

### ФЕРРОГРАФИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ВРЕМЕНИ АСТРОНАБЛЮДЕНИИ С КОНТАКТНЫМ ХРОНОМЕТРОМ

Для феррографической регистрации моментов полевых наблюдений [1] разработан феррохронограф [2], одновременно записывающий с высокой точностью на магнитной ленте электрические импульсы, соответствующие определяемым и эталонным сигналам. Более подходящими оказались эталонные сигналы с частотой не менее 10 Гц. Поэтому конструкция прибора была приспособлена к работе в комплекте с полевыми кварцевыми часами, имеющими на выходе такую частоту.

В практике полевых астронаблюдений еще нередко находят применение пружинные хронометры, дающие механические замыкания контактов с периодом 1 с. При использовании их в качестве генератора эталонных сигналов для феррографической регистрации приходится измерять линейные расстояния на магнитной ленте. Для достижения точности 0,01с достаточно применить миллиметровую линейку, однако это влечет за собой увеличение затрат времени и труда. Последнее обстоятельство можно устранить, если феррохронограф снабдить умножителем частоты меток времени контактного хронометра.

Описем конструкцию такого варианта прибора. Феррохронограф имеет лентопротяжный тракт, одновременно записывающий электрические сигналы на магнитную ленту по двум дорожкам, зазор между которыми менее 0,1 мм; электронную часть, подающую на магнитную головку электрические сигналы определенного вида и напряжения, соответствующие радиосигналам и механическим замыканиям контактов окулярного микрометра и хронометра; генератор импульсов частотой 10 Гц, синхронизируемый контактами хронометра.

Функциональная схема умножителя частоты меток времени представлена на рис. 1. Замыкания контактов хронометра запускают задержанный мультивибратор 1, который генерирует прямоугольные импульсы длительностью 50 мс. Помимо получения импульсов, удобной для записи на феррохронографе длительности, применение мультивибратора позволяет избежать вредного влияния дрейба контактов, который может составлять 10...20 мс и ухудшать точность регистрации моментов.

Свободный мультивибратор 2, генерирующий метки времени 0,1 с длительностью 1 мс, синхронизируется передними фронтами секундных импульсов. Импульсы 0,1с поступают на декадный делитель частоты 3, на выходе которого проходит каждый десятый после начала секунды импульс мультивибратора 2. Электронный ключ 4 пропускает этот импульс на вход схемы формирования сигнала автоматической подстройки частоты (АПЧ) 5 в случае, если на выходе мультивибратора 1 имеется положительное напряжение

порядок наблюдений состоит из приема радиосигналов времени, измерений горизонтальных углов между Солнцем и местным предметом, вторичного приема радиосигналов времени. Порядок измерения горизонтального угла  $Q$  между Солнцем и местным предметом в каждом приеме следующий:

1. Наблюдение местного предмета при  $KI$  ( $KII$ ), отсчеты горизонтального круга.
2. Наблюдение Солнца при  $KI$  ( $KII$ ): наведение трубы инструмента на Солнце таким образом, чтобы диск Солнца оказался левее вертикальной нити в поле зрения; отсчеты накладки уровня и перекладка его на  $180^\circ$ ; фотографирование Солнца с фиксацией момента экспозиции с помощью хронографа; повторный отсчет уровня; отсчет горизонтального круга.

3. Наблюдение Солнца при  $KI$  ( $KII$ ) аналогично пункту 2.
4. Наблюдение местного предмета при  $KI$  ( $KII$ ) аналогично пункту 1.

Для наблюдений используется астрономический теодолит  $AU-2''/10'$ , на окулярной части которого крепится зеркальный фотоаппарат, а на противоположной части горизонтальной оси инструмента установлен противовес. Гнездо синхронизатора фотоаппарата соединено с хронографом, второй конец провода заземлен. В качестве фотоувеличительного материала используют фотопленку типа «Мирад-200» низкой чувствительности ( $\sim 6$  ед. ГОСТа) и высокой разрешающей способностью (400 лин./мм).

Порядок обработки результатов наблюдений следующий: вычисление поправки хронометра из расшифровки хронографических лент приема радиосигналов времени, промеры снимков на координатно-измерительных машинах, вычисление  $\Delta M$  (отстояние центра диска Солнца от вертикальной нити), вычисления чиселых значений направлений на местный предмет и Солнце, вычисление азимута Солнца  $A_{\Sigma}$  на моменты наблюдений по (1), вычисление азимута местного предмета.

По изложенной выше методике произведены две серии наблюдений по девять приемов в каждой. Вычисленный азимут местного предмета характеризуется средней квадратической ошибкой одного наблюдения  $m=3,30''$  ( $M=0,78''$ ). Для сравнения определен азимут того же направления по часовому углу Полярной ( $M=0,28''$ ). Значение азимута, вычисленного по наблюдениям Солнца, составляет  $245^{\circ}29'49,78''$ , а по Полярной —  $245^{\circ}29'49,33''$ . Различия в азимутах получились  $0,45''$ , что говорит о надежно полученном результате.

Таким образом, азимут местного предмета по фотографическим наблюдениям Солнца можно получить с точностью до  $1''$ .

(несовпадение с секундным импульсом). При этом постоянное напряжение на выходе схемы АПЧ изменяется, вызывая увеличение периода импульса мультивибратора 2 приблизительно на 0,2%. В исходном состоянии частота мультивибратора 2 на ~8% выше 10 Гц, что соответствует опережению десятого импульса по сравнению с секундным на ~80 мс. В результате работы схемы АПЧ это опережение будет скомпенсировано за ~40 с. Импульсы

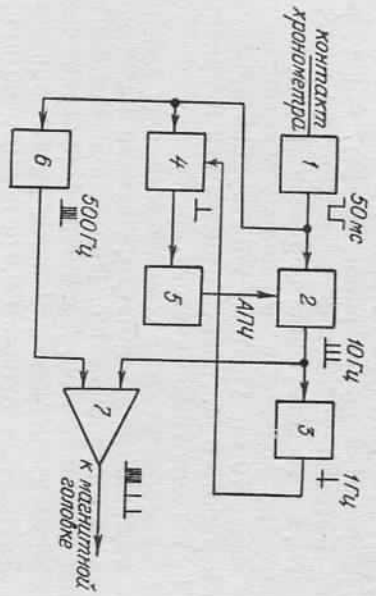


Рис. 1. Блок-схема генератора меток времени.

Мультивибратора 2 поступают на выходной усилитель меток времени 7. Секундные метки мультивибратора 1 включают генератор заполнения 6, который генерирует пакет прямоугольных колебаний частотой около 500 Гц. Сигнал генератора 6 также подается на вход усилителя 7. Применение генератора заполнения позволяет придать секундным меткам на хронограме характерный заштрихованный вид, что облегчает их распознавание.

Полная принципиальная схема феррохронографа, предназначенного для работы с контактным хронометром, показана на рис. 2. Мультивибраторы и выходной усилитель собраны на операционных усилителях серии К 140; в качестве делителя частоты применен декадный счетчик с фазомпульсным представлением информации К 155 ИЕ. Кроме описанных выше узлов, в схеме содержится усилитель-формирователь радиосигналов времени на микросхеме МС 6; формирователь импульсов контактного микрометра и стрелочный индикатор. В зависимости от режимов работы микрометр контролирует наличие и уровень усиленного сигнала радиоприемника, исправность цепи контактного микрометра, работу генератора меток времени и напряжение источника питания.

Конструктивно все блоки феррохронографа собраны в одном корпусе, на лицевой панели которого размещены клавиши управления, ручки настройки и индикатор контроля работы отдельных цепей. Питание всех цепей феррохронографа осуществляется постоянным током от внешнего источника напряжения 12 В или от внутренних батарей. Потребляемый ток не превышает 200 мА.

Для регистрации времени при польвах астронаблюдениях на первую дорожку стандартной магнитофонной ленты записываются

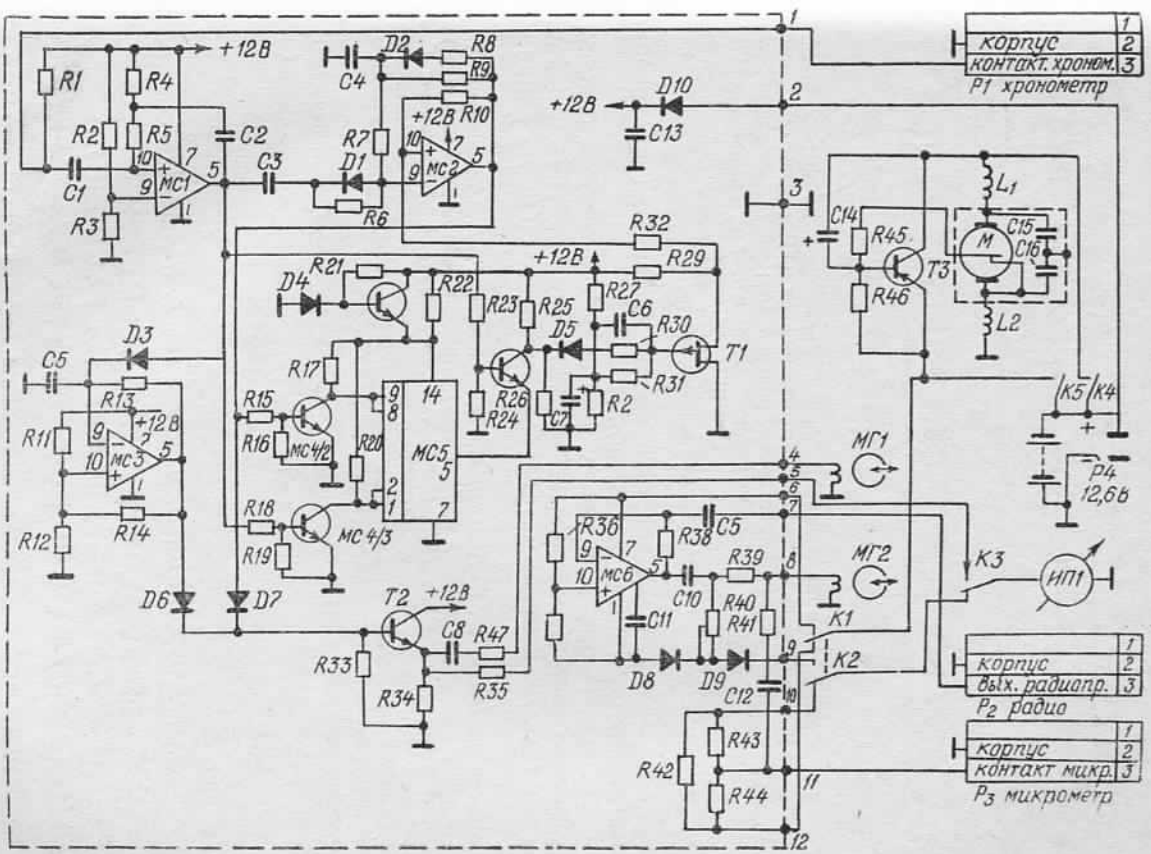


Рис. 2. Принципиальная схема феррохронографа.

метки времени хронометра и умножителя частоты, а на вторую — или радиосигналы точного времени (режим привязки хронометра), или импульсы замыкания контактов микрометра (режим астронаблюдений). Питание электронной схемы феррохронографа должно включаться не менее чем за 40 с до начала регистрации, что-



Рис. 3. Вид проявленной записи, полученной на феррохронографе в режимах привязки часов (а) и привязки астронаблюдений (б):  
1 — секундные метки времени; 2 — метки 0,1 с; 3 — секундные радиосигналы точного времени; 4 — минутный радиосигнал; 5 — радиомехки; 6 — импульсы замыкающей контактной окладной микрометра.

бы успеха установившись частота меток 10 Гц. Вид проявленной магнитной записи показан на рис. 3.

Описанный вариант прибора применялся в практике полевых астронаблюдений в различных географических районах и показал соответствие современным требованиям точности регистрации.

**Список литературы:** 1. Дудяев А. Т., Крайнок Г. Г., Догвиненко А. А. Регистрация времени астронаблюдений на магнитной ленте. — Геология, картография и аэрофото съемка, 1979, вып. 29. 2. Догвиненко А. А., Крайнок Г. Г., Дудяев А. Т. Хронограф для магнитной регистрации времени полевых астронаблюдений с применением кварцевых часов. — Циркуляр астрономической обсерватории Львовского государственного университета, 1979, № 54.

Статья поступила в редакцию 26.12.83

УДК 528.612.5

Ф. Д. ЗАБЛОЦКИЙ, Н. И. КРАВЦОВ, А. И. ТЕРЕШУК

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ РАДИОВОЛН ОТ МЕТЕОЭЛЕМЕНТОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АНТАРКТИДЕ

Климат внутриконтинентальной зоны Антарктиды — самый суровый на земном шаре. Рекордно низкая температура зафиксирована в июле 1983 г. на советской станции Восток — 89,2 °С. В табл. 1 приведены среднесезонные и среднегодовые многолетние характеристики, усредненные по метеорологическим наблюдениям

на уровне внутриконтинентальных станций Восток, Амундсен-Скотт и Бард [2, 3]. Крайне низкие температуры воздуха, сильное радиационное выхолаживание, большая высота ледникового купола над уровнем моря способствуют очень низкому влагосодержанию воздуха. Известно, что влажность оказывает наибольшее влияние на точность определения показателя преломления воздуха для электромагнитных волн радиодиапазона. Таким образом, Цент-

Таблица 1  
Среднестатистические данные метеорологических наблюдений в Центральной Антарктиде

Элементы	Лето	Осень	Зима	Весна	За год
Температура воздуха, °С	-28,1	-49,7	-53,8	-44,7	-44,1
Давление воздуха, 10 <sup>2</sup> Па	711,7	704,2	701,3	700,1	704,3
Скорость ветра, м/с	5,3	7,1	7,5	7,0	6,7
Упругость водяного пара, 10 <sup>2</sup> Па	0,51	0,20	0,16	0,21	0,27
Сумма радиационного баланса, ккал/см <sup>2</sup> *	3,2	-3,5	-3,8	-1,0	-5,1

\* Принято только для станции Восток.

ральная Антарктида с этой точки зрения — самый благоприятный район для проведения радиодальномерных измерений.

Для исследования закономерности распределения показателя преломления радиоволн мы использовали результаты 46 аэрологических зондирований (в среднем по одному в неделю) на станции Восток [4]. Поскольку влажность воздуха в Центральной Антарктиде очень низкая и составляет для самого теплого месяца — января — на станции Восток 0,25-10<sup>2</sup> Па, то неучет ее при вычислении модуля показателя преломления воздуха для радиоволн N<sub>p</sub> составляет лишь 1,5 [1]. Таким образом, неучет влажности при вычислении N в условиях Центральной Антарктиды практически не выходит за пределы точности определения самого показателя преломления.

Для вычисления N мы применяем известную формулу Фрума и Эссена, полагая, что e=0. N<sub>p</sub> находим по давлению и температуре воздуха, зафиксированных на стандартных высотах нижних слоев атмосферы, причем высота станции Восток над уровнем моря составляет почти 3,5 км. Усредненные из 46 зондирований значения модуля показателя преломления представлены на рисунке.

Анализируя график, можно сделать вывод о практически линейном изменении показателя преломления с высотой, за исключением приземного слоя, характеризирующегося практически постоянным инверсионным распределением температуры с высотой.

Показатель преломления запишем в виде линейной зависимости:

$$N = a/T + br + c, \quad (1)$$