таблицы В.2, в которой заполнены несколько строк для того же гальванометра, что и в примере 1.

Пример 2

Таблица В.2 - Значения шкаловых поправок гальванометра ГСА-1МА N 1148

Целые деления	Десятые доли делений									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8
1	-2,8	-2,8	-2,8	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7
2	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7
3	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,6	
	и т.д									

99										

При работе удобно, если на листе с этой таблицей указаны тип гальванометра и номера гальванометра, датчика, а также переводный множитель пары, полученный в результате поверки.

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 (этот способ используется при автоматизированной обработке данных), либо определять по таблице, которую составляют для данной пары.

В.2.3 Вычисление значения a_T должно производиться по формуле

$$a_T = a + \Delta a\,(T_г - 20), \qquad \text{(В.2)}$$

где a - значение переводного множителя при температуре, равной 20 °С;

Δa - температурный коэффициент переводного множителя данной пары, кВт/(м ^{2} ·дел.·°С);

$T_г$ - температура, при которой выполнено наблюдение, °С.

Температурный коэффициент Δa вычисляют по одной из следующих формул:

- для актинометра, подключенного к гальванометру ГСА-1 на клеммы "+" и "С"

$$\Delta a = \frac{\alpha}{10^3 K}(0{,}00065R_б + 0{,}0042R_р + 0{,}0004R_д); \qquad \text{(В.3)}$$

- для актинометра, подключенного к гальванометру ГСА-1МА на клеммы "+" и "А"

$$\Delta a = \frac{G_{1А}}{10^3 K}(0{,}0020\,R_{тА} + 0{,}0017R_б); \qquad \text{(В.4)}$$

- для актинометра, подключенного к гальванометру ГСА-1МА на клеммы "+" и "П"

$$\Delta a = \frac{G_{1П}}{10^3 K}(0{,}0015\,R_{тП} + 0{,}0017R_б), \qquad \text{(В.5)}$$

где α - цена деления гальванометра ГСА-1 по току, мкА/дел;

K - чувствительность актинометра по данным его поверочного свидетельства, Мв·м ^{2} /кВт;

$G_{1А}$, $G_{1П}$ - цена деления гальванометра ГСА-1МА по току на клеммах "+", "А" и "+", "П" соответственно, мкА/дел;

$R_б$ - сопротивление термобатареи актинометра, Ом;

$R_р$ - сопротивление рамки гальванометра ГСА-1, Ом;

$R_д$ - добавочное сопротивление гальванометра ГСА-1, Ом;

$R_{тА}$, $R_{тП}$ - внутреннее сопротивление гальванометра ГСА-1МА соответственно между клеммами "+", "А" и "+", "П".

Значения величин α, $G_{1А}$, $G_{1П}$, $R_р$, $R_д$, $R_{тА}$, $R_{тП}$ должны быть взяты из поверочного свидетельства гальванометра, но не из его технического описания. Значение Δa должно быть округлено до 0,000001 кВт/(м ^{2}·дел.·°С).

В.2.4 Температурный коэффициент Δa должен быть указан в материалах актинометрических наблюдений, направляемых в центр обработки. Определение значения Δa должно быть произведено в УГМС или под его контролем при вводе в работу новой пары, при замене актинометра или гальванометра. Полученное значение Δa рекомендуется записать в свидетельство о поверке.

В.2.5 Таблица зависимости переводного множителя от температуры может быть построена графическим или расчетным способом. В случае изменения переводного множителя таблица должна быть пересчитана.

В.2.6 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 40 °С, по формулам

$$a_{T1} = a + \Delta a\,(T_1 - 20) \text{ и } a_{T2} = a + \Delta a\,(T_2 - 20). \qquad \text{(В.6)}$$

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/(м ^{2}·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/(м ^{2}·дел).

Пример 3 - Для актинометра М-3 N 792 с гальванометром ГСА-1МА N 541 на клеммах "+", "А" вычислить температурный коэффициент Δa и построить таблицу переводных множителей графическим способом.

В поверочных свидетельствах указано:

- для актинометра $R_б$ равно 17,2 Ом;

- для гальванометра $R_{тА}$ равно 24,3 Ом (на клеммах "+" и "А");

- чувствительность актинометра K равна 10,0 мВ/(кВт·м ^{2});

- цена деления гальванометра на клеммах "+" и "А" $G_{1А}$ равна 3,3 мкА/дел.;

- переводный множитель пары на этих клеммах при температуре 20 °С равен 0,0137 кВт/(м ^{2}·дел.).

По формуле (В.4) вычисляем:

$$\Delta a = \frac{G_{1A}}{1000K}(0{,}0020R_{гА} + 0{,}0017R_б) =$$

$$= \frac{3{,}3}{1000 \cdot 10{,}0}(0{,}0020 \cdot 24{,}3 + 0{,}0017 \cdot 17{,}2) =$$

$$= 0{,}000026 = 2{,}6 \cdot 10^{-5} \text{ кВт/(м}^2 \cdot \text{дел.} \cdot ^\circ\text{С).}$$

Пусть в данном пункте по результатам метеорологических наблюдений в дневные сроки самое низкое значение температуры T_1 составило минус 31 °С, а самое высокое T_2 равно 40 °С.

Определим значения переводных множителей, соответствующих минимальной и максимальной температурам, наблюдаемым в данном пункте, по формуле (В.2):

$$a_{min} = 0{,}0137 + 2{,}6 \cdot 10^{-5}(-31 - 20) = 0{,}0124 \text{ кВт/(м}^2 \cdot \text{дел.);}$$

$$a_{max} = 0{,}0137 + 2{,}6 \cdot 10^{-5}(40 - 20) = 0{,}0142 \text{ кВт/(м}^2 \cdot \text{дел.).}$$

Построим график зависимости переводного множителя данной пары от температуры. Для этого нанесем (рисунок В.1) точки с координатами a_{min}, T_1 и a_{max}, T_2 и проведем через них прямую линию.

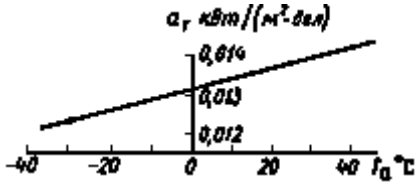


Рисунок В.1 - Зависимость переводного множителя актинометра М-3 N 792 с гальванометром ГСА-1 N 541 от температуры

Построим таблицу В.3. В третью графу запишем все значения переводного множителя a_T с шагом 0,0001 кВт/(м ^{2}·дел.) от наименьшего a_{min} до наибольшего a_{max}.

Таблица В.3

$T_г$ °С		a_T кВт/(м ^{2}·дел)
от	до	
1	2	3
-31,0	-28,5	0,0124
-28,4	-24,6	0,0125
-24,5	-20,1	0,0126
-20,0	-16,9	0,0127

-16,8	-13,1	0,0128
-13,0	-9,2	0,0129
-9,1	-5,4	0,0130
-5,3	-1,5	0,0131
-1,4	2,3	0,0132
2,4	6,2	0,0133
6,3	10,0	0,0134
10,1	13,8	0,0135
13,9	17,7	0,0136
17,8	21,5	0,0137
21,6	25,4	0,0138
25,5	29,2	0,0139
29,3	33,1	0,0140
33,2	36,9	0,0141
37,0	40,0	0,0142

По графику (рисунок В.1) для каждого значения a_T, указанного в таблице В.3, определим границы температурного интервала, т.е. значения температур "от" и "до", которые запишем в первой и второй графах таблицы.

В.2.7 При построении таблицы расчетным путем строят такую же таблицу (см. таблицу В.3) и заполняют сначала третью графу, в которой указывают все значения a_T от $a_{\min}$ до $a_{\max}$ таким же образом, как указано в примере, приведенном в В.2.6. Затем вычисляют границы температурного интервала для каждого значения a_T из третьей графы по формуле

$$T = \frac{a_T - a}{\Delta a} + 20. \qquad \text{(В.7)}$$

При этом достаточно определить только одну из границ, например верхнюю, так как граница начала следующего интервала температур больше значения верхней границы предыдущего на 0,1 °С.

Пример 4 - Рассчитать таблицу значений переводного множителя в зависимости от температуры для актинометра с гальванометром, характеристики которого указаны в примере 3.

Будем определять только верхние границы $T_в$ температурного интервала по формуле (В.7), в которую будем подставлять значение a_T с четвертой значащей цифрой 4, например: 0,01244; 0,01254; 0,01264 и т.д. Для первого значения a_T, равного 0,0124, получим

$$T_в = \frac{a_T - a}{\Delta a} + 20 = \frac{0{,}01244 - 0{,}0137}{2{,}6 \cdot 10^{-5}} + 20 = -28{,}5\ ^\circ\text{C}.$$

Это значение $T_{\text{в}}$ запишем в графе "до", а в графе "от" укажем самое низкое значение температуры, равное минус 31 °С для данного пункта в дневное время.

Для второго значения a_T в графе "от" запишем значение нижней границы $T_{\text{н}}$ температурного интервала, которое на 0,1 °С больше значения $T_{\text{в}}$, полученного для первого a_T, т.е. $T_{\text{н}} = -28{,}5 + 0{,}1 = -28{,}4$ °С. Верхнюю границу $T_{\text{в}}$ определим таким же образом, как это было сделано для первого значения a_T, т.е.

$$T_{\text{в}} = \frac{0{,}01254 - 0{,}0137}{2{,}6 \cdot 10^{-5}} + 20 = -24{,}6\ ^{\circ}\text{C}.$$

Для третьего значения a_T нижняя граница $T_{\text{н}} = -24{,}6 + 0{,}1 = -24{,}5$ °С и т.д.

В.2.8 Температурные поправки ΔN_T могут быть определены по формуле

$$\Delta N_T = N \cdot \Delta a / a (T_{\text{г}} - 20), \qquad \text{(В.8)}$$

где N - отсчет по гальванометру, дел.

Как следует из формулы (В.8), значение ΔN_T зависит не только от температуры, но и от отсчета N. Расчет упростится, если границы температурного интервала вычислять для температурных поправок, выраженных в относительных единицах ($\Delta N_{\text{от}}$) по формуле

$$\Delta N_{\text{от}} = \Delta a / a (T_{\text{г}} - 20), \qquad \text{(В.9)}$$

а затем переводить их в деления шкалы по формуле $\Delta N_T = \Delta N_{\text{от}} N$.

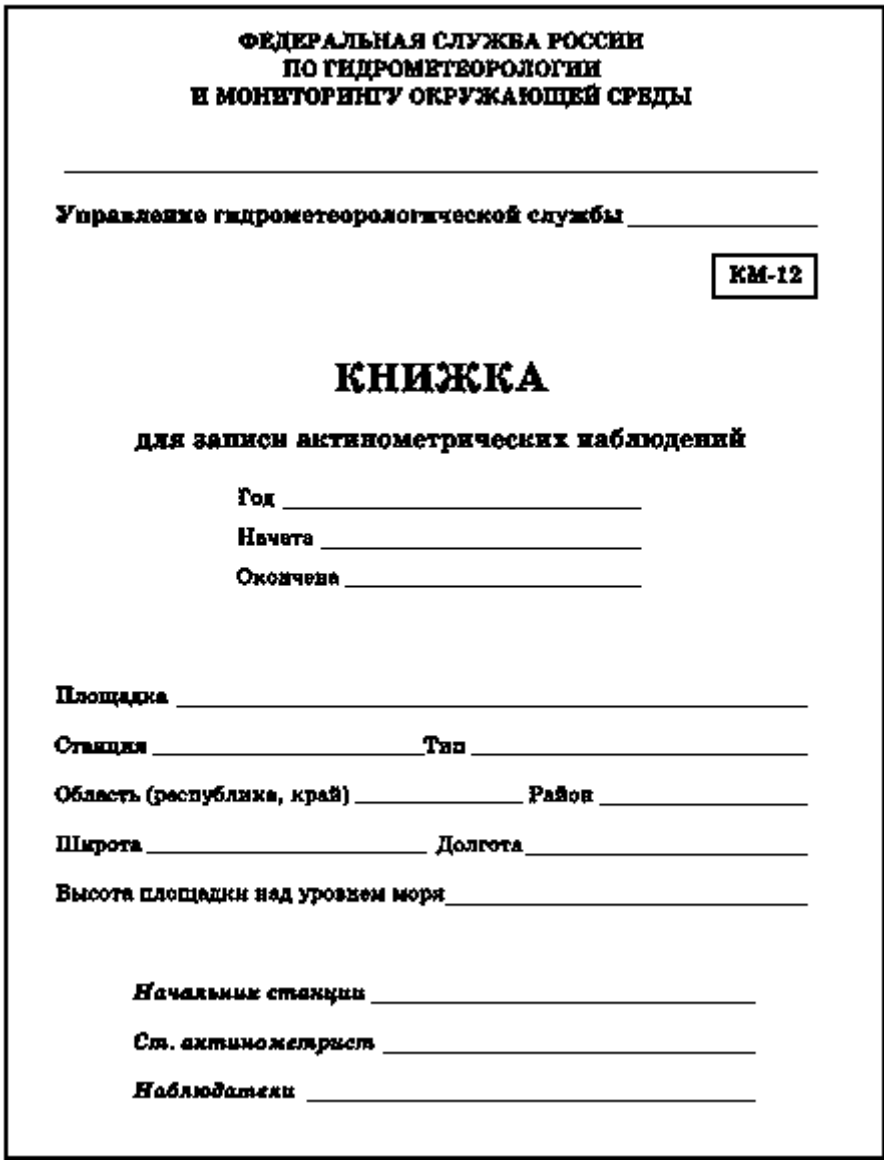
Таблица для ΔN_T получается очень громоздкой, поэтому при обработке удобнее использовать переводный множитель a_T.

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.

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.



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА РОССИИ
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

_____

Управление гидрометеорологической службы _____

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.3 На второй странице (рисунок Г.2) в таблице, расположенной вверху, указывают сведения о рабочих датчиках, установленных на актинометрической стойке: типы и номера актинометра, пиранометра*, балансомера и подключенных к ним гальванометров; переводный множитель пары, при этом для актинометра с гальванометром указывают значение для температуры 20 °С; в четвертой графе в строке "Актинометр" пишут "20 °С", строку "Пиранометр" не заполняют, 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.

---

* В период организации актинометрической сети в СССР пиранометр называли альбедометром, а измерения выполняли в калориях на сантиметр квадратный в минуту. Соотношения единиц радиации даны в приложении А.

	Номера приборов	Переводный множитель	Температура гальвано-метра	Клеммы гальвано-метра
Актинометр / Гальванометр	_____			
Альбедометр / Гальванометр	_____			
Балансомер / Гальванометр	_____			

Контрольный прибор (указать какой) № _____

Срочный термометр на поверхности почвы № _____

Ветромер (или анемометр) № _____

Сведения об изменении в установке приборов

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Сведения об изменении состояния деятельной поверхности

_____

_____

_____

_____

_____

Рисунок Г.2 - Форма второй страницы книжки КМ-12

Под таблицей указывают типы и номера контрольного актинометра и гальванометра, например: "М-3 N 2497, ГСА-1 N 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 N 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.

Число			1	Температура поверхности почвы	Температура воздуха	Время, склонение, высота Солнца			
Облачность			2	5	6	τ_m	10	$h_\odot$	12
Цвет неба и видимость			3	Влажность воздуха 8		$\tau_\odot$	11	$\sin h_\odot$	
						$\delta_\odot$		13	
Состояние деятельной поверхности			4	Место нуля прибора					
				Актинометра	14	Балансомера 15		Альбедометра 16	
Время	Вид радиации кламмы	Состояние диска Солнца	Альбедометр и балансомер: Скорость ветра	Альбедометр и балансомер: Отсчет гальванометра	$N_{ср}$ ΔN N_0	$N_{нояр}$ $U_{ср}$ Φ_U N_m	Актинометр: Отсчет гальванометра ΔN N_ϕ	Актинометр: $N_{нояр}$	Радиация в кал/(см²·мин)	
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_λ	132
		29		53	71		101	119		
		30		54	72		102	120		
	R_κ	31		55	73	89	103	121	R_κ	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_κ	138
										139
										140
										141
										142
Атмосферные явления				143						
Примечания				144						

Подпись наблюдателя Проверил

Рисунок Г.3 - Форма бланка книжки КМ-12 для записи результатов наблюдений и обработки (нумерация ячеек введена для объяснения порядка заполнения)

Г.4.1 Информацию, полученную во время выполнения срочного наблюдения (по 7.5), 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. 7.6) в яч. 61, 67, 73 и 76 записывают средние значения $\overline{N}_{D1}$, $\overline{N}_B$, $\overline{N}_R$ и $\overline{N}_{D2}$ из каждой тройки отсчетов N'_{D1}, N'_B, N'_R и N'_{D2} соответственно. В яч. 62, 68, 74 и 77 - шкаловые поправки гальванометров, 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_R, N_B 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, например под яч. 108.

В яч. 109, 115, 121 и 124 записывают средние исправленные отсчеты N_S (см. 7.6.2.7) 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 7.6.2).

Г.4.4 Результаты полной обработки (по 7.6.3) записывают следующим образом. В яч. 86 указывают поправочный множитель на скорость ветра и вычисляют приведенный к штилю отсчет по балансомеру $N_{\text{ш}}$ (по 7.6.3.2), который записывают в яч. 87.

Если учет температурной зависимости актинометра с гальванометром производится путем использования переводного множителя, приведенного к температуре $T_{\text{г}}$ (по 7.6.3.5), 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 $R_{\text{к}}$ (см. 7.6.3.3) 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. 7.6.3.6), 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 $B_{\text{д}}$ (см. 7.6.3.8-7.6.3.10).

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 7.6.3.8. В примере 2 значение S'_2 выше всех остальных, поэтому обработка выполнена по рассеянной радиации D_1. В примере 3 значения $|S'_R - S'_2|$ и $|S'_R - S'_1|$ выше допуска, поэтому в соответствии с 7.6.3.9 не вычислено значение $A_к$. В этом же примере выше допуска также и значение $|S'_B - S'_R|$, поэтому в соответствии с 7.6.3.10 не вычислено значение $B_д$. В примере 4 не вычислено значение $B_д$, поскольку $|S'_B - S'_R|$ выше допуска. В примере 5 обработка выполнена по 7.6.3.8. В примере 6 в условиях выпадения осадков наблюдения выполнены только по пиранометру. В примере 7 взято $Q = D_1$ и $A_к$ вычислено по D_1, поскольку состояние диска Солнца было одинаковым в сериях 3 и 1 (см. 7.6.3.12).

В примере 9 срочное наблюдение совмещено с текущим контролем рабочих пиранометра и балансомера. В яч. 139 записано значение радиационного баланса B_0 по измерениям с незатененным балансомером ($B_0 = a_б N_б = 0{,}0372 \cdot 15{,}4 = 0{,}57$), 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:

Пример 1 - Срочное наблюдение, выполненное в условиях стабильной радиации

Число 9/XI					Температура поверхности почвы	Температура воздуха	Время, склонение, высота Солнца			
Облачность 3/0 Cl г ясно					−4	−3,8	$\tau_м$	12^{33}	$h_⊙$	12,6
Цвет неба и видимость 8 Б-зол					Влажность воздуха 3,6		$\tau_⊙$	12^{49}	$\sin h_⊙$	
							$\delta_⊙$		0,218	
Состояние деятельной поверхности г сухой чистый снег					Место нуля приборов					
					Актинометра 5,0 −3,2 °С		Балансомера 50,0		Альбедометра 5,0	
Время	Вид радиации клином	Состояние диска Солнца	Альбедометр и балансомер: Скорость ветра	Альбедометр и балансомер: Отсчет гальванометра	$N_{ср}$ ΔN N_0	$N_{испр}$ $U_{ср}$ Φ_U $N_ш$	Актинометр: Отсчет гальванометра ΔN N_b	Актинометр: $N_{испр}$	Радиация в кал/(см²·мин)	
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	0,16
				13,0	−5,0		0,0	34,9	$A_к$	0,78
12^{36}										
Атмосферные явления										
Примечания										

Подпись наблюдателя Проверил

Пример 2 - Срочное наблюдение, выполненное в условиях нестабильной радиации при значении $|S'_R - S'_2|$ выше допуска

Число *6/VI*					Температура поверхности почвы	Температура воздуха	Время, склонение, высота Солнца					
Облачность *10/0 Ci*					*19*	*16,3*	τ_m	*933*	$h_\odot$	*29,9*		
Цвет неба и видимость *7*					Влажность воздуха		$\tau_\odot$	*934*	sin $h_\odot$			
					14,8		$\delta_\odot$		*0,498*			
Состояние деятельной поверхности *влаж. зеленая трава*					Место нуля приборов							
					Актинометра *5,0* *16,9 °C*		Балансомера *50,0*		Альбедометра *5,0*			
	Время	Вид радиации клеммы	Состояние диска Солнца	Альбедометр и балансомер		$N_{ср}$ ΔN N_0	$N_{испр}$ $U_{ср}$ Φ_U $N_ш$	Актинометр		Радиация в кал/(см²·мин)		
				Скорость ветра	Отсчет гальванометра			Отсчет гальванометра ΔN N_0	$N_{испр}$			
0,41	*9³⁰*	D_1	⊙		*24,8*	*24,8*	*19,9*	*36,0*	*30,7*	D_1	*0,20*	
0,20					*24,8*	*0,1*		*35,2*	*0,0*			
					24,7	*−5,0*		*0,1*	*30,7*			
		B						*−5,0*				
0,41		*B − S'*	⊙	*1*	*50,9*	*51,0*	*1,0*	*35,0*	*30,1*	*B − S'*	*0,04*	
0,20				*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_a	*−0,08*	
0,40		$R_к$	⊙		*13,0*	*13,0*	*7,9*	*34,9*	*29,8*	$R_к$	*0,08*	
0,20					*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*	
0,47	*9³⁶*				*24,0*	*−5,0*		*0,1*	*34,5*	$A_к$	*0,20*	
0,23								*−5,0*				
Атмосферные явления												
Примечания $Q = S'_1 + D_1$; $A_к = R_к/(S'_R + D_1)$; D_1; B_a по D_1												

Подпись наблюдателя **Проверил**

Пример 3 - Срочное наблюдение, выполненное в условиях нестабильной радиации при значении $|S'_R - S'_2|$, $|S'_B - S'_R|$ и $|S'_R - S'_1|$ выше допуска

Число 6/IX	Температура поверхности почвы	Температура воздуха	Время, склонение, высота Солнца			
Облачность 8/0 Ci, Cc	22	21,8	$t_м$	15^{33}	$h_⊙$	23,2
Цвет неба и видимость 8	Влажность воздуха 13,4		$t_⊙$	15^{34}	$\sin h_⊙$	
			$\delta_⊙$		0,394	
Состояние деятельной поверхности сухая зелен. трава	Место нуля приборов					
	Актинометра 5,0 24,5 °C		Балансомера 50,0		Альбедометра 5,0	

	Время	Вид радиации	Состояние диска Солнца	Альбедометр и балансомер: Скорость ветра	Альбедометр и балансомер: Отсчет гальванометра	$N_{ср}$ ΔN N_0	$N_{испр}$ $U_{ср}$ Φ_U $N_ш$	Актинометр: Отсчет гальванометра ΔN N_φ	Актинометр: $N_{испр}$	Радиация в кал/(см²·мин)	
0,41	15^{30}	D_1	⊙		20,0	20,2	15,2	35,0	30,2	D_1	0,15
0,16					20,2	0,0		35,2	0,0		
					20,5	−5,0		0,1	30,2		
		B						−5,0			
0,41		$B-S'$	⊙	2	50,2	50,1	0,1	35,0	30,6	$B-S'$	0,00
0,16				0	50,0	0,0	1	36,0	0,0	S	0,41
				1	50,0	−50,0	1,09	0,1	30,6	S'	0,16
							0,1	−5,0		B	0,16
		Q								$B_д$	–
0,22		$R_к$	⊙		11,0	11,0	5,8	21,0	16,2	$R_к$	0,06
0,09					11,0	−0,2		21,0	0,0	S	0,39
					11,0	−5,0		0,2	16,2	S'	0,15
0,39		D_2	⊙		20,4	20,4	15,4	34,2	29,2	D_2	0,15
0,15					20,4	0,0		34,0	0,0	Q	0,30
	15^{36}				20,5	−5,0		0,1	29,2	$A_к$	–
								−5,0			

Атмосферные явления

Примечания на ⊙ Ci
$Q = S'_2 + D_2$; S_2

Подпись наблюдателя Проверил

Пример 4 - Срочное наблюдение, выполненное в условиях нестабильной радиации при значениях $|S'_B - S'_R|$ и $|S'_B - S'_2|$ выше допуска

Число *15/VI*					Температура поверхности почвы	Температура воздуха	Время, склонение, высота Солнца			
Облачность *10/4 Cl, Cu*					*38*	*22.4*	τ_m	*933*	$h_\odot$	*46.2*
Цвет неба и видимость *8*					Влажность воздуха *16,8*		$\tau_\odot$	*933*	$\sin h_\odot$	
							$\delta_\odot$		*0,710*	
Состояние деятельной поверхности *сухая зелен. трава*					Место нуля приборов					
					Актинометра *5,0* *26,4 °C*		Балансомера *50,0*		Альбедометра *5,0*	
Время	Вид радиационной кламмы	Состояние диска Солнца	Альбедометр и балансомер		$N_{ср}$ ΔN N_0	$N_{испр}$ $U_{ср}$ Φ_U $N_{ш}$	Актинометр		Радиация в кал/(см²·мин)	
			Скорость ветра	Отсчет гальванометра			Отсчет гальванометра ΔN N_0	$N_{испр}$		
0,58 *9³⁰*	D_1	⊙		*33,6*	*33,5*	*28,6*	*48,1*	*43,1*	D_1	*0,29*
0,41				*33,5*	*0,1*		*48,1*	*0,0*		
				33,5	*–5,0*		*0,0*	*43,1*		
	B						*–5,0*			
0,62	*B – S'*	⊙	*3*	*48,3*	*48,5*	*–1,5*	*50,0*	*46,2*	*B – S'*	*–0,08*
0,44			*4*	*48,6*	*0,0*	*3*	*52,4*	*0,0*	*S*	*0,62*
			3	*48,6*	*–50,0*	*1,07*	*0,0*	*46,2*	*S'*	*0,44*
						–1,6	*–5,0*		*B*	*0,38*
	Q								B_A	—
0,59	R_K	⊙		*19,1*	*19,0*	*14,0*	*49,0*	*43,8*	R_K	*0,14*
0,42				*19,0*	*0,0*		*46,6*	*0,0*	*S*	*0,58*
				19,0	*–5,0*		*0,0*	*43,8*	*S'*	*0,41*
0,57	D_2	⊙		*33,3*	*33,3*	*28,4*	*47,2*	*42,4*	D_2	*0,28*
0,40				*33,4*	*0,1*		*47,6*	*0,0*	*Q*	*0,70*
9³⁸				*33,3*	*–5,0*		*0,0*	*42,4*	A_K	*0,20*
							–5,0			
Атмосферные явления										
Примечания										

Подпись наблюдателя **Проверил**

Пример 5 - Срочное наблюдение, выполненное в условиях состояния диска Солнца П в течение всего периода

Число 9/IX				Температура поверхности почвы	Температура воздуха	Время, склонение, высота Солнца			
Облачность 10/6 Ac, Cu				18	15,8	τ_m	12^{32}	$h_\odot$	
Цвет неба и видимость 6				Влажность воздуха 13,7		$\tau_\odot$	12^{34}	$\sin h_\odot$	
						$\delta_\odot$			
Состояние деятельной поверхности сухая зел. трава				Актинометра 5,0	Место нуля прибора	Балансомера 50,0		Альбедомера 5,0	

Время	Вид радиационной кривой	Состояние диска Солнца	Альбедометр и балансомер: Скорость ветра	Альбедометр и балансомер: Отсчет гальванометра	$N_{ср}$ ΔN N_0	$N_{контр}$ $U_{ср}$ Φ_U $N_{ш}$	Актинометр: Отсчет гальванометра ΔN N_0	Актинометр: $N_{контр}$	Радиация в кал/(см²·мин)	
12^{30}	D_1	П		22,5	22,5	17,5			D_1	0,17
				22,5	0,0					
				22,5	−5,0					
	B	П	I	53,0	53,0	3,0				
			I	53,0	0,0	I				
			0	53,0	−60,0	1,03				
						9,1				
	$B-S'$								$B-S'$	
									S	
									S'	
									B	0,11
	Q								$B_ш$	−0,01
	$R_к$	П		9,7	9,7	4,5			$R_к$	0,04
				9,7	−0,2				S	
				9,7	−5,0				S'	
	D_2	П		21,6	21,6	16,6			D_2	0,16
				21,6	0,0				Q	0,16
				21,6	−5,0				$A_к$	0,27

Атмосферные явления =*

Примечания

Подпись наблюдателя Проверил

Пример 6 - Срочное наблюдение, выполненное в условиях выпадения осадков

Число 11/XI					Температура поверхности почвы	Температура воздуха	Время, склонение, высота Солнца			
Облачность 10/7 Cb					–3	–3,8	τ_m	12^{32}	$h_\odot$	
Цвет неба и видимость 5					Влажность воздуха		$\tau_\odot$	12^{48}	$\sin h_\odot$	
							$\delta_\odot$			
Состояние деятельной поверхности сухой чистый снег					Место нуля приборов					
					Актинометра		Балансомера		Альбедометра 5,0	
Время	Вид радиации клеммы	Состояние диска Солнца	Альбедометр и балансомер: Скорость ветра	Альбедометр и балансомер: Отсчет гальванометра	$N_{ср}$ ΔN N_0	$N_{испр}$ $U_{ср}$ Φ_U N_ω	Актинометр: Отсчет гальванометра ΔN N_0	Актинометр: $N_{испр}$	Радиация в кал/(см²·мин)	
12^{30}	D_1	П		10,0	10,0	4,8			D_1	0,05
				10,0	–0,2					
				10,0	–5,0					
	B									
	B – S'								B – S'	
									S	
									S'	
									B	0,01
	Q								$B_к$	0,00
	$R_к$	П		9,0	9,0	3,8			$R_к$	0,04
				9,0	–0,2				S	
				9,0	–5,0				S'	
	D_2	П		10,0	10,0	4,8			D_2	0,05
				10,0	–0,2				Q	0,05
				10,0	–5,0				$A_к$	0,80
Атмосферные явления $\hat{\delta}$										
Примечания										

Подпись наблюдателя Проверил

Пример 7 - Срочное наблюдение, выполненное в условиях разного состояния диска Солнца в течение срока

Число *12/IX*					Температура поверхности почвы	Температура воздуха	Время, склонение, высота Солнца			
Облачность *10/4 Ac, Cu*					*20*	*19,1*	$\tau_м$	12^{53}	$h_\odot$	
Цвет неба и видимость *8*					Влажность воздуха		$\tau_\odot$	12^{36}	sin $h_\odot$	
					14,2		$\delta_\odot$			
Состояние деятельной поверхности *сухая зел. трава*					Место нуля приборов					
					Актинометра		Балансомера *50,0*		Альбедометра *5,0*	
Время	Вид радиации камины	Состояние диска Солнца	Альбедометр и балансомер		$N_{ср}$ ΔN N_0	$N_{испр}$ $U_{ср}$ Φ_U $N_м$	Актинометр		Радиация в кал/(см²·мин)	
			Спокойствие ветра	Отсчет гальванометра			Отсчет гальванометра ΔN N_0	$N_{испр}$		
12^{30}	D_1	⊓		*21,6*	*21,6*	*16,7*			D_1	*0,16*
				21,6	*0,1*					
				21,6	*−5,0*					
	B	⊙°	2	*64,0*	*63,8*	*3,8*				
			1	*53,5*	*0,0*	*1*				
			1	*63,6*	*−60,0*	*1,03*				
						3,9				
	B − S'								*B − S'*	
									S	
									S'	
									B	*0,14*
	Q								B_x	—
	R_x	⊓		*9,2*	*9,2*	*4,0*			R_x	*0,04*
				9,2	*−0,2*				*S*	
				9,2	*−5,0*				*S'*	
	D_2	⊙°		*28,0*	*28,0*	*23,1*			D_2	*0,23*
				28,0	*0,1*				*Q*	*0,16*
				28,0	*−5,0*				A_x	*0,25*
Атмосферные явления										
Примечания A_x по D_1, B_x по D_2										

Подпись наблюдателя **Проверил**

Пример 8 - Срочное наблюдение, выполненное в темное время суток

Число 5/VI					Температура поверхности почвы	Температура воздуха	Время, склонение, высота Солнца			
Облачность 2/0 Ci z ясно					8	10,8	τ_m	0^{31}	$h_\odot$	
Цвет неба и видимость					Влажность воздуха 8,9		$\tau_\odot$	0^{33}	$\sin h_\odot$	
							$\delta_\odot$			
Состояние деятельной поверхности влажн. зелен. трава					Место нуля приборов					
					Актинометра		Балансомера 50,0		Альбедом етра	
Время	Вид радиации камины	Состояние диска Солнца	Альбедометр и балансомер		$N_{ср}$ ΔN N_0	$N_{испр}$ $U_{ср}$ Φ_U $N_{ш}$	Актинометр		Радиация в кал/(см²·мин)	
			Скорость ветра	Отсчет гальванометра			Отсчет гальванометра ΔN N_a	$N_{испр}$		
	D_1								D_1	
0^{30}	B		2	46,1	48,1	−1,9				
			2	46,2	0,0	2				
0^{31}			1	46,1	−50,0	1,05				
						−2,0				
	$B-S'$								$B-S'$	
									S	
									S'	
									B	−0,07
	Q								$B_к$	
	$R_к$								$R_к$	
									S	
									S'	
	D_2								D_2	
									Q	
									$A_к$	
Атмосферные явления ...										
Примечания										

Подпись наблюдателя Проверил

Пример 9 - Срочное наблюдение, выполненное совместно с текущим контролем рабочих приборов

Число 3/VI					Температура поверхности почвы	Температура воздуха	Время. склонение. высота Солнца			
Облачность 0/0					34	16,1	τ_m	12^{34}	h_Φ	51,7
Цвет неба и видимость 8 Б-гол.					Влажность воздуха		$\tau_\odot$	12^{30}	sin h_Φ	
					8,2		δ_Φ		0,785	
Состояние деятельной поверхности сухая земл. трава					Место нуля приборов					
					Актинометра 5,0 22,0 °C		Балансомера 50,0		Альбедометра 5,0	
Время	Вид радиации и номер	Состояние диска Солнца	Альбедометр и балансомер: Скорость ветра	Альбедометр и балансомер: Отсчет гальванометра	$N_{ср}$ ΔN N_0	$N_{комп}$ $U_{ср}$ Φ_U $N_{ш}$	Актинометр: Отсчет гальванометра ΔN N_0	Актинометр: $N_{комп}$	Радиация в кал/(см²·мин)	
12^{30}	D_1	$\odot^1$		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	$\odot^1$	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'	$\odot^2$	4	46,0	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	$\odot^2$		88,0	88,0	81,9	67,0	61,8	$B_к$	−0,11
				88,0	−1,1		67,8	0,0		
				88,0	−5,0		−0,6	61,8		
	$R_к$	$\odot^2$		20,0	20,0	15,0	67,2	61,8	$R_к$	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	$\odot^2$		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
12^{38}				21,0	−5,0		−0,6	61,4	$A_к$	0,19
							−5,0		B_0 = 0,57	
									S'_{B0} = 0,65	
									Q_0 = 0,79	
									S'_Q = 0,65	
Атмосферные явления										
Примечания										

Подпись наблюдателя Проверил

"3.06.92

Балансомер:

$$\Delta B = B_0 - (B - S') - S'_{B_0} = 0{,}57 - (-0{,}10) - 0{,}65 = 0{,}02 \text{ кВт/м}^2.$$

$$\Delta B = \frac{0{,}02}{0{,}57} \cdot 100\% = 3{,}5 \%.$$

Пиранометр:

$$\Delta Q = Q_0 - D_2 - S'_Q = 0{,}79 - 0{,}16 - 0{,}65 = -0{,}02 \text{ кВт/м}^2.$$

$$\Delta Q = \frac{-0{,}02}{0{,}79} \cdot 100\% = -2{,}5 \%."$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ, УСТАНОВКЕ И ВВОДУ В РАБОТУ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ АКТИНОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

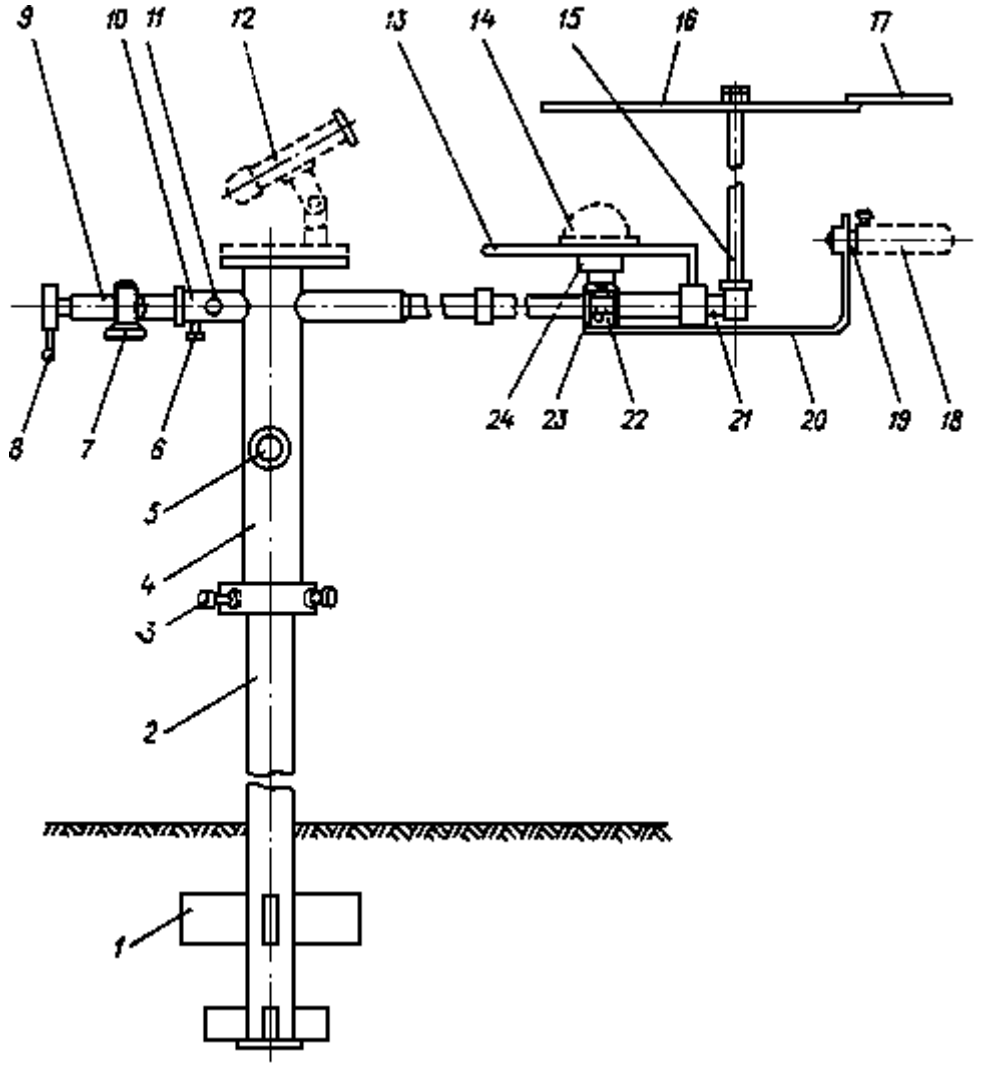
Д.1 Описание устройства технических средств

Д.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 Д.1.2-Д.1.7.

Д.1.2 Стойка актинометрическая М-13а

На стойке М-13а ТУ 25-04-1571-78 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 Д.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*.



1 - стабилизаторы; *2* - опора; *3* - винт; *4* - насадка; *5* - стопорный винт; *6* - фиксатор; *7* - винт тормозной колодки; *8* - рукоятка; *9* - стрела; *10* - труба направляющая; *11* - стопорный винт; *12* - актинометр; *13* - экран; *14* - головка пиранометра; *15* - стержень; *16* - теневой экран пиранометра; *17* - теневой экран балансомера; *18* - балансомер; *19* - винт; *20* - кронштейн; *21* - ось; *22* - винт хомутика; *23* - хомутик; *24* - гнездо для пиранометра

Рисунок Д.1 - Стойка актинометрическая М-13а

Головку пиранометра *14* закрепляют при помощи хомутика *23* и винта *22* с гайкой. Горизонтальность установки головки пиранометра в направлении, перпендикулярном оси стрелы, регулируют поворотом хомутика *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 *19* 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.

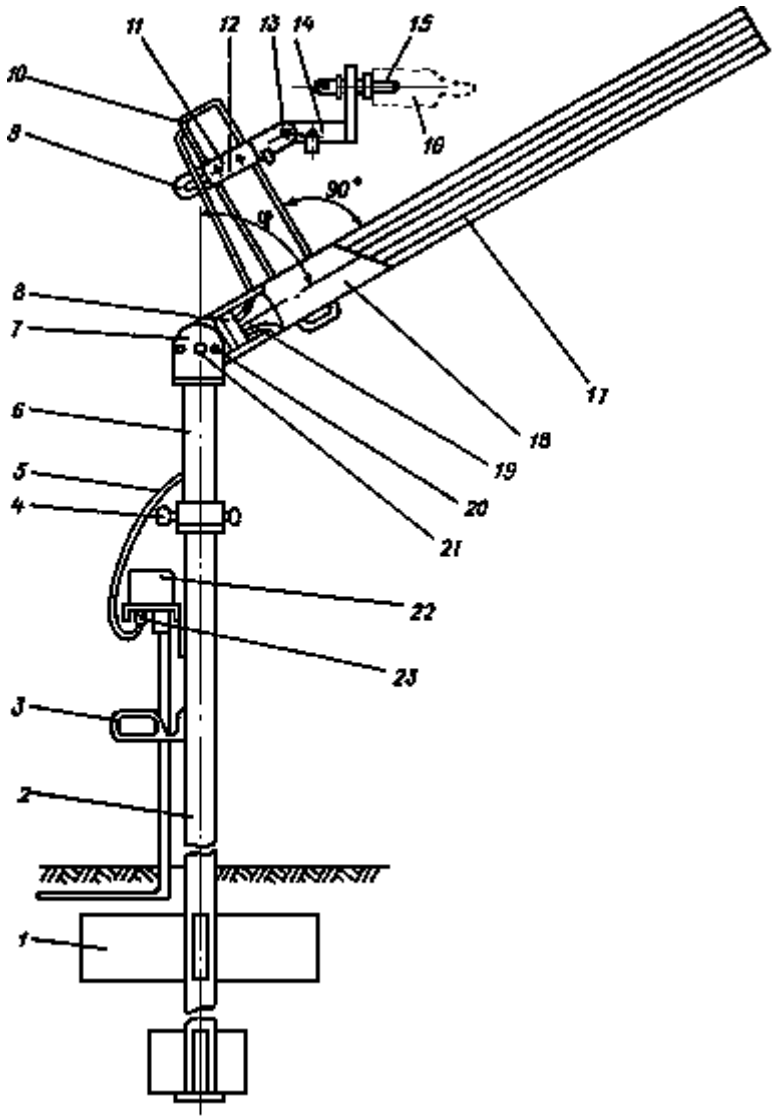
Актинометр *12* устанавливают вместе с его штативом на горизонтальной плите, которой заканчивается верхняя часть насадки *4*, и крепят винтами.

В комплект стойки входит также решетчатый настил для удобства при выполнении наблюдений и эксплуатационного ухода.

Д.1.3 Теневая стойка М-41

Теневая стойка М-41 ТУ 25-04.1569-77 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 Д.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).



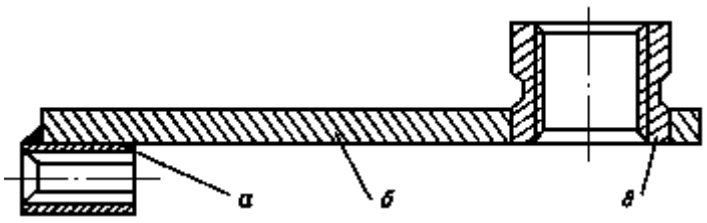
1 - стабилизаторы; *2* - основание; *3* - держатель; *4* - винт; *5* - кабель; *6* - насадка; *7* - вилка; *8* - серьга; *9* - держатель; *10* - направляющая рамка; *11* - прижим; *12, 13* - гайки; *14* - кронштейн; *15* - винт; *16* - балансомер; *17* - теневое кольцо; *18* - щит; *19* - болты крепления направляющей рамки; *20, 21* - болты крепления серьги; *22* - переходная коробка; *23* - разъем; φ - широта

Рисунок Д.2 - Теневая стойка

Кольцо *17* крепится серьгой *8* в вилке *7* при помощи болтов *20* и *21*. Для обеспечения возможности регулировок угла наклона кольца в направлении север-юг предусмотрены пазы в серьге *8*, а в направлении восток-запад - пазы в основании серьги.

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*.

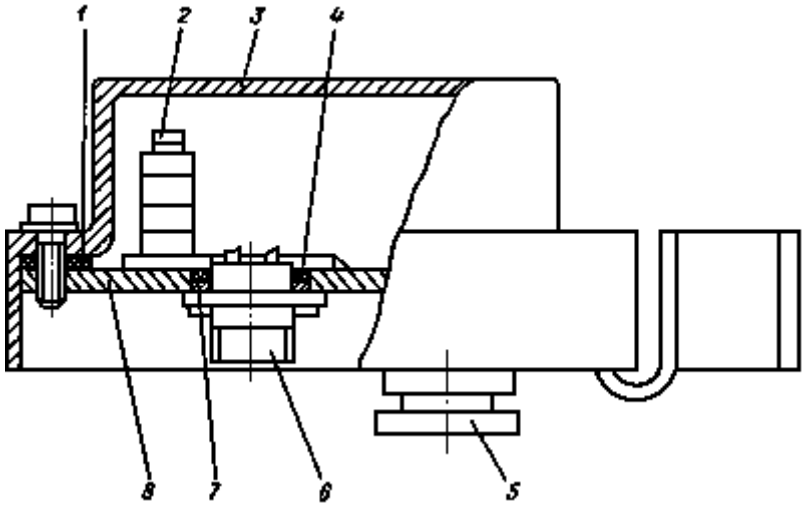
Для установки пиранометра предусмотрен держатель (рисунок Д.3), который крепят к кронштейну *14* (рисунок Д.2) вместо балансомера. Пиранометр ввинчивают (гайкой *а*) в гнездо *в*, закрепленное на кронштейне *б* (рисунок Д.3).



а - гайка; *б* - кронштейн; *в* - гнездо для пиранометра

Рисунок Д.3 - Держатель для пиранометра

Направляющая рамка *10* (рисунок Д.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*. 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* показано на рисунке Д.4.



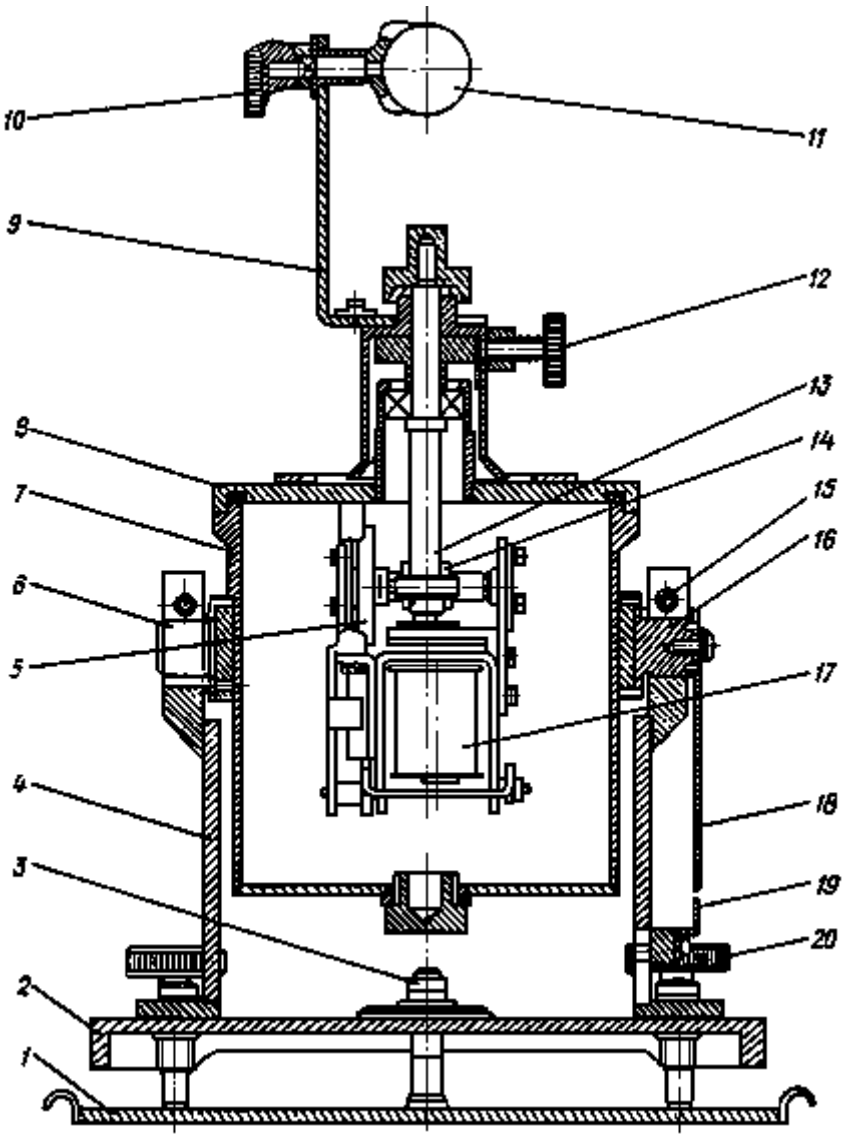
1, 4 - прокладка; *2* - плата; *3* - крышка; *5* - герметизированный вывод кабеля; *6* - вилка разъема; *7* - шайба; *8* - основание

Рисунок Д.4 - Переходная коробка

Д.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 Д.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.



1 - плита; *2* - основание; *3* - гайка; *4* - стойка; *5* - храповое колесо; *6, 16* - цапфы; *7* - корпус гелиостата; *8* - крышка корпуса; *9* - кронштейн; *10* - гайка; *11* - актинометр; *12* - винт; *13* - ось гелиостата; *14* - редуктор; *15* - винт; *17* - электромагнит; *18* - лимб; *19* - указатель; *20* - установочный винт

Рисунок Д.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*, которыми 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.

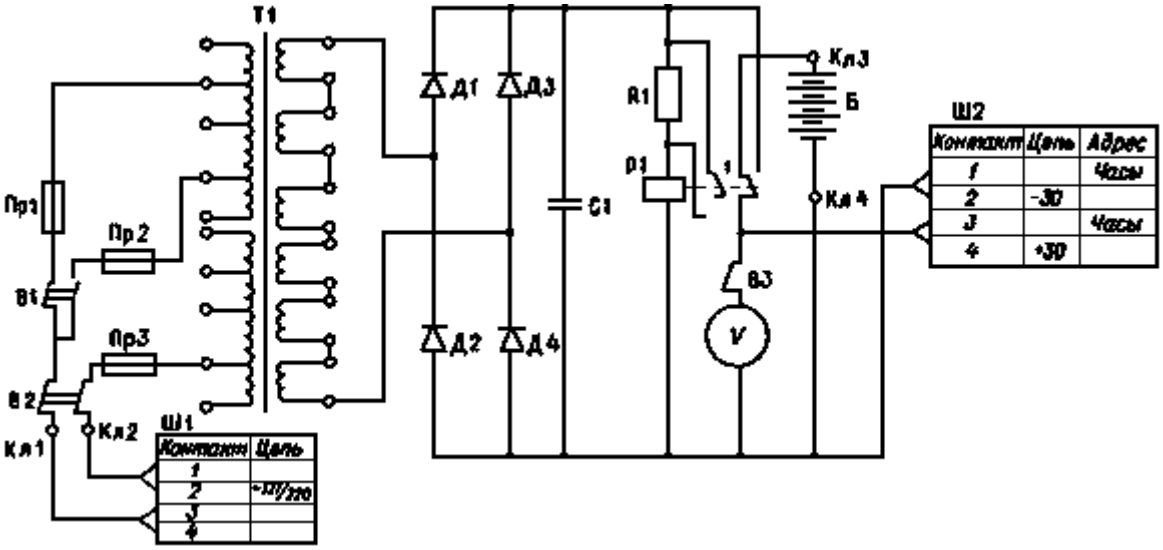
Регулировку положения актинометра при изменении склонения Солнца производят при отпущенной гайке *10*.

Гелиостат приводится в действие кратковременными импульсами (продолжительностью от 1 до 5 с) постоянного тока около 1 А напряжением 25-30 В. Для выработки импульсов предусмотрены блок питания и электропервичные часы. Часы типа П413-2БР-Р24-012 ТУ 25-07.1302-77 обеспечивают длительное хранение времени с достаточной для практики точностью и вырабатывают минутные импульсы тока, используемые для управления движением гелиостата. Установка и техническое обслуживание часов осуществляются в соответствии с заводской инструкцией, прилагаемой к часам.

Питание часов осуществляется переменным током напряжением (24±5) В от блока питания.

Блок питания ТУ 495.087.069 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.

Принципиальная электрическая схема блока питания представлена на рисунке Д.6. Она состоит из понижающего трансформатора Т1, выпрямителя Д1-Д4, блока аккумуляторов Б. Выпрямитель собран на диодах Д1-Д4 по мостовой схеме. Сглаживание пульсаций осуществляется емкостью С1.



R1 - резистор; С1 - конденсатор; *V* - вольтметр; *Б* - батареи аккумуляторные; В1-В3 - тумблеры; Д1-Д4 - диоды; Кл1-Кл4 - клеммы; Пр1-Пр3 - предохранители; Р1 - реле; Т1 - трансформатор; Ш1-Ш2 - разъемы

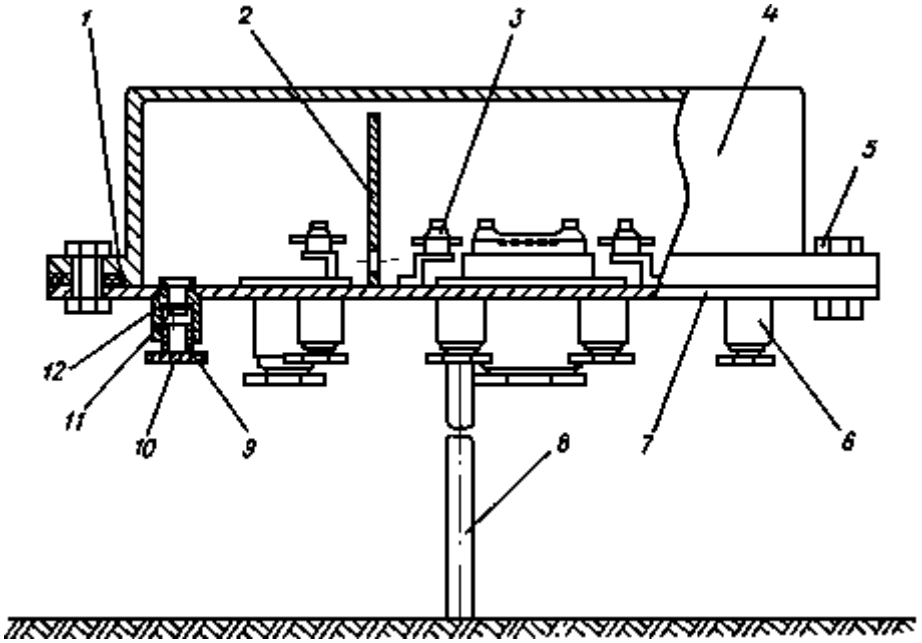
Рисунок Д.6 - Принципиальная электрическая схема блока питания

Блок аккумуляторов предназначен для аварийного питания часов и гелиостата при отсутствии питания в сети и состоит из пяти аккумуляторных батарей, соединенных последовательно, причем в одной батарее две банки из пяти отключены, чтобы общее номинальное напряжение пяти батарей составляло 27 В. Подключение аккумуляторной батареи к часам осуществляется автоматически при обесточивании реле Р1, контакты которого являются нормально замкнутыми при отсутствии тока в этом реле. При отсутствии сетевого напряжения аккумуляторы могут обеспечить работу гелиостата в течение 10 сут.

Конструктивно блок питания выполнен в виде ящика с двумя отсеками: в одном размещены батареи аккумуляторов, в другом - плата с остальными элементами схемы. На лицевой стороне платы установлены контрольный вольтметр, выключатели сети В2 и контрольного вольтметра В3, предохранители Пр1, Пр2 и Пр3, а также входные и выходные клеммы. Переключатель В1 позволяет осуществлять переключение входа в соответствии с напряжением сети 127 или 220 В.

Д.1.5 Соединительная коробка

Соединительная коробка (рисунок Д.7) 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.



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

Рисунок Д.7 - Соединительная коробка

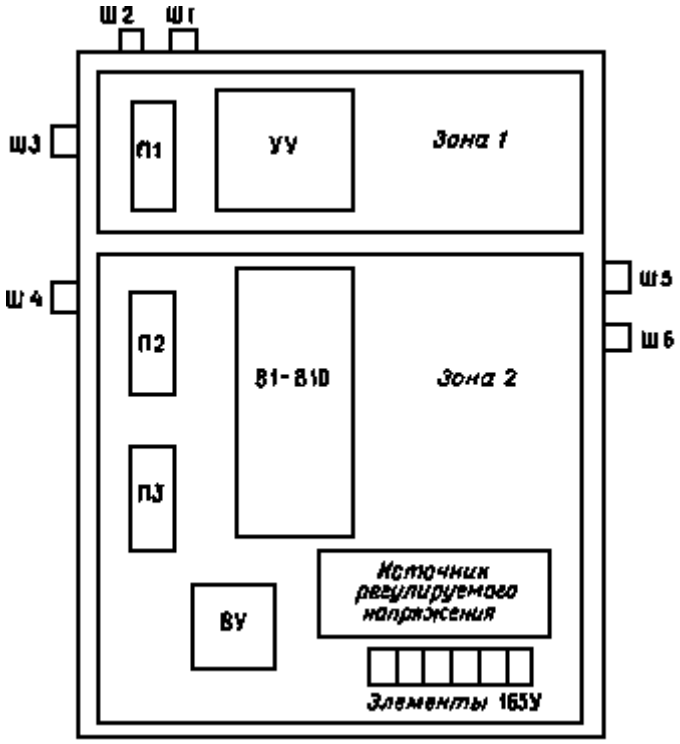
Соединительная коробка состоит из корпуса *7*, крышки *4* с герметизирующей прокладкой *1*, четырех соединительных плат *3*, сальников *6*. Крышка прижимается к корпусу болтами *5*. Внутреннее пространство коробки разделено перегородкой *2* на два отсека: в большом отсеке соединяются кабели, по которым передаются измеряемые сигналы датчиков, в меньшем - кабель, по которому передается питание на гелиостат.

Соединительную коробку устанавливают на стойке *8*, закрепляемой в грунте.

Д.1.6 Щит распределительный

Распределительный щит является промежуточным звеном между кабелями, идущими с площадки от соединительной коробки, и аппаратурой, установленной в помещении.

Конструктивно щит выполнен в виде коробки, разделенной на две зоны (рисунок Д.8). В зоне *1* размещены элементы управления УУ гелиостатом и соединительная плата П1. В зоне *2* находятся элементы схемы передачи сигналов датчиков: соединительные платы П2 и П3, блок переключателей В1-В10, пять источников регулируемого напряжения ИРН, выпрямительное устройство ВУ для дистанционного анемометра.



П1, П2, П3 - соединительные платы; УУ - элементы управления гелиостатом; В1-В10 - блок переключателей; ВУ - выпрямительное устройство; Ш1-Ш6 - штепсельные разъемы

Рисунок Д.8 - Блок-схема распределительного щита

Переключатели В1-В10 (рисунок Д.9) в положении 1 подключают датчики через разъемы Ш к прибору КСП-4. При этом в измерительные каналы может быть введено регулируемое напряжение 0-10 мВ от соответствующего ему ИРН. Каждый ИРН включает в себя делитель напряжения, состоящий из трех резисторов (R3-R8-R13, R4-R9-R14 и т.д.), и гальванический сухой элемент типа 165У. Тумблеры В11-В15, установленные на лицевой панели щита, служат для включения напряжения в цепь соответствующего датчика.

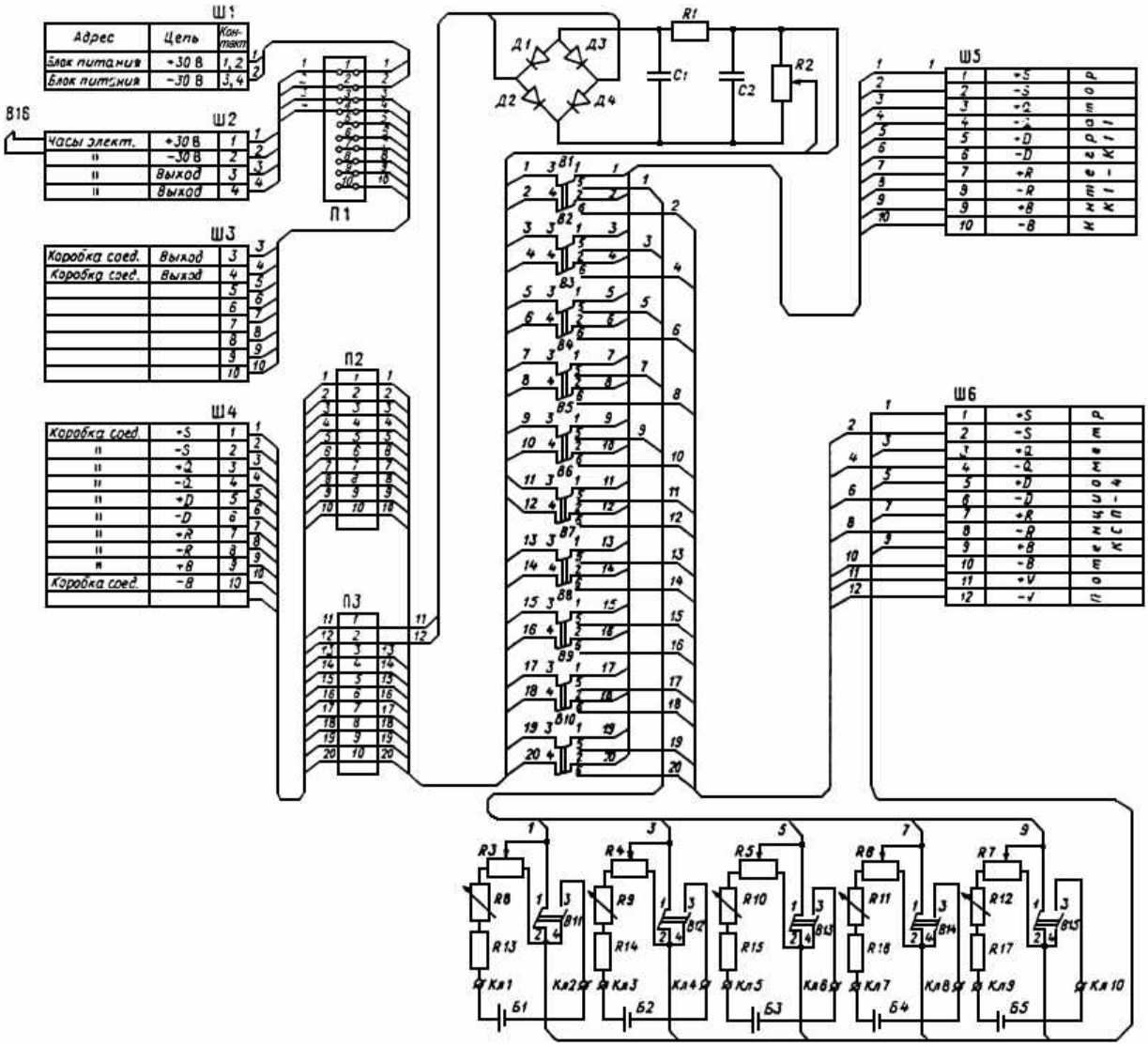


Рисунок Д.9 - Электрическая схема распределительного щита

Переключатели В1-В10 в положении 2 подключают датчики через разъем Ш5 к интеграторам. Каждому датчику соответствует свой переключатель.

Выпрямительное устройство ВУ собрано на диодах Д1-Д4 по мостовой схеме. Конденсаторы С1, С2 и резистор R1 образуют сглаживающий фильтр. Резистор R2 служит для регулировки выходного сигнала с выпрямителя.

Назначение разъемов Ш1-Ш6: Ш1 - для подключения кабеля от блока питания; Ш2 - для подключения электропервичных часов (две жилы - для подачи напряжения 30 В на часы и две жилы - для подачи минутных импульсов на гелиостат); Ш3 - для подключения кабеля от гелиостата; Ш4 - для подключения кабеля, идущего с актинометрической площадки от датчиков; Ш5 - для подключения интеграторов; Ш6 - для подключения к самопишущему прибору.

Д.1.7 Вспомогательное оборудование, не выпускаемое централизованно, должно быть изготовлено в УГМС или в пункте наблюдений. Основные требования к устройству и примеры конструкций приводятся в Д.1.7.1-Д.1.7.6.

Д.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 72х25, высота передней стенки - 25, а задней - около 40 см).

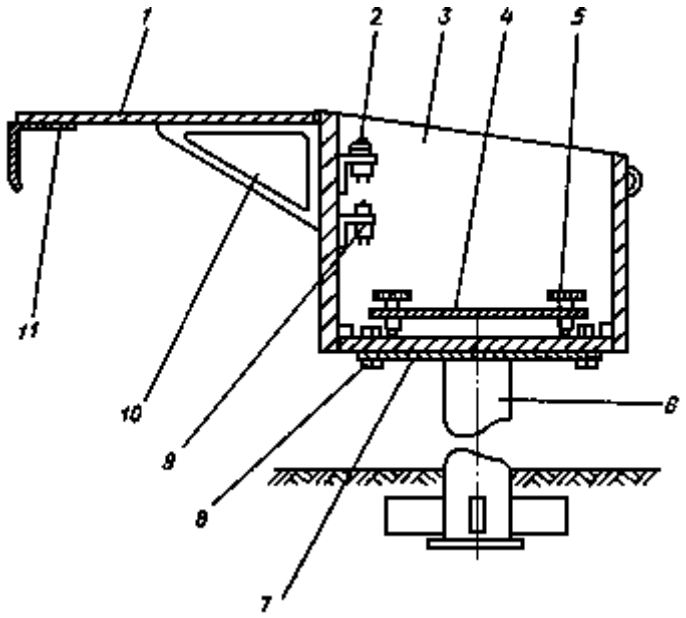
Гальванометры в ящике должны быть установлены горизонтально (с погрешностью не более ±3°) на дне ящика.

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.

Один из вариантов конструкции ящика для гальванометров показан на рисунке Д.10.



1 - крышка ящика; *2* - переключатель полярности выводов балансомера; *3* - ящик; *4* - столик для гальванометров; *5* - установочный винт; *6* - опора; *7* - плата; *8* - болт; *9* - переключатель короткого замыкания; *10* - подпорка для крышки; *11* - петля для замка

Рисунок Д.10 - Ящик для гальванометров

Ящик *3* закреплен болтами *8* на плите *7* опоры *6*, врытой в грунт. Верхний край ящика скошен, чтобы в закрытом положении крышка *1* 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 *10*.

На дне ящика расположен столик *4* для гальванометров, имеющий три установочных винта *5* для регулировки горизонтальности столика по накладному уровню. Переключатель *2* закреплен на задней стенке ящика, на которой контрастным цветом нанесены обозначения положения переключателя. Если балансомер подключен к гальванометру ГСА-1МБ, имеющему место нуля на середине шкалы, то удобно пользоваться маркировкой "1" и "2", обозначающей номер стороны балансомера, обращенной вверх. Если используют гальванометр, имеющий место нуля в начале шкалы, то удобнее маркировка "+1" и "+2". В положении переключателя "+1" при стороне 1 балансомера, обращенной вверх, показания гальванометра (отклонение стрелки вправо) соответствуют положительным значениям

сигнала балансомера. В положении переключателя "+2" при стороне 2 балансомера, обращенной вверх, гальванометр показывает положительные значения сигнала.

Рядом с переключателем *2* должен быть установлен второй переключатель *9*, предназначенный для замыкания накоротко выводов балансомера при определении места нуля гальванометра, подключенного к балансомеру. На рисунке Д.10 переключатель *9* условно изображен под переключателем *2*. Переключатель *9* должен иметь маркировку "0" (балансомер замкнут накоротко) и "Р" (рабочее положение). Возможны также другие варианты конструкции ящика, переключателя, маркировки.

Д.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.

Д.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.

Д.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 330х330 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 320х320 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.

Д.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 350х500 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.

Д.1.7.6 Приборный стол (в дальнейшем - стол) предназначен для размещения средств измерений при выполнении контроля или поверки актинометрических датчиков в естественных условиях; он должен соответствовать следующим требованиям:

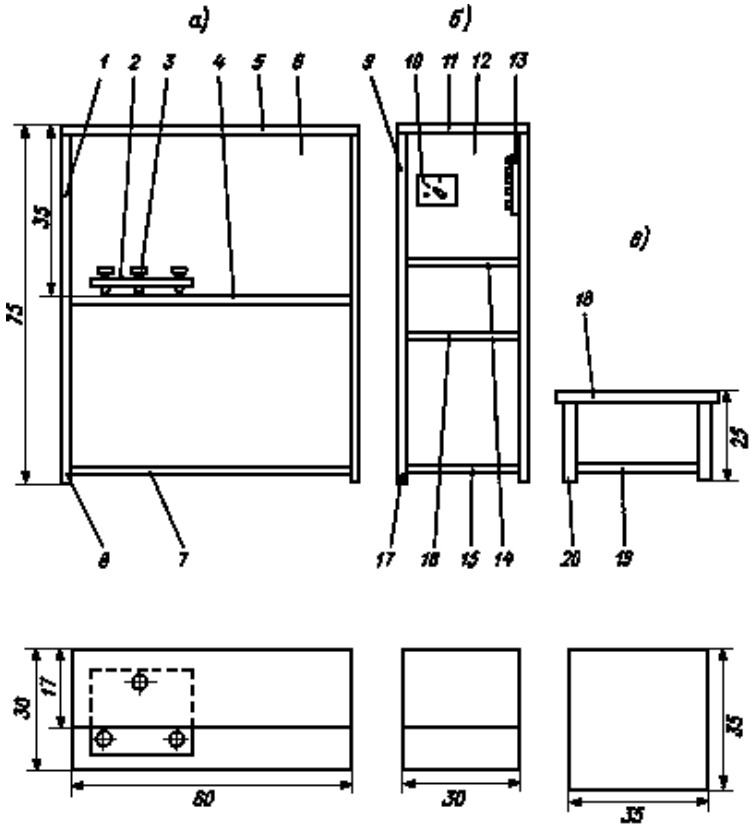
- на столе должны устанавливаться измерительные приборы, актинометры, переключатели;

- 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.

Должна быть предусмотрена регулировка горизонтальности расположения гальванометра. Например, его можно установить на панель *2* с установочными винтами *3* (рисунок Д.11); подобные винты можно вмонтировать в основание гальванометра. Кроме того, необходимо обеспечить условия, исключающие дрожание стрелки гальванометра из-за толчков стола при работе.



а) *поверочный стол*: *1* - боковая стенка; *2* - панель; *3* - установочные винты панели; *4* - полка для измерительных приборов; *5* - полка для актинометров; *6* - задняя стенка; *7* - перекладина; *8* - ножка

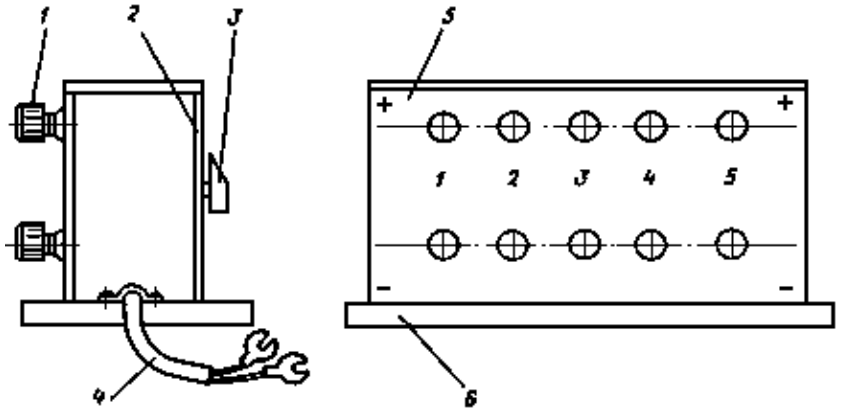
б) *тумбочка*: *9* - боковая стенка; *10* - переключатель; *11* - козырек; *12* - задняя стенка; *13* - панель с клеммами; *14* - столешница; *15* - перекладина; *16* - полка; *17* - ножка

в) *подставка для поверочной трубы*: *18* - столешница; *19* - перекладина; *20* - ножка

Рисунок Д.11 - Приборный стол в комплекте с тумбочкой и подставкой

На рисунке Д.11 представлен один из возможных вариантов приборного стола, укомплектованного тумбочкой для установки переключателя и расположения журнала, чтобы при внесении записей не создавать вибраций стола, на котором установлены гальванометры. Для трубы предусмотрена низкая подставка, удобная при нацеливании трубы на Солнце.

Переключатель *10* предназначен для переключения датчиков, если необходимо их поочередное подключение к одному и тому же измерительному прибору. Переключатель может быть и другой конструкции. Например, удобен в работе переключатель А.А.Знаменского (ГГО), изготовленный на базе двухполюсного многопозиционного переключателя (пакетника). Пакетник закреплен на передней панели *2* (рисунок Д.12), и на его оси установлена рукоятка *3*. На панели *2* нанесены номера позиций переключателя. На задней панели *5* закреплены пять пар клемм *1* для подключения датчиков. Измерительный прибор (гальванометр, милливольтметр, потенциометр) подключают к двум проводам *4*, выходящим из боковой стенки корпуса и имеющим наконечники с обозначением полярности. Пары клемм *1* пронумерованы соответственно номерам позиций, обозначенных на панели *2*, также указана полярность верхнего и нижнего рядов клемм, соответствующая полярности выводов *4*. Материал корпуса переключателя - гетинакс, текстолит, дерево.



1 - клеммы для подключения датчиков; *2* - передняя панель; *3* - рукоятка; *4* - выводы к измерительному прибору; *5* - задняя панель; *6* - дно

Рисунок Д.12 - Переключатель А.А.Знаменского

Если нет возможности изготовить приборный стол, то необходимо изготовить затеняющие щиты, свободно устанавливаемые на столе. Одна из возможных конструкций щита показана на рисунке Д.13.

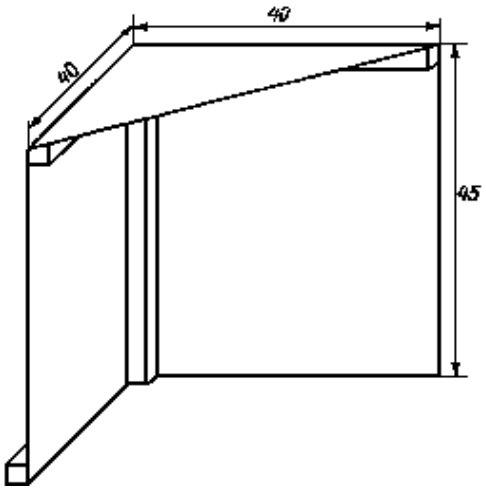


Рисунок Д.13 - Щит для затенения измерительных приборов при выполнении контроля или поверки

Д.2 Основные технические характеристики средств измерений и вспомогательного оборудования

Д.2.1 Основные технические характеристики актинометрических датчиков и измерительных приборов указаны в таблицах Д.1-Д4.

Таблица Д.1 - Технические характеристики актинометрических датчиков

Параметр	Актинометр М-3	Пиранометр М-80	Балансомер 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, с, не более	25	40	15
* При ветре коэффициент преобразования для балансомера увеличивается: 4% на 1 м/с.			

Таблица Д.2 - Технические характеристики гальванометров

Параметр	ГСА-1	ГСА-1МА	ГСА-1МБ
Диапазон измерений, мкА	От 0 до 75±25	От 0 до 100±50	От минус (50±25) до плюс (50±25)
Число делений шкалы	100	100	100
Внутреннее сопротивление, Ом	42±5	35±5	35±5
Шкаловые поправки, дел., не более	3	5	3

Таблица Д.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 +10	0-10 и 0-50*
Количество каналов измерений, не менее	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.		

Таблица Д.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;	30±1,5; 190±2;
	500±5; 1000±8;	670±5; 2100±10;
	2500±20; 5000±35	3200±15; 4800±25
Собственная ЭДС, мкВ, не более	20	20
Предел допускаемой основной погрешности, %	±1,5	±2,5

Д.2.2 Вспомогательное оборудование, изготовленное централизованно, имеет следующие технические характеристики:

а) актинометрическая стойка М-13а ТУ 25-04.1571-78:

- высота от уровня земной поверхности до стрелы 1,5 м;

- длина стрелы 1,5 м;

- диаметр затеняющего экрана 100 мм;

б) гелиостат ТУ 4Э2.390.038:

- погрешность слежения актинометра за Солнцем, не более 1°;

- сопротивление изоляции токоведущих элементов, не менее 20 МОм;

в) часы электропервичные П413-2БР-Р24-012 ТУ 25-07.1302-77:

- 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;

г) стойка теневая М-41М, ТУ 25-04.1569-77:

- диаметр кольца 100 см;

- ширина кольца 10 см;

- высота стойки от уровня земной поверхности до основания кольца 1,5 м;

д) блок питания ТУ 4Э5.087.069:

- 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;

ж) распределительный щит ТУ 4Э5.284.024:

- 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.

Д.3 Основные требования к месту проведения актинометрических наблюдений, размещению и установке технических средств

Д.3.1 Общие требования к выбору места для выполнения наблюдений

Место, выбранное для актинометрических наблюдений, должно удовлетворять требованиям по репрезентативности, указанным в 3.4, 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.

Д.3.2 Основные требования к размещению и установке технических средств

Д.3.2.1 Для выполнения срочных наблюдений размер площадки должен составлять не менее 8х8 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.

Д.3.2.2 В помещении хранят контрольный актинометр с гальванометром, запасные приборы, поверочную трубу.

Д.3.2.3 Основание *2* актинометрической стойки (см. рисунок Д.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.

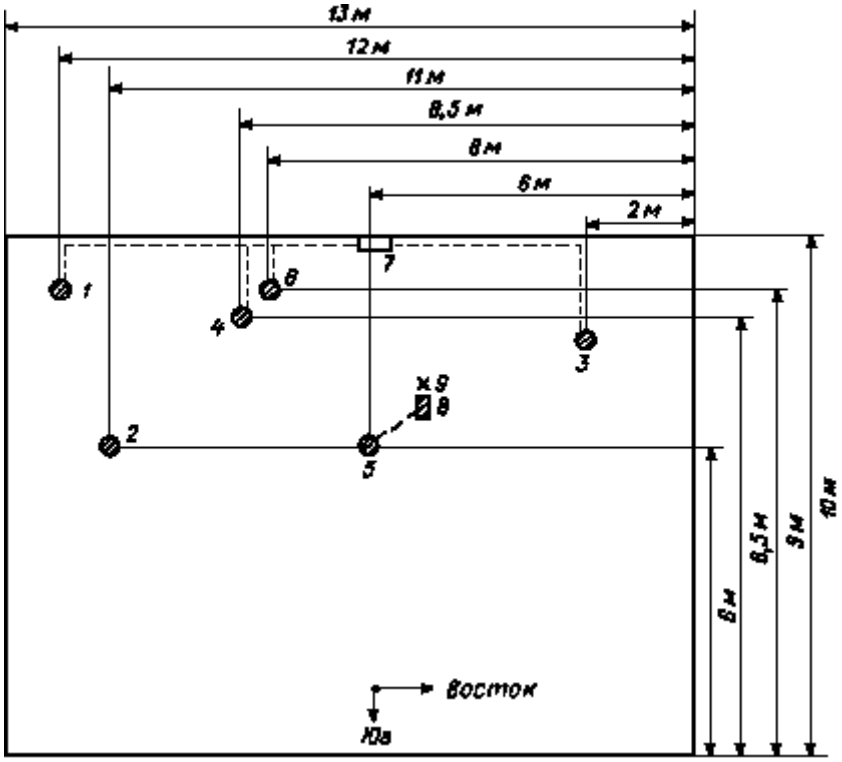
Ящик для гальванометров устанавливают на закрепленном в грунте столбе. Располагают ящик узкой стороной к стойке в целях обеспечения минимально возможной подсветки датчиков радиацией, отраженной от ящика. Для оператора удобнее, если крышка ящика откидывается на восток и отсчеты по гальванометру можно 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.

Д.3.3 Размещение и установка технических средств для выполнения непрерывных наблюдений (регистрации)

Д.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 Д.14, на котором актинометрическая стойка *5*, ящик с гальванометрами *8* и стойка для ручного анемометра *9* расположены в соответствии с требованиями Д.3.2.1.



1 - стойка для актинометра; *2* - стойка для пиранометров, предназначенных для регистрации суммарной и отраженной радиации; *3* - стойка теневая для пиранометра; *4* - стойка теневая для балансомера; *5* - стойка типа М-13а; *6* - стойка для анемометра; *7* - соединительная коробка; *8* - ящик с гальванометрами; *9* - стойка для ручного анемометра; - - - - линия прокладки кабеля

Рисунок Д.14 - План размещения технических средств на метеорологической площадке для выполнения регистрации составляющих радиационного баланса

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.

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.

Д.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.

Д.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 Д.3.2.3.

Д.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.

Д.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.

Д.3.3.6 От переходных коробок, стоек с датчиками и гелиостатом должны быть проложены кабели к соединительной коробке *7* (см. рисунок Д.14). При этом кабель, по которому подается питание на гелиостат, должен быть проложен отдельно. Кабель к стойке, к переходным и соединительной коробкам необходимо подводить с запасом (около 0,5 м) на случай ремонта при нарушении контакта или изоляции.

Д.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.

Д.3.3.8 Актинометрическую стойку, ящик для гальванометров и стойку для ручного анемометра устанавливают по Д.3.2.3.

Д.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 (см. Д.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 переходные коробки, которые крепят к северной стороне стойки. Вместо переходных коробок могут быть использованы герметизированные разъемы.

На столик стойки устанавливают плиту *1* гелиостата (см. рисунок Д.5) 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 ±1°. 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.

Правильность установки гелиостата проверяют по нацеливанию актинометра на Солнце в течение дня.

Д.3.3.10 При закреплении в грунте теневой стойки для балансомера держатель *3* (см. рисунок Д.2) должен быть направлен на север. Закрепление в грунте производится аналогично закреплению актинометрической стойке (по Д.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.

Поворачивая насадку *6*, устанавливают кольцо *17* в таком положении, чтобы линия, проведенная через ось основания *2* к верхней точке кольца *17*, проходила через ориентир. В таком положении насадку *6* закрепляют на основании *2* тремя болтами *4*.

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 Д.15, который изготовляют из картонного листа размером 200х300 мм. Отрезок прямой $АБ$ равен 200 мм. Перпендикулярно к нему проводят линию $АМ$ (линия отвеса для установки в направлении запад-восток). Чтобы провести линию $АМ$ строго перпендикулярно к $АБ$, из точки $А$ проводят дугу $Е$ радиусом 150 мм, а из точки $Б$ - дугу $Ж$ радиусом 250 мм. Пересечение дуг $Е$ и $Ж$ дают точку $М$. Из точки $А$ проводят линию $АД$ (линия отвеса для установки в плоскости меридиана) под углом φ (равным географической широте места установки кольца) к линии $АБ$. Угол φ строят следующим образом: из точки $В$, отстоящей от точки $А$ на расстояние 100 мм, проводят прямую $ВГ$, параллельную $АМ$; отрезок $ВД = АВ \operatorname{tg} \varphi = (100 \operatorname{tg} \varphi)$ мм. Шаблон крепят на плоскопараллельной рейке длиной около 120 см в таком положении, чтобы линия $АБ$ была параллельна нижней стороне рейки. В точке $А$ закрепляют отвес на тонкой нити.

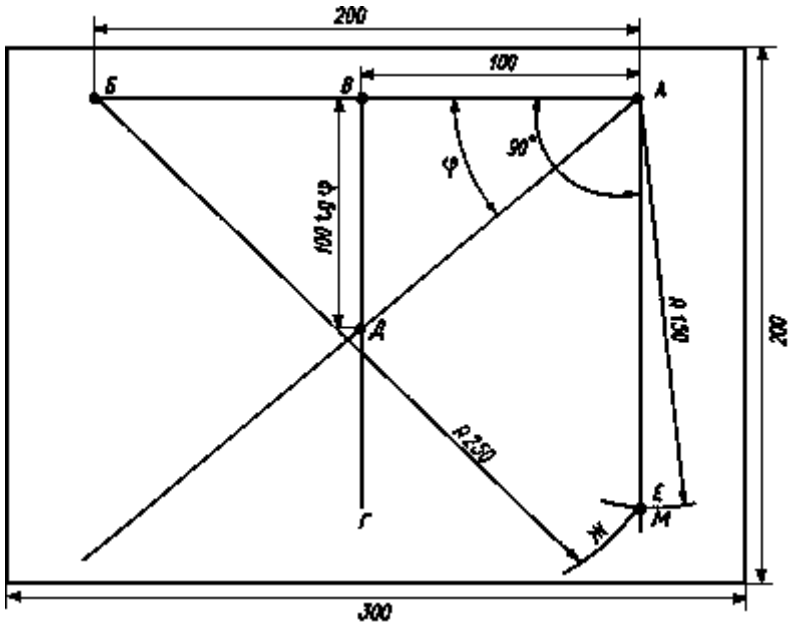


Рисунок Д.15 - Шаблон для контроля установки теневого кольца

Корректировку положения теневого кольца производят в следующем порядке.

На кольцо *17* (см. рисунок Д.2) накладывают рейку шаблона нижней стороной таким образом, чтобы линия $АБ$ 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 $АД$. 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 $АМ$. 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*.

Д.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 Д.3. Держатель для пиранометра крепится гайкой $а$, в которую ввинчивают винт *15* (см. рисунок Д.2). Пиранометр крепится в гнезде *в* держателя. Горизонтальность пиранометра регулируют так же, как горизонтальность балансомера.

Д.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 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 мВ·м ^{2}/кВт.

Д.3.3.13 Соединительную коробку крепят на стойке *8* (см. рисунок Д.7), 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 *6*. 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. Распайку жил кабелей производят по схеме рисунка Д.16.

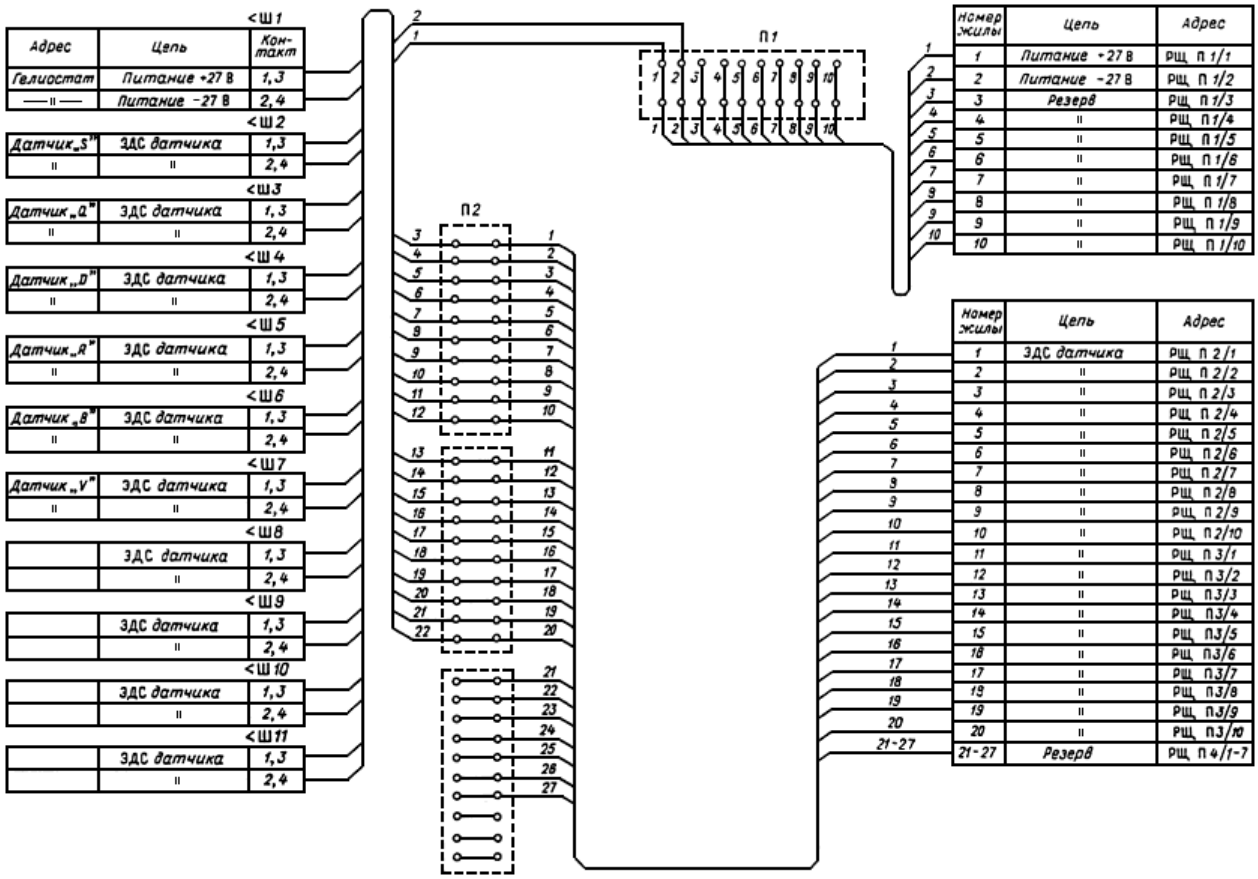


Рисунок Д.16 - Электрическая схема соединительной коробки

Д.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. Распайку жил кабелей производят по схеме рисунка Д.9.

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 (см. рисунок Д.9) 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.

Д.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* (см. рисунок Д.7) при помощи болтов *5*.

Д.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 согласно схеме рисунка Д.9.

Д.3.3.17 Интеграторы устанавливают вблизи РЩ 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 по 5.3.12, после чего проводят чистку капилляра по 8.3.12.4 и измеряют собственную ЭДС интегратора или его самоход по 8.3.14. Если значение собственной ЭДС превышает 5 мкВ или самоход более 0,5 делений в час, то выполняют регулировку собственной ЭДС в следующем порядке:

а) 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);

б) регулирование осуществляют в 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.

в) вычисляют необходимую продолжительность пропускания зашкаливающего тока для первого регулирования по формуле

$$\tau = a|E_1| \text{ или } \tau = b|c_1|, \qquad (Д.1)$$

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 равными 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 замкнутым 1 ч;

г) 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;

д) 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:

$$a_1 = \frac{\tau}{|E_1 - E_2|}, \qquad (Д.2)$$

$$b_1 = \frac{\tau}{|c_1 - c_2|}, \qquad (Д.3)$$

где τ - продолжительность протекания зашкаливающего тока при первом регулировании, мин;

E_1, E_2 и c_1, c_2 - соответственно ЭДС и самоход перед первым регулированием (E_1, c_1) и после него (E_2, c_2);

ж) при вычислении разности самохода обращают внимание на алгебраические знаки;

и) время пропускания зашкаливающего тока при втором регулировании определяют по уточненным коэффициентам

$$\tau_1 = a_1|E_2|, \qquad (Д.4)$$

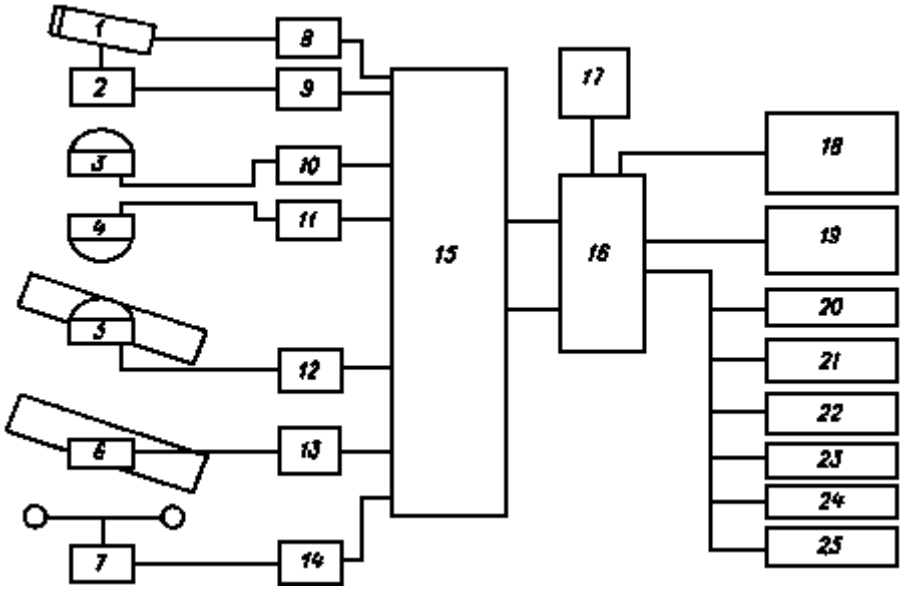
$$\tau_1 = b_1|c_2|. \qquad (Д.5)$$

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.

к) 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.

Д.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 И.1 приложения И.

Д.3.3.19 Подключают кабели, идущие от соединительной коробки, к распределительному щиту посредством разъемов в соответствии со схемами, представленными на рисунках Д.9, Д.16 и Д.17.



1 - актинометр; *2* - гелиостат; *3-5* - пиранометры; *6* - балансомер; *7* - анемометр; *8-14* - переходные коробки; *16* - распределительный щит; *17* - часы; *18* - блок питания; *19* - регистрирующий прибор; *20-25* - интеграторы

Рисунок Д.17 - Блок-схема регистрирующей установки

Д.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.

Д.3.3.21 Выводы от датчиков и гелиостата припаивают к разъемам переходных коробок.

Д.3.3.22 Заземляют корпус самопищущего прибора, распределительного щита и экранирующие оплетки кабелей у обоих концов. Подключают электропервичные часы к распределительному щиту в соответствии со схемами, представленными на рисунках Д.6 и Д.9. 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* (см. рисунок Д.5).

Д.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 Д.5.

Таблица Д.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 случае если напряжение питания в сети меняется больше допускаемых 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. В крайнем случае, в периоды повышенного напряжения необходимо открыть дверцу прибора и выдвинуть кронштейн.

Прибор А682 вскрывают после длительной выдержки при комнатной температуре, после чего знакомятся с эксплуатационной документацией, прилагаемой к прибору; устанавливают таким образом, как и прибор КСП-4, заземляют и подготавливают к работе согласно прилагаемым к нему техническому описанию и инструкции по эксплуатации.

Датчики должны быть подключены к прибору А682 в порядке, указанном в таблице Д.6.

Таблица Д.6 - Подключение датчиков к прибору А682

Диапазон измерения прибора А682, мВ	10				50
Номер канала на приборе А682	1	2	3	4	1
Номера клемм на входе канала и полярность	2 3 + -	5 6 + -	9 10 + -	12 13 + -	2 3 + -
Вид радиации	$B-S'$	R	D	S	Q

После подключения датчиков устанавливают цикл опроса, скорость протяжки ленты и номера каналов, которые должны быть задействованы.

Д.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 5.3. 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.

Д.3.4 Размещение и установка технических средств для измерения суточных сумм суммарной радиации путем интегрирования

Д.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.

Д.3.4.2 Стойку крепят в грунт (по Д.3.2.3). От нее в помещение к интеграторам прокладывают шестижильный кабель по рекомендациям Д.3.3.7 и измеряют сопротивление каждой пары жил (по Д.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 УГМС. Если разница между средним из значений $R_{л1}$, $R_{л2}$, $R_{л3}$ и каждым из них менее 1 Ом, то можно считать, что сопротивления всех трех линий одинаковы и равны среднему значению.

Д.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 п.8.3.14 и п.Д.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.

Д.3.4.4 Сравнить полученные три комплекта в естественных условиях в указанном ниже порядке. Обычно сравнения выполняют в теплое время года.

Д.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

Д.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.

Д.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.

Д.3.4.4.4 Вычислить для каждого комплекта значение измеренной суммы суммарной радиации по формуле

$$\sum Q = A_i(N - n), \qquad (Д.6)$$

где A_i - переводный множитель комплекта на диапазоне i, МДж/(м ^{2}·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.

Д.3.4.4.5 Из имеющихся комплектов, выдержавших проверку по требованиям вышеизложенных пунктов, выбрать в качестве контрольного имеющий наименьшее самопроизвольное смещение нуля (самоход). Установить рабочий пиранометр на штативе, закрепленном на столике. Закрыть пиранометр крышкой. Подключить к его клеммам соединительные провода 1-го канала с соблюдением полярности.

Д.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. Перегнать 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.

Д.3.4.6 В актинометрической группе УГМС после получения данных о значениях сопротивления линий на каждом канале (по Д.3.4.2) должен быть выполнен пересчет переводных множителей каждого комплекта для каждого диапазона измерений интегратора. Допускается выполнять пересчет на станции под контролем УГМС.

Пересчет переводных множителей выполняют по формуле

$$A_i = A_i' \frac{R_1 + R_б + R_л}{R_1 + R_б + R_2}, \qquad (Д.7)$$

где A_i' - переводный множитель, определенный при поверке комплекта, МДж/(м ^{2}·дел.);

$R_б$ - сопротивление термобатареи, Ом;

$R_л$ - 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 УГМС 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.

Д.3.4.7 После того как определен диапазон интегратора, включить его, открыть пиранометр, убедиться в том, что рабочий комплект функционирует, закрыть пиранометр, перегнать указатель интегратора в начало шкалы. В установленный момент времени (см. 9.3.5) снять начальный отсчет n и открыть пиранометр. После этого установка считается введенной в работу.

Д.4 Метрологическое обеспечение средств измерений

Д.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 (МРЭ), что осуществляется при их поверке.

Схема передачи шкалы МРЭ рабочим актинометрическим средствам измерений определена и утверждена ГОСТ 8.195.

Д.4.2 В системе Росгидромета передача шкалы МРЭ рабочим приборам осуществляется от рабочего эталона через образцовые средства измерений (ОСИ) 1-го и 2-го разрядов. Рабочий эталон, хранящийся в Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова (эталон ГГО), состоит из четырех компенсационных пиргелиометров типа пиргелиометра Ангстрема и абсолютного полостного охлаждаемого пиргелиометра. Эталон ГГО регулярно сравнивается с государственным эталоном России и с приборами группы Мирового радиометрического эталона.

Д.4.3 Каждое УГМС должно иметь 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 (например типов Щ-300, В7-38 и др.) класса точности не ниже 05. ОСИ 1-го разряда в УГМС является хранителем размера единицы энергетической освещенности солнечным излучением и должно храниться в запираемом шкафу в отделе службы средств измерений (ССИ) или в актинометрической группе.

Д.4.4 Для поверки рабочих актинометров, пиранометров и балансомеров в УГМС готовят ОСИ 2-го разряда и проводят аттестацию на основе сравнений их с ОСИ 1-го разряда в естественных условиях по Солнцу по методике [5]. Межповерочный интервал для ОСИ 2-го разряда составляет 1 год, они используются в бюро поверки УГМС и как инспекторские

образцовые приборы. В качестве ОСИ 2-го разряда могут быть аттестованы актинометр М-3 и пиранометр М-80, при этом пиранометр ОСИ 2-го разряда используется только для поверки на установке ПО-4 рабочих пиранометров и альбедометров, имеющих головку пиранометра того же типа, что и образцовый пиранометр (пиранометр М-80 и альбедометр М-69 имеют головку пиранометра М-115М). Пиранометры других типов должны поверяться только по образцовому актинометру в естественных условиях. Для ОСИ 2-го разряда в качестве измерительного прибора должен использоваться потенциометр постоянного тока или цифровой милливольтметр класса точности не ниже 05.

Аттестовывать как ОСИ актинометр или пиранометр в комплекте с гальванометром не допускается из-за низкой точности гальванометра.

Д.4.5 Измерительные приборы, используемые для работы в комплекте с ОСИ 1-го и 2-го разрядов, должны поверяться в органах метрологической службы Росстандарта в соответствии с указаниями эксплуатационной документации завода-изготовителя прибора.

Д.4.6 Средства измерений, используемые в пункте актинометрических наблюдений, должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке, которые хранятся на станции.

Д.4.7 Поверка измерительных приборов (приборов КСП-4, потенциометра ПП-63, электропервичных часов, комбинированного прибора Ц 4341, секундомера, мегомметра М 4100/2, микроамперметра М 2005 или других, их заменяющих измерительных приборов общетехнического назначения) и нормальных элементов должна производиться органами метрологической службы Росстандарта в соответствии с указаниями эксплуатационной документации завода-изготовителя данного изделия.

Д.4.8 Поверка электролитических интеграторов и анемометров, используемых при выполнении актинометрических наблюдений, должна производиться специалистами метрологической службы УГМС.

Поверка интеграторов производится 1 раз в 2 года в соответствии с методикой, изложенной в [6].

Д.4.9 Поверка гальванометров типов ГСА производится специалистами-метрологами УГМС один раз в 2 года в соответствии с методическими указаниями [7].

Д.4.10 При направлении средства измерения в поверку должны представляться техническое описание, паспорт и последнее свидетельство о поверке.

Д.4.11 При поверке актинометрических датчиков (актинометров, пиранометров, балансомеров) определяют их коэффициент преобразования (чувствительность), выражаемый в милливольтах-квадратных метрах на киловатт (мВ·м ^{2} /кВт). При поверке актинометрического датчика в комплекте с гальванометром определяют переводный множитель, выражаемый в киловаттах на метр квадратный-деление шкалы (кВт/(м ^{2}·дел.)). Поверка должна быть выполнена по методике, изложенной в [8-10].

Д.4.12 Межповерочные интервалы рабочих актинометров, пиранометров и балансомеров составляют 1 год. Поверка рабочих актинометрических приборов производится непосредственно в пункте наблюдений или в УГМС. Свидетельства о поверке должны выдаваться метрологом или инспектором-актинометристом, имеющим право на проведение поверки, утверждаться начальником ССИ и храниться на станции. Результаты поверок должны быть занесены в журнал поверок, хранящийся в УГМС.

Д.4.13 ССИ или актинометрическая группа УГМС должна иметь маневренный фонд контрольных, сравнительных и рабочих приборов, предназначенный для замены в случае необходимости.

Д.4.14 Поверка комплекта, предназначенного для измерений (интегрирования) суточных сумм суммарной радиации, должна быть выполнена по методике [11].

Д.4.15 Установка ПО-4, используемая в ССИ УГМС для поверки рабочих актинометрических приборов, должна быть аттестована отделом метрологии ГГО и иметь свидетельство об аттестации на срок 1 год.

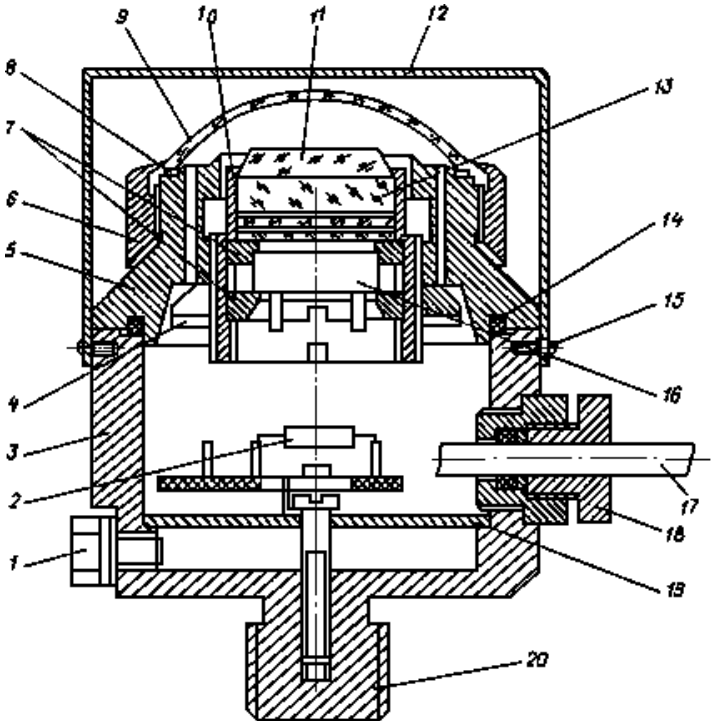
Д.4.16 Поверка анемометра должна производиться 1 раз в год специалистами метрологической службы УГМС по методике, изложенной в [12].

Д.5 Рекомендации по выполнению наблюдений за дневной естественной освещенностью

Д.5.1 Наблюдения за естественной освещенностью рекомендуется выполнять при помощи разработанного в ГГО датчика естественной освещенности (люксметра) под руководством со стороны ГГО.

Д.5.2 Датчик естественной освещенности (далее - люксметр) предназначен для преобразования освещенности в электрический сигнал, который затем измеряется показывающим, регистрирующим или интегрирующим измерительным прибором.

Приемником служит кремниевый фотоэлемент с запирающим слоем *16* (рисунок Д.18). В корпусе датчика расположен оптический блок, состоящий из светорассеивающего диска *11,* набора корригирующих светофильтров *13* и фотоприемника *16*, установленных в обойме *10,* на поверхности которой нарезана резьба. Фиксирование этих элементов в обойме осуществляется специальными гайками *7*. Обойма установлена во фланце *5* и зафиксирована стопорной гайкой *4*. Светорассеивающий диск *11* окружен непрозрачным экраном, верхний край которого может быть выше или ниже верхней плоскости диска. Внутренние поверхности экрана и торца обоймы окрашены глубокоматовой черной эмалью. Светорассеивающий диск с экраном защищены стеклянным колпаком *9*, расположенным во фланце *5* и закрепленным с помощью накидной гайки *6*. Для герметизации мест соединения в канавке фланца проложена резиновая прокладка *8*. Фланец с оптическим блоком установлен на корпусе *3* через резиновую прокладку *14* и закреплен тремя винтами. Снизу корпус имеет хвостовик *20* с присоединительной резьбой М 22х1,5, что позволяет крепить его на штативе пиранометра типа М-80М или на стандартной актинометрической стойке. На боковой стенке корпуса имеются сальниковый вывод *18* для кабеля и отверстие, закрытое заглушкой *1* для засыпки в камеру силикагеля. Камера отделена от внутренней полости с расположенными в ней оптическими элементами и монтажной платой перегородкой *19* с мелкими отверстиями. Для защиты при хранении и транспортировке датчик снабжен крышкой *12* с байонетными замками *15*.



1 - заглушка; *2* - резистор; *3* - корпус; *4* - стопорная гайка; *5* - фланец; *6* - накидная гайка; *7* - гайки; *8* - резиновая прокладка; *9* - стеклянный колпак; *10* - цилиндрическая обойма; *11* - светорассеивающий диск; *12* - крышка; *13* - набор корригирующих светофильтров; *14* - прокладка; *15* - замок; *16* - фотоэлемент; *17* - кабель; *18* - сальник; *19* - перегородка; *20* - хвостовик

Рисунок Д.18 - Датчик естественной освещенности

Конструкция датчика имеет герметичное исполнение.

Сочетание светофильтров ЗСЗ-24, ЗС-8 и ЖЗС-18 обеспечивает относительную световую спектральную эффективность датчика, близкую к стандартизированной кривой видности глаза.

Применение стеклянного колпака в форме сферического мениска позволяет при больших углах падения лучистого потока снизить поток излучения на боковую поверхность светорассеивающего диска, что уменьшает зависимость чувствительности от угла падения светового потока. Предусмотрена возможность корректировки этой погрешности путем перемещения обоймы с оптическими элементами относительно экрана в вертикальном направлении при отпущенной стопорной гайке.

Д.5.3 Люксметр имеет следующие основные технические характеристики:

- коэффициент преобразования не менее 0,65 мВ/клк;

- диапазон преобразования от 0 до 100 клк;

- время установления сигнала не более 5 с;

- предел основной допускаемой погрешности 7%.

Д.5.4 Люксметр может быть использован для наблюдений за суммарной или рассеянной естественной освещенностью в дневное время.

Для наблюдений за суммарной освещенностью люксметр может быть установлен на стойке с датчиками суммарной и отраженной радиации на расстоянии не менее 1 м от пиранометра, обращенного вверх (см. Д.1.7.3), или на отдельном столбе на высоте 1,5 от земной поверхности.

Для наблюдений за рассеянной освещенностью люксметр должен быть установлен в теневом кольце (см. Д.1.3).

Д.5.5 В качестве измерительного прибора может быть использован самопишущий или интегрирующий, применяемый на сети. Возможно использование одного из свободных каналов самопишущего прибора, установленного для регистрации составляющих радиационного баланса в пункте актинометрических наблюдений.

Д.5.6 Наблюдения с люксметром проводятся аналогично наблюдениям за суммарной и рассеянной радиацией. Также аналогичным образом производится обработка результатов непрерывных наблюдений.

Д.5.7 В центр обработки должны представляться ежемесячно следующие данные: среднечасовые ординаты, полученные по диаграммной ленте, сведения о переводном множителе датчика с регистрирующим прибором, которые должны быть закодированы и занесены на технический носитель.

Д.5.8 При необходимости получения значений часовых сумм естественной освещенности на месте производят простые вычисления по формуле

$$\sum_{ч} E = \beta_E H_E t, \qquad (Д.8)$$

где $\sum_{ч} E$ - часовая сумма естественной освещенности, клк·ч;

H_E - среднечасовая ордината, полученная по диаграммной ленте, дел.;

t - интервал времени в часах, за который получают сумму освещенности, т.е. при определении суммы за 1 ч берут значение t, равное 1 ч;

β_E - цена одного деления диаграммной ленты, клк/дел. (переводный множитель датчика естественной освещенности с самопишущим прибором).

Значение переводного множителя β_E определяют по формуле

$$\beta_E = \frac{\lambda}{K}, \qquad (Д.9)$$

где K - коэффициент преобразования (чувствительность) датчика, мВ/клк;

λ - цена деления диаграммной ленты самопишущего прибора, мВ/дел.

Значения часовых сумм естественной освещенности округляют до 1 клк·ч.

Д.5.9 Мгновенные значения естественной освещенности (для обслуживания местных пользователей) могут быть вычислены по формуле

$$E = \beta_E H_E, \qquad (Д.10)$$

где H_E - ордината, снятая с диаграммной ленты в соответствующий момент времени, дел.

Значение E получается в килолюксах.

Д.5.10 Каждый датчик естественной освещенности, установленный на гидрометеорологической станции, должен быть поверен в ГГО и иметь свидетельство о поверке. Периодичность поверки - не реже 1 раза в год.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(справочное)

РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АКТИНОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Перечень и нормы расхода материалов, используемых на актинометрических пунктах наблюдений, представлены в таблицах Ж.1-Ж.4.

Таблицы Ж.1-Ж.3 содержат в обобщенном виде нормы расхода материалов раздельно для каждой программы работы пунктов: срочных наблюдений, регистрации и измерений суточных сумм суммарной радиации путем интегрирования. Эти таблицы составлены на основании [13].

В таблице Ж.4 указаны нормы расхода спирта на эксплуатационный уход и ремонт технических средств. Она подготовлена на основании [14], а также в соответствии с предложениями УГМС и действующими техническими и методическими документами по эксплуатационному уходу и ремонту технических средств.

Таблица Ж.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.
Журнал ошибок (книга учета, артикул 2802р. Прейск. N 087-01	0,25 шт.
Таблица актинометрических наблюдений ТМ-12	12 шт.

Лента красящая текстильная для пишущих машин 13 мм (или 16 мм)	2 шт.
Клей резиновый	1 уп.
Сопроводительный бланк к материалам наблюдения	
N 1	12 шт.
N 2	12 шт.
Дискета для ПЭВМ (1,2 Мбайт)*	10 шт.
Журнал для метрологического контроля (книга учета. Артикул 2802р. Прейск. N 087-01)	0,5 шт.
Таблица результатов метрологического контроля	12,0 шт.
* Для выполнения работ в УГМС.	

Таблица Ж.2 - Сведения о расходных материалах на производство регистрации по полной программе

Вид расходуемого 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.
Гальваническими элемент 165У для ИРН в распределительном щите	5 шт.
Лента диаграммная для регистрирующего прибора (по 20 м)	30 шт.
Дневник работы пункта наблюдения (книга учета. Артикул 2802р. Прейск. N 087-01)	0,5 шт.
Таблица ТМ-15 для записи данных о продолжительности солнечного сияния	12 шт.
Лента красящая текстильная для пишущих машин 13 мм (или 16 мм)	2 шт.
Клей резиновый	1 уп.
Сопроводительный бланк к материалам наблюдения	
N 1	12 шт.
N 2	12 шт.
Дискета для ПЭВМ (1,2 Мбайт)*	10 шт.
Журнал ЖИ-1 работы и контроля интеграторов	12 шт.
Журнал поверок и контроля приборов (книга учета. Артикул 2802р. Прейск. N 087-01)	1 шт.
Таблица результатов метрологического контроля	12 шт.
* Для выполнения работ в УГМС.	

Таблица Ж.3 - 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
Журнал ЖИ-1 работы и контроля интеграторов	12 шт.
Таблица суточных сумм суммарной солнечной радиации ТИ-1	12 шт.
Сопроводительный бланк к материалам наблюдений за месяц	12 шт.
Дискета для ПЭВМ (1,2 Мбайт)*	10 шт.
* Для выполнения работ в УГМС.	

Таблица Ж.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		Номер ГОСТа на спирт
	профилакти-ческих работ	одного ремонта	
Актинометр М-3	0,30	0,05	18300-87
Головка пиранометра М-80М	0,30	0,05	18300-87
Пиранометр М-80М	0,30	0,05	18300-87
Балансомер М-10М	0,30	0,05	18300-87
Гальванометр ГСА-1М	0,10	0,05	18300-87
Анемометр ручной АРИ-49	0,05	0,01	18300-87
Прибор измерительный регистрирующий КСП-4	0,04	0,01	17299-78

Стойка актинометрическая М-13а	0,50	0,10	17299-78
Гелиостат	0,50	0,05	18300-87
Стойка теневая М-41	0,50	0,10	17299-78
Примечание - Указанные нормы распространяются на аналоги технических средств.			

ПРИЛОЖЕНИЕ И
(обязательное)

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОБ ИЗМЕРЕНИИ ВРЕМЕНИ. РАСЧЕТ ВЫСОТЫ СОЛНЦА. РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЗРАЧНОСТИ АТМОСФЕРЫ

И.1 Категории времени

И.1.1 В практике используют следующие категории времени: истинное солнечное, среднее солнечное, поясное, декретное, московское.

И.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).

И.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.

И.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° по обе стороны от центрального меридиана, а зачастую определяются границами административных или экономически связанных районов.

И.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.

И.1.6 Летнее и зимнее время

В некоторых регионах вводится летнее время. В Российской Федерации зимнее время больше поясного на 1 ч (совпадает с декретным), а летнее время больше поясного на 2 ч (больше декретного на 1 ч).

И.2 Расчет высоты Солнца

И.2.1 Определяют истинное время $t_{\odot}$ того момента, для которого требуется найти высоту Солнца h, по формуле

$$t_{\odot} = t_m + \Delta t, \qquad (И.1)$$

где Δt - поправка к среднему солнечному времени (уравнение времени), значения которой в минутах приведены в таблице И.1;

t_m - среднее солнечное время (ч и мин), которое можно рассчитать по формуле

$$t_m = t_д + \Delta t_д, \qquad (И.2)$$

где $t_д$ - поясное декретное время пункта наблюдений, которое передают по местному радио, ч и мин;

$\Delta t_д$ - поправка к поясному декретному времени, которая является величиной постоянной для данного пункта наблюдений, мин.

Таблица И.1 - Поправка $\Delta\tau$, мин, к среднему солнечному времени

День месяца для года		Месяц											
простого	високосного*	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, а в остальные месяцы - первой

графой (простой год).

Значения $\Delta t_д$ вычисляют по формуле

$$\Delta t_д = 4(\lambda - 15N) - 60, \quad (И.3)$$

где λ - долгота пункта наблюдений, взятая до 0,1°;

N - номер часового пояса пункта наблюдений, который можно определить по формуле

$$N = 2 + (t_д - t_{мск}), \quad (И.4)$$

где $t_д$ - декретное время пункта наблюдений;

$t_{мск}$ - московское время (тоже декретное);

2 - номер часового пояса Москвы.

И.2.2 Вычисляют значение часового угла τ на момент наблюдения, учитывая знак, по формуле

$$\tau = 15(t_⊙ - 12), \quad (И.5)$$

где $t_⊙$ - истинное время, найденное по И.2 и выраженное в часах и десятых долях часа.

И.2.3 Находят склонение δ Солнца по таблице И.2.

Таблица И.2 - Склонение Солнца δ °, градус

День месяца для года		Месяц											
про-стого	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,	-13,	-3,0	+8,9	+18,	+23,	+21,	+14,	+3,	-7,7	-17,	-23,

		5	5			3	2	9	8	9		9	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		

И.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 И.2.3; τ - часовой угол в момент наблюдений, найденный по И.2.2, ...°.

И.2.5 Вычисляют значение $\sin h$ по формуле

$$\sin h = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos\tau. \qquad (И.6)$$

Значение высоты Солнца определяют как $\arcsin h$.

Примеры

1 - Вычислить значение $\sin h$ для пункта с широтой φ = 64°36’ и долготой λ = 75°40’ 10 мая 1979 г. в 12 ч 35 мин среднего солнечного времени.

Истинное время по формуле И.1

$$t_{\odot} = t_m + \Delta t = 12 \text{ ч } 35 \text{ мин} + 4 \text{ мин} = 12 \text{ ч } 39 \text{ мин} = 12{,}6 \text{ ч},$$

где значение Δt, равное 4 мин, найдено по таблице И.1 для 10 мая простого года.

Часовой угол τ по формуле И.5

$$\tau = 15(12{,}6 - 12{,}0) = 9^\circ.$$

Склонение Солнца δ, найденное по таблице И.2 на 10 мая простого года, составляет 17,5°.

Определяем $\sin\varphi$, $\sin\delta$, $\cos\varphi$, $\cos\delta$, $\cos\tau$: $\sin 64°36' = \sin 64{,}6° = 0{,}903$; $\sin 17{,}5° = 0{,}301$; $\cos 64°36' = 0{,}429$; $\cos 17{,}5° = 0{,}954$; $\cos 9° = 0{,}988$.

В соответствии с формулой (И.6)

$$\sin h = 0{,}903 \cdot 0{,}301 + 0{,}429 \cdot 0{,}954 \cdot 0{,}988 = 0{,}676; \quad h = 42{,}5°.$$

2 - Вычислить среднее солнечное время в пункте, расположенном на долготе 73°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 (И.4)

N = 2 + (10 ч 18 мин - 7 ч 18 мин) = 5.

Поправка к декретному времени по формуле (И.3)

$$\Delta t_д = 4(\lambda - 15N) - 60 = 4(73°40' - 15 \cdot 5) - 60 =$$
$$= 4(73{,}7 - 75{,}0) - 60 = -65{,}2 \text{ мин.}$$

Среднее солнечное время по формуле (И.2)

t_m = 10 ч 18 мин - 65,2 мин = 9 ч 13 мин.

И.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 И.3 и вычисляют значение $\sin h$ по формуле (И.6).

Таблица И.3 - Значения $\cos\tau$ для моментов времени, соответствующих серединам часовых интервалов по истинному времени t_Θ

t_Θ		$\cos\tau$
ч	мин	
0	30	-0,991
1	30	-0,924
2	30	-0,793
3	30	-0,609
4	30	-0,383
5	30	-0,131
6	30	0,131
7	30	0,383

8	30	0,609
9	30	0,793
10	30	0,924
11	30	0,991
12	30	0,991
13	30	0,924
14	30	0,793
15	30	0,609
16	30	0,383
17	30	0,131
18	30	-0,131
19	30	-0,383
20	30	-0,609
21	30	-0,793
22	30	-0,924
23	30	-0,991

Пример

Вычислить $\sin h$ на широте 54°56’, 6 февраля 1991 г. в 12 ч 30 мин истинного времени.

Из таблицы И.3 $\cos \tau = 0{,}991$; из таблицы И.2 $\delta = -15{,}7°$.

Вычисляем

$$\sin h = \sin 54{,}9 \cdot \sin(-15{,}7) + \cos 54{,}9 \cdot \cos(-15{,}7) \cdot 0{,}991 =$$
$$= 0{,}818(-0{,}271) + 0{,}575 \cdot 0{,}991 \cdot 0{,}963 = -0{,}222 + 0{,}549 = 0{,}327.$$

И.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 ЭВМ.

Для расчета $\sin h$ используют формулу (И.6), в которой значения τ и δ задают формулами:

$$\tau = 0{,}0172 + 0{,}4281 \cos\theta - 7{,}3515 \sin\theta -$$
$$- 3{,}3495 \cos 2\theta - 9{,}3619 \sin 2\theta; \qquad \text{(И.7)}$$

$$\delta = 0{,}006918 - 3{,}999\,12\cos\theta + 0{,}070257\sin\theta - \\ - 0{,}006758\cos 2\theta + 0{,}000908\sin 2\theta. \qquad (И.8)$$

Для простого года

$$\theta = 360/365\left(\sum_{k=1}^{k=n} N_k + Д\right), \qquad (И.9)$$

где N_k - число дней в каждом из n истекших полностью месяцев;

$Д$ - число текущего месяца.

Для високосного года в знаменателе формулы (И.9) пишут 366 вместо 365.

И.5 Расчет характеристик прозрачности атмосферы

И.5.1 Для определения характеристик прозрачности атмосферы используют результаты измерений прямой солнечной радиации S при состоянии диска Солнца $\odot^2$ и высоте Солнца не менее 6,8°.

И.5.2 В процессе обработки актинометрической информации на ЭВМ коэффициент прозрачности атмосферы P_2 для атмосферной массы $m = 2$, т.е. $h = 30°$, рассчитывают по формуле

$$P_2 = (S\rho/1{,}367)^{\frac{\sin h + 0{,}205}{1{,}41}}, \qquad (И.10)$$

где S - измеренное значение прямой солнечной радиации, кВт/м ^{2};

ρ - поправочный множитель для приведения S к среднему расстоянию между Землей и Солнцем.

Поправочный множитель ρ задают формулой

$$1/\rho = 1{,}00011 + 0{,}034222\cos\theta + 0{,}00128\sin\theta + \\ + 0{,}000719\cos 2\theta + 0{,}000077\sin 2\theta, \qquad (И.11)$$

в которой θ определяют по формуле (И.9).

Если прямая солнечная радиация измерена при атмосферном давлении b ниже 950 гПа, то значение P_2, рассчитанное по формуле (И.10), приводят к нормальному атмосферному давлению $b = 1000$ гПа по формуле

$$P_{2M} = P_2^{\frac{1000}{b}}, \qquad (И.12)$$

где P_{2M} - коэффициент прозрачности для атмосферной массы 2, приведенный к нормальному атмосферному давлению.

И.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 И.4. Значение прямой солнечной радиации, приведенное к среднему расстоянию между Землей и Солнцем, рассчитывают по

формуле

$$S_\rho = S\rho\,. \qquad (И.13)$$

Таблица И.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

По найденному значению S_ρ и высоте Солнца h в момент наблюдения по таблице И.5 находят приведенное к массе 2 значение радиации $S_{\rho 2}$. Для этого в таблице И.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_ρ, рассчитанному по формуле (И.13). Искомое значение $S_{\rho 2}$ 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 $S_{\rho 2}$ находят значение коэффициента прозрачности атмосферы P_2, пользуясь таблицей И.6, в которой указаны также значения фактора мутности T_2. Если значение S измерено при атмосферном давлении ниже 950 гПа, можно пользоваться формулой (И.12) или таблицей И.7. При использовании таблицы И.7 по значению атмосферного давления b находят высоту Солнца h_2, при которой число абсолютных оптических масс атмосферы M равно 2. Затем в таблице И.5 берут графу со значением h, вычисленным по формуле (И.6), и в этой графе находят строку со значением S_ρ, полученным по формуле (И.13). В этой же строке, но при значении h, равном h_2 (найденном по таблице И.7), берут значение S_ρ, которое используют вместо $S_{\rho 2}$, и по нему в таблице И.6 находят значение P_2 или T_2.

Таблица И.5 - Значения $S_{ρ2}$ в зависимости от значений $S_ρ$ и высоты Солнца h

Значения $S_ρ$ кВт/м ^{2} при высоте Солнца h °																					$S_{ρ2}$ 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	
0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.22
.02	.02	.03	.04	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20	.21	0.23
.02	.03	.04	.05	.05	.06	.07	.08	.09	.10	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20	.21	.22	0.24
0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.25
.03	.04	.05	.06	.06	.07	.08	.09	.10	.11	.12	.13	.14	.15	.17	.18	.19	.20	.21	.22	.23	.24	0.26
.03	.04	.05	.06	.06	.07	.08	.09	.10	.11	.12	.13	.15	.16	.17	.18	.19	.21	.22	.23	.24	.25	0.27
.04	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10	.11	.12	.13	.14	.15	.17	.18	.19	.20	.22	.23	.24	.25	.26	0.28

.04	.05	.06	.07	.07	.08	.09	.10	.11	.12	.14	.15	.16	.18	.19	.20	.21	.23	.24	.25	.26	.27	0.29
0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.30
.05	.05	.06	.07	.08	.09	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.18	.19	.20	.22	.23	.24	.26	.27	.28	.29	0.31
.05	0.6	.07	.08	.09	.10	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.19	.20	.21	.22	.24	.25	.26	.28	.29	.30	0.32
.05	.06	.07	.08	.09	.10	.12	.13	.15	.16	.17	.18	.20	.21	.22	.23	.25	.26	.27	.29	.30	.31	0.33
.06	.07	.08	.09	.10	.11	.13	.14	.15	.17	.18	.20	.21	.22	.23	.24	.26	.27	.28	.30	.31	.32	0.34
0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.19	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.27	0.28	0.29	0.31	0.32	0.33	0.35
.06	.07	.09	.10	.11	.13	.14	.15	.17	.19	.20	.22	.23	.24	.25	.26	.28	.29	.30	.32	.33	.34	0.36
.07	.08	.09	.10	.12	.13	.14	.16	.18	.19	.21	.22	.24	.25	.26	.28	.29	.30	.31	.33	.34	.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
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
.81	.84	.87	.89	.91	.93	.95	.97	.99	1.00	1.01	1.03	1.04	1.05	1.06	.07	.08	.08	.09	.10	.11	.11	1.12

Продолжение таблицы И.5

Значения S_{ρ} кВт/м^2 при высоте Солнца h °																					$S_{\rho 2}$ 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	
0.21	0.24	0.26	0.27	0.29	0.31	0.32	0.33															0.22
.22	.25	.27	.28	.30	.32	.33	.34															0.23

.23	.26	.28	.29	.31	.33	.34	.36																0.24
0.24	0.27	0.29	0.30	0.32	0.34	0.36	0.37																0.25
.25	.28	.30	.31	.33	.35	.37	.38																0.26
.26	.29	.31	.32	.34	.36	.37	.39																0.27
.27	.30	.31	.33	.35	.37	.38	.40																0.28
.28	.31	.32	.34	.36	.38	.39	.41																0.29
0.29	0.32	0.33	0.35	0.37	0.39	0.40	0.42																0.30
.30	.33	.34	.36	.38	.40	.42	.43																0.31
.31	.34	.35	.37	.39	.41	.43	.44																0.32
.32	.35	.36	.38	.40	.42	.44	.45																0.33

.33	.36	.37	.39	.41	.43	.45	.46															0.34
0.34	0.37	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.47															0.35
.35	.38	.39	.41	.43	.45	.47	.48															0.36
.36	.39	.40	.42	.44	.46	.48	.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
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	.78	.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
.12	.13	.13	.14	.15	.15	.16	.16	.17	.17	.18	.18	.18	.19	.19	.19	.20	.20	.21	.21	.22	.22	1.12

Таблица И.6 - Значения коэффициента прозрачности P_2 (числитель) и фактора мутности T_2 (знаменатель) атмосферы при различных значениях $S_{\rho 2}$

Целые и десятые доли $S_{\rho 2}$, кВт/м ^{2}	Сотые доли $S_{\rho 2}$, 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	0,382 9,66	0,392 9,37	0,401 9,05	0,410 8,87	0,419 8,65	0,428 8,46	0,436 8,27	0,444 8,09	0,453 7,91	0,461 7,73
0,3	0,469 7,55	0,476 7,40	0,484 7,24	0,491 7,08	0,499 6,94	0,506 6,80	0,513 6,67	0,520 6,53	0,527 6,40	0,534 6,28
0,4	0,541 6,13	0,548 6,00	0,554 5,90	0,561 5,76	0,567 5,66	0,574 5,54	0,580 5,42	0,586 5,33	0,593 5,21	0,599 5,11
0,5	0,605 5,02	0,611 4,92	0,617 4,83	0,623 4,74	0,628 4,66	0,634 4,56	0,640 4,47	0,646 4,37	0,651 4,30	0,657 4,21
0,6	0,662 4,12	0,668 4,03	0,673 3,96	0,679 3,88	0,684 3,80	0,690 3,72	0,695 3,65	0,700 3,57	0,705 3,50	0,710 3,43
0,7	0,716 3,16	0,721 3,28	0,726 3,22	0,731 3,14	0,736 3,07	0,741 3,00	0,746 2,94	0,750 2,88	0,755 2,82	0,760 2,75
0,8	0,765 2,68	0,770 2,62	0,775 2,56	0,779 2,49	0,784 2,44	0,789 2,37	0,793 2,32	0,798 2,26	0,802 2,20	0,807 2,14

0,9	0,811 2,09	0,816 2,03	0,820 1,98	0,825 1,93	0,829 1,88	0,834 1,82	0,838 1,77	0,842 1,72	0,847 1,66	0,851 1,61
1,0	0,855 1,56	0,860 1,50	0,864 1,45	0,868 1,40	0,872 1,37	0,876 1,32	0,881 1,26	0,885 1,22	0,889 1,18	0,893 1,13
1,1	0,897 1,08	0,901 1,04	0,904 1,00							

Примечание - Значения P_2 и T_2 рассчитаны по солнечной постоянной S_0 = 1,367 кВт/м ^{2}; S_{p2} - значение прямой солнечной радиации, приведенное к среднему расстоянию между Землей и Солнцем и к атмосферной массе m = 2 (h = 30°).

Таблица И.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.

Примеры

1 По результатам измерений 13 июня получены: h = 25,7°, S = 0,99 кВт/м ^{2}, b = 960 гПа. Найти P_2 и T_2.

В таблице И.4 находим значение ρ, которое на 13 июня равно 1,032. Вычисляем: $S_\rho = S\rho = 0{,}99 \cdot 1{,}032 = 1{,}02$ кВт/м ^{2}. В таблице И.5 нет графы для 25,7°, поэтому округляем до 26°. В графе 26° ищем строку с полученным значением S_ρ, равным 1,02. В последней графе этой же строки находим значение $S_{\rho 2}$, оказавшееся равным 1,05. Для него в таблице И.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 И.7 для атмосферного давления 790 гПа находим высоту Солнца h_2, которая оказывается равной 23,2°. В таблице И.5 берем графу со значением h, равным 26°, и в ней находим строку со значением S_ρ, равным 1,02 кВт/м ^{2}. В этой же строке, но в графе 23° (значение h_2, равное 23,2°, округляем до 23°) находим значение S_ρ, которое оказывается равным 0,99 кВт/м ^{2}. По этому значению в таблице И.6 находим значение P_2. Оно равно 0,851, округляем до 0,85.

ПРИЛОЖЕНИЕ К
(обязательное)

КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ АКТИНОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

К.1 Контроль результатов срочных наблюдений

К.1.1 В книжке КМ-12 проверяют правильность записей, внесенных при наблюдениях, обработке и кодировании.

К.1.2 При полной обработке проверяют полученные значения радиации, высоты Солнца h и $\sin h$, а также соблюдение требований, изложенных в 7.6.3, при обработке результатов наблюдений, выполненных в условиях нестабильной радиации. Значения радиации должны следовать приведенным ниже закономерностям.

К.1.2.1 Значения прямой солнечной радиации S должны быть не более указанных в таблице К.1.

Таблица К.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 К.1 на 0,10 кВт/м ^{2}.

К.1.2.2 Значения рассеянной радиации D при состоянии диска Солнца $\odot^2$ и общей облачности не более 2 баллов должны быть не более указанных в таблице К.2 значений D_{min} .

Таблица К.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/м ^{2}.

К.1.2.3 Значения суммарной радиации Q должны быть не более 1,5 кВт/м ^{2}.

К.1.2.4 Значения отраженной радиации $R_к$ не должны превышать значений суммарной радиации Q. Однако при низком Солнце и подстилающей поверхности, покрытой снегом, льдом, мокрой или обледеневшей травой, могут наблюдаться значения $R_к$, превосходящие Q, из-за угловых погрешностей пиранометра. В этих случаях значения альбедо $A_к$ не вычисляют. Значения $A_к$ в утреннее и вечернее время бывают выше, чем в середине дня.

К.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 $\odot^2$ 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.

К.1.2.6 Значения баланса длинноволновой радиации $B_д$ должны быть отрицательными, за исключением случаев сильной инверсии в ночное время.

К.2 Контроль результатов регистрации составляющих радиационного баланса

К.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.

К.2.2 Проверка работы регистрирующей установки

К.2.2.1 Проверка работы регистрирующей установки, выполняемая дежурным наблюдателем в соответствии с 8.3.2-8.3.8, предназначена для своевременного обнаружения моментов появления брака в регистрации и устранения его причин. При проверке характера хода кривых записи сигналов датчиков необходимо сопоставлять их между собой, с условиями наблюдений и временем суток. При этом должны иметь место закономерности, указанные ниже.

К.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.

К.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.

К.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 сбоев затенения пиранометра и балансомера, сбоев нацеливания актинометра или его затенения необходимо записать на диаграммной ленте и указать момент корректировки положения датчика или схода тени с актинометра.

К.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 $R_к$. 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.

К.2.2.6 Ночью сигналы балансомера должны быть отрицательными, за исключением случаев сильной инверсии.

К.2.3 Контроль результатов первичной обработки

К.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.

К.2.3.2 Проверить правильность определения участков кривых, требующих восстановления, по записям на диаграммной ленте и в журнале работы приборов, выполненных при проверке работы регистрирующей установки по 8.3.2-8.3.8. 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.

К.2.3.3 Проверить правильность определения нулевой линии (см. 8.6.2.2), особенно для балансомера, а также правильность определения среднечасовых ординат $\overline{H}_J$, 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 $\overline{H}_J$ путем суммирования ординат каждой из точек и деления на число точек в часовом интервале, чтобы убедиться в том, что погрешность определения значений $\overline{H}_J$ и в таких условиях наблюдений соответствует допуску (см. 8.6.2.3).

К.2.3.4 Проверить правильность определения температуры воздуха и скорости ветра для каждого часового интервала по 8.2.7.

К.2.3.5 Если был произведен пересчет ординат в соответствии с 8.6.2.5, то необходимо проверить правильность его выполнения.

К.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 К.2.4, для отдельных часовых интервалов при малооблачном небе и в дни после дождя или мокрого снега.

К.2.4 Контроль часовых сумм радиации

К.2.4.1 Контроль часовых сумм радиации выполняется для результатов полной обработки. При этом проверяют непревышение предельных значений, 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. К.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 К.2.4.2-К.2.4.4.

К.2.4.2 Проверить непревышение предельных значений часовыми суммами прямой солнечной $\sum_ч S$, рассеянной $\sum_ч D$, суммарной радиации, полученной по незатененному пиранометру $\sum_ч Q$, а также суммарной радиации, полученной по затененному пиранометру и актинометру $\sum_ч Q^*$ и вычисленной по формуле $\sum_ч Q^* = \sum_ч D + \sin h \sum_ч S$. Предельные значения составляют 2,9 МДж/м ^{2} для $\sum_ч D$ и 5,4 МДж/м ^{2} для $\sum_ч Q$ и $\sum_ч Q^*$. Для $\sum_ч S$ предельные значения $\sum_ч S_п$ указаны в таблице К.3.

Таблица К.3 - Предельные значения $\sum_ч S_п$ при различной высоте Солнца h в момент середины часового интервала

h °	7	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90
$\sum_ч S_п$ МДж/м ^{2}	3,04	3,34	3,64	3,82	3,9	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 К.2.4.1, могут быть следующие причины:

а) причиной завышенного значения $\sum_ч S$ 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 $\sum_ч S$ со значением $\sum_ч S^*$, вычисленным по формуле $\sum_ч S^* = \left(\sum_ч Q - \sum_ч D\right) / \sin h$;

б) значения $\sum_ч D$ 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 $\sum_ч D$ со значением $\sum_ч D^*$, вычисленным по формуле $\sum_ч D^* = \sum_ч Q - \sin h \sum_ч S$. Расхождение должно быть не более 20% . Если это не так, то значение $\sum_ч D$ требует восстановления;

в) сигналы пиранометра могут оказаться завышенными, если нижняя поверхность корпуса пиранометра загрязнена. Особенно опасным является налет соли, при увлажнении которой появляется "паразитный" ток гальванического происхождения.

К.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 $\sum_ч Q$ и $\sum_ч Q^*$. При этом возможны следующие случаи:

а) если значение $\sum_ч Q^*$ превышает значение $\sum_ч Q$ 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 К.2.2.3), эту проверку не выполнять;

б) если значение $\sum_ч Q^*$ меньше значения $\sum_ч Q$ более чем на 20%, то причинами могут быть затенение актинометра (К.2.2.4) или сбой его нацеливания на Солнце. В этом случае необходимо сравнить сомнительное значение $\sum_ч S$ со значением $\sum_ч S^*$ (К.2.4.2, перечисление "а"), а также сопоставить ход кривой S в этом часовом интервале с лентой гелиографа;

в) в условиях переменной облачности, если значение $\sum_ч S'$ более нуля или если суточная продолжительность солнечного сияния не менее 1 ч, должно выполняться требование: $\sum_ч D < \sum_ч Q$. Если значение $\sum_ч S'$ равно нулю или если суточная продолжительность солнечного сияния менее 1 ч, должно выполняться требование: $\sum_ч D \leq \sum_ч Q$. В случае несоответствия этим требованиям значение $\sum_ч Q^*$ не определять;

г) 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_h у пиранометров велики;

д) часовую сумму радиационного баланса проверяют по двум критериям: $\sum_ч (B - S') < \sum_ч D$ и $\sum_ч B < \sum_ч Q$.

К.2.4.4 Проверить результаты текущего контроля рабочих датчиков (см. 8.7.5-8.7.6), 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 8.6.4. Если при текущем контроле, выполненном после дождя, одна или несколько последовательно полученных точек на графике (см. 8.7.6) 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 8.6.4. Необходимо проверить сопротивление изоляции датчиков, герметизацию выводов в рукоятке балансомера. Если стеклянный колпак пиранометра не запотевает изнутри, проверить состояние нижней поверхности корпуса (по К.2.4.2, перечисление "в").

К.2.4.5 В сомнительных случаях, особенно при переменной облачности рекомендуется проверить соотношения между видами радиации по К.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.

К.2.4.6 Проверить правильность восстановления часовых сумм радиации в соответствии с указаниями 8.6.4.

К.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 Л
(справочное)

РАСЧЕТ СУТОЧНЫХ И МЕСЯЧНЫХ СУММ РАДИАЦИИ

Л.1 По результатам регистрации суточную сумму радиации получают как сумму часовых сумм, а месячную - как сумму суточных сумм.

Л.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/м ^{2}.

Л.1.2 Месячную сумму вычисляют, если в течение месяца количество невычисленных 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:

$$\sum_{м} J = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}\left(\sum_{ci} J\right)}{n} N, \qquad (Л.1)$$

где J - обозначение элемента радиации;

$\sum_{ci} J$ - значение суточной суммы в i-й день, МДж/м ^{2};

N - число дней в месяце;

n - количество суточных сумм, по которым вычисляется месячная сумма.

Месячную сумму округляют до 1 МДж/м ^{2}.

Аналогичным образом определяют месячную сумму по результатам интегрирования.

Л.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 трапеций* по осредненным за месяц значениям элемента радиации для каждого срока наблюдений.

---

* При расчете на электронно-вычислительной машине в центре обработки ГГО используют метод сплайнов, дающий более точный результат [15].

Л.2.1 Месячную сумму суммарной радиации вычисляют по формуле

$$\sum_{м} Q = \left[\frac{Q_1}{2} t_1 + \left(\frac{Q_1}{2} + Q_2 + Q_3 + Q_4 + \frac{Q_5}{2}\right) \cdot 180 + \frac{Q_5}{2} t_2\right] \cdot 0{,}06N, \qquad (Л.2)$$

где $Q_1 - Q_5$ - среднемесячное значение суммарной радиации, полученное для первого-пятого сроков, вычисленное до 0,001 кВт/м ^{2};

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/м ^{2}.

Пример - Вычислить месячную сумму суммарной радиации

а) *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:

$$\sum_{м} Q = \left[\frac{0,207}{2}\cdot 264 + \left(\frac{0,207}{2} + 0,444 + 0,526 + 0,348 + \frac{0,163}{2}\right)\cdot 180 + \right.$$
$$\left. + \frac{0,163}{2}\cdot 216\right]\cdot 0,06\cdot 31 = 587 \text{ МДж/м}^2.$$

б) *за октябрь в пункте А*. 15 октября первое срочное наблюдение проведено перед восходом Солнца, но среднемесячное значение суммарной радиации для этого срока выше нуля, а в срок 18 ч 30 мин наблюдения не проводились, так как значение Q было равно нулю. Среднемесячные значения Q по срокам следующие:

Номер срока	1	2	3	4
Время срока, ч мин	6 30	9 30	12 30	15 30
Q кВт/м ^{2}	0,008	0,140	0,214	0,063

В день 15 октября восход Солнца в 6 ч 32 мин, а заход в 16 ч 59 мин. Первым сроком считаем 6 ч 30 мин, а последним - 15 ч 30 мин, поэтому в формуле (Л.2) величина Q_4 занимает место величины Q_5. Находим: t_2 = 89 мин. Поскольку значение t_1 отрицательно, то первый член правой части формулы (Л.2) принимаем равным нулю, и она будет иметь вид:

$$\sum_{м} Q = \left[\left(\frac{Q_1}{2} + Q_2 + Q_3 + \frac{Q_4}{2}\right)\cdot 180 + \frac{Q_4}{2} t_2\right]\cdot 0{,}06N =$$

$$= \left[\left(\frac{0{,}008}{2} + 0{,}140 + 0{,}214 + \frac{0{,}063}{2}\right)\cdot 180 + \frac{0{,}063}{2}\cdot 89\right]\cdot 0{,}06\cdot 31 = 136 \text{ мДж/м}^2.$$

в) *за сентябрь в пункте А*. 15 сентября Солнце зашло перед пятым сроком, но среднемесячное значение суммарной радиации для этого срока выше нуля:

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}	0,083	0,352	0,401	0,213	0,006

Восход Солнца 15 сентября в 5 ч 24 мин, а заход в 18 ч 26 мин. Определяем: t_1 = 66 мин, t_2 = -4 мин. Поскольку t_2 отрицательно, то последнее слагаемое уравнения (Л.2) принимаем равным нулю:

$$\sum_{м} Q = \left[\frac{0{,}083}{2}\cdot 66 + \left(\frac{0{,}083}{2} + 0{,}352 + 0{,}401 + 0{,}213 + \frac{0{,}006}{2}\right)\cdot 180\right]\times$$

$$\times\, 0{,}06\cdot 30 = 332 \text{ мДж/м}^2.$$

г) *за январь в пункте А*. Проведено всего два срочных наблюдения за день:

Номер срока	1	2
Время срока, ч мин	9 30	12 30
Q кВт/м ^{2}	0,006	0,031

Восход Солнца 15 января в 9 ч 47 мин, а заход в 14 ч 33 мин. Значения t_1 и t_2 следующие: t_1 = -17, t_2 = 123 мин. Формула (Л.2) принимает вид:

$$\sum_{м} Q = \left[\left(\frac{0{,}006}{2} + \frac{0{,}031}{2}\right)\cdot 180 + \frac{0{,}031}{2}\cdot 123\right]\cdot 0{,}06\cdot 31 = 10 \text{ МДж/м}^2.$$

д) *за январь в пункте Б*. Проводилось одно срочное наблюдение за день:

Номер срока	3
Время срока, ч мин	12 30
Q кВт/м ^{2}	0,021

Восход Солнца 15 января в 10 ч 16 мин, а заход в 14 ч 04 мин. Значения t_1 и t_2 следующие: t_1 = 134, t_2 = 94 мин.

$$\sum_{м} Q = \left[\frac{0,021}{2} \cdot 134 + \frac{0,021}{2} \cdot 94\right] \cdot 0,06 \cdot 31 = 4 \text{ МДж/м}^2.$$

Л.2.2 Месячные суммы рассеянной радиации вычисляют аналогично месячным суммам суммарной радиации.

Л.2.3 Месячную сумму радиационного баланса $\sum_{м} B$ 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 $A_к$ 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

$$\sum_{м} B = \left(\frac{B_1 + B_2}{2} t_1 + \frac{B_2 + B_3}{2} t_2 + \ldots + \frac{B_7 + B_8}{2} t_7 + \frac{B_8 + B_1}{2} t_8\right) \cdot 0,06\, N, \qquad (Л.3)$$

где $B_1 - B_8$ - среднемесячные значения баланса, кВт/м ^{2};

$t_1 - t_7$ - 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 (Л.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 (Л.3) не включают; если подобным образом расположен и второй установленный момент перехода B через нуль, то не включают и его.

Примеры

1 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 2 ч 06 мин, а заход в 21 ч 56 мин. Находим установленные моменты перехода значения B через нуль: 2 ч 06 мин + 1 ч = 3 ч 06 мин и 21 ч 56 мин + 1 ч 10 мин = 23 ч 06 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	3 06	6 30	9 30	12 30	15 30	18 30	23 06
B кВт/м ^{2}	-0,026	0	0,114	0,282	0,342	0,218	0,070	0
t мин	156	204	180	180	180	180	276	84

$$\sum_{\text{м}} B = \left(\frac{-0,026+0}{2} \cdot 156 + \frac{0+0,114}{2} \cdot 204 + \frac{0,114+0,282}{2} \cdot 180 + \right.$$
$$+ \frac{0,282+0,342}{2} \cdot 180 + \frac{0,342+0,218}{2} \cdot 180 + \frac{0,218+0,070}{2} \cdot 180 +$$
$$\left. + \frac{0,070+0}{2} \cdot 276 + \frac{0-0,026}{2} \cdot 84 \right) \cdot 0,06 \cdot 31 = 346 \text{ мДж/м}^2.$$

2 Установленный момент перехода величины B через нуль после восхода Солнца находится между двумя сроками с одинаковыми знаками у значений B . В примере рассматриваются данные за январь при сплошном снежном покрове. Время восхода Солнца 7 ч 49 мин, захода 16 ч 31 мин. Находим установленные моменты перехода значения B через нуль при снежном покрове: 7 ч 49 мин + 1 ч 30 мин = 9 ч 19 мин и 16 ч 31 мин - 1 ч 30 мин = 15 ч 01 мин. Помещаем их в таблицу примера:

Номер срока	1	2	3	4	5	6	7	8
Время, ч мин	0 30	6 30	9 19	9 30	12 30	15 01	15 30	18 30
B кВт/м ^{2}	-0,017	-0,021	0	-0,015	0,034	0	-0,024	-0,024
t мин	360	180	-	180	151	29	180	360

Поскольку установленный момент перехода через нуль 9 ч 19 мин расположен между сроками 6 ч 30 мин и 9 ч 30 мин, за которые получены значения B , то этот момент в расчет не принимаем. Таким образом,

$$\sum_{м} B = \left(\frac{-0,017 - 0,021}{2} \cdot 360 + \frac{-0,021 - 0,015}{2} \cdot 180 + \frac{-0,015 + 0,034}{2} \cdot 180 + \right.$$
$$+ \frac{0,034 + 0}{2} \cdot 151 + \frac{0 - 0,024}{2} \cdot 29 + \frac{-0,024 - 0,024}{2} \cdot 180 +$$
$$\left. + \frac{-0,024 - 0,017}{2} \cdot 360 \right) \cdot 0,06 \cdot 31 = -33 \text{ мДж/м}^2.$$

Л.2.4 Среднемесячное альбедо $A_к$ получают как среднее арифметическое 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 $A_к$ округляют до 0,01.

Л.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

$$\sum_{м} S' = \sum_{м} Q - \sum_{м} D .$$

Л.2.6 Месячную сумму отраженной радиации получают по месячной сумме суммарной радиации и среднемесячному альбедо по формуле

$$\sum_{м} R_к = A_к \sum_{м} Q . \qquad (Л.4)$$

Л.2.7 Месячную сумму коротковолнового баланса получают как разность между месячными суммами суммарной и отраженной радиации по формуле

$$\sum_{м} B_к = \sum_{м} Q - \sum_{м} R_к \text{ или } \sum_{м} B_к = (1 - A_к) \sum_{м} Q . \qquad (Л.5)$$

Л.2.8 Месячную сумму длинноволнового баланса получают по формуле

$$\sum_{м} B_д = \sum_{м} B + \sum_{м} R_к - \sum_{м} Q . \qquad (Л.6)$$

Л.2.9 В период полярного дня в пунктах, расположенных за полярным кругом, месячную сумму суммарной радиации (и месячную сумму рассеянной радиации) вычисляют по формуле

$$\sum_{м} Q = (2Q_0 + 1,5Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + 1,5Q_5) \cdot 10,8\, N , \qquad (Л.7)$$

где Q_0 - среднемесячное значение суммарной радиации в срок 0 ч 30 мин, кВт/м ^{2};

$Q_1 - Q_5$ - 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 (3,6·3=10,8).

Месячную сумму радиационного баланса вычисляют по формуле (Л.3) без введения в нее установленных моментов перехода величины B через 0, т.е. по шести срокам.

ПРИЛОЖЕНИЕ М
(справочное)

Значения коэффициента $[1-0{,}008(T-20)]$, используемого для введения температурных поправок к показаниям актинометра, при различной температуре воздуха T

Десятки °С	Единицы °С									
	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 Н (справочное)

БИБЛИОГРАФИЯ

1 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.3. Ч.1. Л.: Гидрометеоиздат, 1985.

2 Барашкова Е.П., Гаевский В.Л., Дьяченко Л.Н., Лугина К.М., Пивоварова З.И. Радиационный режим территории СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1961.

3 Пивоварова З.И., Стадник В.В. Климатические характеристики солнечной радиации как источника энергии на территории СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1988.

4 Русин Н.П. Прикладная актинометрия. Л.: Гидрометеоиздат, 1979.

5 Методические указания. Образцовые актинометры ОСИ 2-го и 3-го разрядов. Методы и средства поверки. Л., РТП ГГО, 1979.

6 Методические указания. Интегратор электролитический типа Х-607 и Х-603. Методы и средства поверки. Л., РТП ГГО, 1981.

7 Методические указания. Гальванометр стрелочный актинометрический ГСА-1М (модификации А и Б). Методы и средства поверки. Л., РТП ГГО, 1979.

8 Методические указания. Актинометр типа М-3. Методы и средства поверки. Л., РТП ГГО, 1979.

9 Методические указания. Головка пиранометра М-115М. Методы и средства поверки. Л., РТП ГГО, 1979.

10 Методические указания. Балансомер термоэлектрический типа М-19М. Методы и средства поверки. Л., РТП ГГО, 1980.

11 Методическое письмо, направленное на сеть Главной геофизической обсерваторией им. А.И.Воейкова по организации поверки актинометрических приборов реперных климатических станций. N 26/8692 от 23.12.85.

12 Методические указания. Актинометр индукционный ручной (АРИ-49). Методы и средства поверки. Л., РТП ГГО, 1981.

13 РД 52.04.135-91. Единые отраслевые нормы расхода материалов при производстве актинометрических и теплобалансовых наблюдений.

14 РД 52.19.252-91. Нормы расхода спирта на производственные нужды в системе Госкомгидромета.

15 Ильин Б.М., Федорович Е.Е., Чурина Е.Н. Алгоритм расчета климатических характеристик суммарной радиации по данным срочных наблюдений. Метеорология и гидрология, 1988, N 1.

Электронный текст документа
подготовлен ЗАО "Кодекс" и сверен по:
/ Федеральная служба России
по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. - М., 1997