

## РЕГИСТРАТОР АВТОМАТИЧЕСКОГО СЧЕТЧИКА АЭРОИОНОВ

В. Я. Ирд, М. Э. Лепик

В настоящее время все шире ставится вопрос об изучении атмосферного электричества. Одним из методов изучения является определение распределения концентрации аэроионов по подвижностям — спектра аэроионов, содержащего важную информацию об электрическом состоянии воздуха, а также о его загрязненности.

Как выяснено многими исследователями [1, 2, 3, 4], концентрация аэроионов в воздухе имеет корреляцию с разными атмосферными явлениями и метеорологическими факторами. Для изучения этих зависимостей надо длительное время производить большое число единичных измерений нескольких параметров воздуха одновременно.

По сравнению с автоматическими метеостанциями менее известны автоматические счетчики аэроионов. Совсем нет данных о комбинированных приборах для одновременной регистрации метеорологических и ионизационных параметров воздуха.

Рассмотрим кратко некоторые автоматические счетчики аэроионов.

В работе [5] описан аспирационный интегральный счетчик аэроионов, в котором спектр подвижностей аэроионов измеряют по заранее заданной программе. В качестве измерителя тока ионов применен механический спектрометр, а его показания регистрируют на фотобумаге на вращающемся барабане.

В [6] описан измеритель проводимости воздуха с применением аспирационного интегрального счетчика легких аэроионов. Измерителем тока служит электрометрический усилитель с динамическим конденсатором; его показания регистрируют на обыкновенной бумажной ленте в виде игольных дырок.

В работе [7] приводится описание станции атмосферного электричества. Шестиканальным точечным самописцем регистрируются обе полярные проводимости воздуха, напряженность электрического поля и плотность вертикального тока.

Аналогичная установка приведена в работе [8].

Описанные приборы могут длительное время работать без вмешательства человека. Однако подготовка полученных данных для выполнения нужных вычислений на ЭЦВМ, например при изучении корреляционных связей между ионизацией и метеорологическими характеристиками атмосферы, очень трудоемка.

С целью уменьшения затраты времени на получение и обработку данных о спектре аэроионов и метеорологических факторах в проблемной лаборатории аэроионизации и электроаэрозолей ТГУ разрабатывается соответствующая автоматическая станция. Для измерения спектра аэроионов выбран метод варьирования предельной подвижности [9] аспирационного измерительного конденсатора по заданной программе (определенная временная последовательность отдельных измерений концентрации аэроионов при различных заданных предельных подвижностях измерительного конденсатора)

Измерителем концентрации аэроионов служит интегральный счетчик аэроионов с заземленной внешней обкладкой, действующий по методу разрядки с высокочувствительным динамическим электрометром, который работает в режиме «пролетающего нуля». Выходным сигналом счетчика является промежуток времени, в течение которого заряд измерительного конденсатора уменьшается на заданное значение.

Источниками информации о метеорологических факторах воздуха служат датчики, выходной сигнал которых поступает в регистрирующий блок автоматической станции в виде пятиэлементного двоичного кода. В приборе предусмотрена возможность присоединения 10 датчиков такого типа, например датчиков направления ветра, силы ветра, температуры, давления, космического излучения и т. п.

Носителем собранной информации выбрана стандартная телеграфная перфслента как самая распространенная в практике связи между ЭЦВМ и пунктом сбора информации. Применение телеграфного аппарата позволяет передать измерительные данные по телеграфной линии или по радио на центральный пункт сбора информации или же прямо на ЭЦВМ. Признаком распознавания отдельных параметров воздуха служит их определенная последовательность на перфоленте после так называемого «знака начала цикла».

Промежутки времени на выходе счетчика аэроионов измеряется по методу счета импульсов определенной частоты [10]; выходным сигналом при этом получается двоичный код числа импульсов, которое прямо пропорционально длине промежутка времени.

Выработанные таким образом двоичные коды всех интересующих параметров воздуха при помощи матричного переключателя и сдвигового регистра преобразуются в форму, пригодную



$$\delta = \delta_k + \delta_i.$$

Допустимая частота импульсов может быть определена как

$$f \geq \frac{1}{\delta_k \cdot t_{\min}},$$

где  $\delta_k$  — допустимая погрешность от квантования,  
 $t_{\min}$  — минимальное измеряемое время.

Емкость счетчика импульсов определяется по выражению

$$N = t_{\max} f,$$

где  $t_{\max}$  — максимальная длительность измеряемого времени.

Число двоичных порядков  $n$ , требуемое для записи числа  $N$  в двоичном коде, вычисляется из выражения

$$2^n \geq N.$$

Столько же триггеров должен содержать счетчик времени.

Конструкцией счетчика аэроионов определено  $t_{\min} = 5$  сек.,  $t_{\max} = 300$  сек. Принимая  $\delta = 1\%$  и  $\delta_i = 0,6\%$ , получаем  $\delta_k = 0,4\%$ ,  $f = 50$  гц,  $N = 15000$  и  $n = 14$ .

Итак, информация об ионизации воздуха выражена 14-разрядным двоичным числом. Вывести эту информацию на перфоленту следует четырьмя отдельными группами, по четыре разряда в каждой. Пятиразрядные группы использовать нельзя, что объясняется следующим. «Знак начала цикла», очевидно, должен быть пятизначным, для того, чтобы он был узнаваемым. Однако пятиразрядная группа кодовых элементов в счетчике времени может принимать все 32 возможные комбинации, в том числе и комбинацию, соответствующую «знаку начала цикла». Для устранения возникающей неопределенности приходится всю полезную информацию перфорировать четырехразрядными двоичными числами, а пятый элемент в телеграфном коде использовать в качестве признака (например, дырка в ленте на пятой дорожке указывает на полезную информацию, а отсутствие дырки — на «знак начала цикла»).

Ясно, что такое требование приводит к нерациональному использованию перфоленты и оперативной памяти вычислительной машины. Выходом из положения было бы использование перфоратора с более широкой лентой (лучше всего с 15 дорожками), но тогда отпадала бы возможность простой дистанционной передачи результатов измерения.

Нужный порядок перфорирования собранной информации обеспечивается соответствующими коммутаторами  $K_1$  и  $K_2$ . Каждый коммутатор состоит из циклического счетчика импульсов и диодной матрицы. Запуск коммутатора осуществляется анало-

тично запуску в счетчике времени, а остановка — сигналом обратной связи от циклического счетчика.

Появляющийся на каком-либо из выходов коммутаторов  $K_1$  или  $K_2$  (кроме 6-го и 11-го соответственно) импульс отпирает соответствующую группу вентилях  $I_2 \dots I_{15}$ . Пятиэлементный код, состоящий из четырех разрядов полезной информации и одного элемента признака, записывается через группу ИЛИ<sub>1</sub>\* в сдвигающий регистр. Одновременно тот же импульс от коммутатора через группу ИЛИ<sub>2</sub> используется для запуска генератора сдвигающих импульсов ГСИ.

Коммутатор  $K_1$  работает вместе со счетчиком времени. Он запускается от сигнала окончания измеряемого промежутка времени. Импульсом из 5-го выхода перфорируются данные о диапазоне счетчика ионов, а импульс с 6-го выхода служит сигналом сброса счетчика С и сигналом о готовности счетчика времени к следующему измерению.

Коммутатор  $K_2$  определяет последовательность перфорирования данных от датчиков А И. Он запускается от сигнала программного устройства аэроионометеостанции.

Коммутаторы сконструированы таким образом, что каждый следующий сигнал для перфорирования выдается только после окончания предыдущего цикла перфорирования.

Телеграфный сигнал состоит из 7 последующих друг за другом импульсов: первый — стартовый бестоковый импульс, второй по шестой — кодовые импульсы, носящие полезную информацию и седьмой — стоповый токовый импульс.

Для преобразования параллельных кодов измеряемых величин в вышеуказанный нужный для телеграфного аппарата последовательный код служит сдвигающий регистр СР вместе с генератором сдвигающих импульсов ГСИ. В ГСИ используется циклический счетчик импульсов с коэффициентом пересчета 6, сигнал переполнения которого запирает клапан, через который импульсы поступают на счетчик. На выходе ГСИ появляется пакет из 6 импульсов, которые используются в качестве сдвигающих импульсов.

Сдвигающий регистр состоит из последовательно включенных триггеров и элементов задержки. Упрощенное объяснение его работы следующее. При подаче сдвигающего импульса все триггеры отдают свой выходной сигнал на элементы задержки, а через время задержки этот сигнал записывается в соседнем триггере. При подаче определенного числа сдвигающих импульсов на выходе крайнего триггера появляется последовательный код, соответствующий вписанному в сдвигающий регистр параллельному коду.

---

\* Символ ИЛИ означает логическое сложение. На выходе элемента ИЛИ появляется сигнал, если сигнал имеется по крайней мере на одном его входе.

Для получения старт-импульса используется импульс для запуска циклического счетчика. После этого 5 сдвигающих импульсов выдвигают код, носящий полезную информацию, 6-м импульсом сдвига оказывается на выходе регистра стоп-импульс, который постоянно прописан в крайнем левом, т. н. квазитриггере регистра.

Сигнал от выхода сдвигающего регистра поступает на двухкаскадный усилитель мощности и затем на телеграфный аппарат типа СТА-2М с перфоратором СТАП.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Sikсна, R., Measurements of large ions in the atmospheric air at Uppsala. Ark. geofys., 1957, 1, 18, 483—518.
2. Марран, X., Об исследовании связи между плотностью атмосферных ионов и метеорологическими факторами. Уч. зап. Тартуского гос. ун-та. Тарту, 1958, 59, 108—138.
3. Прюллер П. К., Сакс О. В., Рийв Я. Я., Ионизация атмосферы и метеорологические элементы в г. Тарту с августа 1960 г. по июль 1963 г. и их гигиеническое значение. Сб. Аэроионизация в гигиене труда. Л., 1966, 195—199.
4. Prüller, P., Reinet, J., Long term Investigations of Atmospheric Ionization in Tartu, Estonian SSR. Int. J. Biometeor., 1966, 10, 2, pp. 127—133.
5. Saks, O., Automaatne fotograafilineioonide loendaja. Tartu Riikliku Ülikooli Toimetised, 1956, 42, 84—93.
6. Salvador, O., Masson, H., Enregistrement confirm de la conductibilité ionique de l'air au voisinage du sol. Le journal de physique et le radium physique appliquée. 1958, 19, p. 124.
7. Dolezalek, H., Die luftelektrische Station. Teil II, Beschreibung der Station. Gerlands Beitr. Geophys. 1962, 71, 3, S. 161—171.
8. Kilinski, E. v., Die neuen Registrieranlagen im luftelektrischen Hause des Hauptobservatoriums in Potsdam. Z. f. Met., 1953, 7, 5, S. 146—150.
9. Sikсна, R., Mobility Spectra of Ions Formed in a Room by Negative Corono Discharge. Ark. fys., 1952, 5, 26, 545—564.
10. Хлистунов В. Н., Основы цифровой электроизмерительной техники. М.—Л., 1966.

Поступила 10/II 1969 г.

## AEROIOONIDE AUTOMAATSE LOENDAJA REGISTRAATOR

V. Ird, M. Lepik

Resümee

Esitatakse automaatse seadme kirjeldus, mis mõõdab aeroioonide tihedust ja õhu meteoroloogilisi parameetreid ja perforeerib tulemused telegraafilindile. Antakse seadme registreeriva osa blokk skeem.

Seadme kasutamisel väheneb tööjõu ja aja kulu nimetatud õhuparameetrite mõõtmisel ja tulemuste ettevalmistamisel arvutuste tegemiseks elektronarvutil.

# RECORDER OF AN AUTOMATIC COUNTER OF AIR IONS

V. Ird, M. Lepik

## Summary

Description of an automatic device is presented which measures air ion density and meteorological parameters of the atmosphere and perforates the results on a teletype tape. A skeleton diagram of the recording part of the device is given.

When using this equipment, the expenditure of labour and time on the measurement of the above parameters of the air and on the preparation of the results for a computer is reduced.