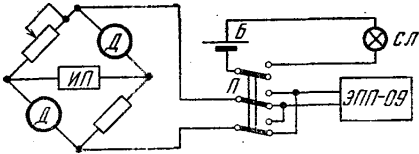


А. Г. ВОСКАНЯН

## РАСШИРЕНИЕ ПРЕДЕЛА ИЗМЕРЕНИЯ ПОТЕНЦИОМЕТРА ТИПА ЭПП-09

На кафедре физики моря и вод суши физического факультета МГУ в 1965 г. была разработана аппаратура для одновременной регистрации температуры воды и глубины погружения датчиков в море [1]. В качестве регистраторов использовались потенциометры ЭПП-09, находящиеся на борту судна и связанные с датчиками многожильным кабелем. Регистрация температуры воды с точностью  $0,05^\circ$  в диапазоне  $20^\circ$  требовала расширения предела измерения потенциометра в два раза (основная погрешность записи потенциометра составляет  $\pm 0,5\%$  диапазона измерения прибора). Для этого последовательно с измеряемым напряжением на вход потенциометра подавалось стабилизированное напряжение обратного знака, по величине равное полному диапазону измерения данного потенциометра. Получалась двухдиапазонная шкала по  $10^\circ$  в каждой. Такая система требовала дополнительного источника стабилизированного напряжения.



Электрическая схема термометра

Расширение предела измерения потенциометра можно осуществлять также изменением сопротивления одного из плеч измерительного моста на такую величину, чтобы возникающее напряжение в диагонали моста перемещало каретку потенциометра на всю шкалу [2]. Здесь требуется точная подгонка и сохранность величины выбранного сопротивления.

В последнее время на кафедре физики моря и вод суши эта система была упрощена. На рисунке приведена электрическая схема нового варианта термометра: Д — платиновые проволочные датчики температуры типа ИС-264А, ИП — источник питания моста, П — переключатель полярности, СЛ — сигнальная лампа, Б — батарея. В этой схеме отсутствуют дополнительный стабилизатор напряжения и калибровочные сопротивления. Диагональ измерительного моста соединена с потенциометром через переключатель полярности П. При этом мост отрегулирован так, что баланс моста наступает при температуре  $20^\circ\text{C}$ . Это значение соответствует середине выбранного интервала измерения температуры. При изменении температуры от  $20$  до  $30^\circ\text{C}$  сигнал с моста поступает на потенциометр и развертывается на всю шкалу. При изменении температуры от  $20$  до  $10^\circ\text{C}$  — изменяется полярность выходного сигнала моста. Тогда при помощи переключателя П сигнал коммутируется и подается на вход того же потенциометра. Одновременно загорается сигнальная лампочка, указывающая, что измерение ведется на втором диапазоне. Таким образом, одна и та же шкала потенциометра используется дважды. Этот способ расширения предела измерения потенциометра, в отличие от предыдущих, не содержит дополнительных устройств, удобен в эксплуатации и при этом не вносятся дополнительные погрешности измерения.

Изготовленный образец термометра с потенциометром ЭПП-09 был проградуирован в лаборатории физики моря и испытан на Черном море с научно-исследовательского судна «Московский университет» летом 1968 г.

Необходимо отметить, что этот способ пригоден только в случае, когда на вход потенциометра сигнал подается с диагонали неуравновешенного моста. Однако это не означает, что данный способ пригоден только для указанного термометра. Известно, что электрические методы измерения неэлектрических величин в основном проводятся при помощи электрических мостовых схем [3]. Следовательно, предложенный способ может найти широкое применение при других видах измерений.

При расширении предела фактически повышается класс прибора, основная погрешность становится  $\pm 0,25\%$  диапазона измерения прибора, сохраняя абсолютную погрешность по длине шкалы в  $1,37$  мм.

В заключение отметим, что такой способ расширения предела измерения потенциометра не приводит к какому-либо изменению схемы самого потенциометра и в любом случае можно его использовать как обычный.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Восканян А. Г., Пивоваров А. А., Хунджуа Г. Г. «Вестн. Моск. ун-та», сер. физ.-астрон., № 2, 1967.

2. Немченко В. И. Измерение температуры поверхности моря на ходу судна. «Труды МГИ АН СССР», т. 26, 1962.  
 3. Туричин А. М. Электрические измерения неэлектрических величин. М.—Л., «Энергия», 1966.

Поступила в редакцию  
 1.11 1968 г.

Кафедра  
 физики моря и вод суши

УДК 517.925

Г. Н. МЕДВЕДЕВ, Б. И. МОРГУНОВ

## АНАЛИЗ СТАЦИОНАРНЫХ РЕЗОНАНСНЫХ РЕЖИМОВ НЕКОТОРЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ОТКЛОНЯЮЩИМСЯ АРГУМЕНТОМ

**Постановка задачи.** Рассматриваются системы дифференциальных уравнений вида

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \varepsilon X [x, x(t-\Delta), y, y(t-\Delta), \varepsilon], \\ \dot{y} &= \omega(x) + \varepsilon Y [x, x(t-\Delta), y, y(t-\Delta), \varepsilon], \end{aligned} \quad (1)$$

где  $x$  и  $y$  — соответственно  $s$ - и  $m$ -мерные векторы,  $\Delta$  (запаздывание) — постоянная положительная величина,  $\varepsilon > 0$  — малый параметр.

К системам вида (1) может быть приведен ряд нелинейных систем, описывающих колебательные и вращательные движения.

Системы вида (1) без запаздывания изучались многими авторами. В работах В. М. Волосова и Б. И. Моргунова [1, 2] предложена методика исследования резонансных явлений в системах вида (1), не содержащих запаздывания. Разработанная ими специализированная схема усреднения позволяет перейти от исходной системы к усредненной, вычислить стационарные резонансные значения переменных и исследовать устойчивость стационарных резонансных режимов как на асимптотически больших, так и на бесконечном промежутке времени.

Резонансные явления в квазилинейных системах с запаздыванием исследовались асимптотическими методами в работах В. П. Рубаника, Ю. А. Митропольского, В. И. Фодчука и других авторов [3, 4].

В настоящей заметке мы будем рассматривать системы вида (1). Резонансом в системе (1) назовем случай, когда для некоторого значения  $x_0$  найдется отличный от нуля целочисленный вектор  $N$  такой, что

$$N\omega(x_0) = 0, \quad \omega(x_0) \neq 0.$$

Выбрав некоторую базисную систему  $r$  ( $r \leq m-1$ ) векторов  $N_1, \dots, N_r$ , введем в системе (1) новые переменные  $\varphi_j = N_j y$  ( $j=1, \dots, r$ ) (фазовые расстройки). Выражая отсюда  $r$  переменных  $y$  и обозначая остальные с точностью до некоторых числовых множителей величинами  $\beta_1, \dots, \beta_{m-r}$ , перепишем систему (1) в виде

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \varepsilon X [x, x(t-\Delta), \varphi, \varphi(t-\Delta), \beta, \beta(t-\Delta), \varepsilon], \\ \dot{\varphi} &= \lambda(x) + \varepsilon \Phi [x, x(t-\Delta), \varphi, \varphi(t-\Delta), \beta, \beta(t-\Delta), \varepsilon], \\ \dot{\beta} &= \Omega(x) + \varepsilon B [x, x(t-\Delta), \varphi, \varphi(t-\Delta), \beta, \beta(t-\Delta), \varepsilon]. \end{aligned} \quad (2)$$

В силу выбора переменных  $\varphi$  и  $\beta$  в точке  $x_0$  выполняются условия

$$\lambda(x_0) = 0, \quad \Omega(x_0) \neq 0.$$

Точку  $x(\varepsilon)$ ,  $\varphi(\varepsilon)$  будем называть по определению устойчивым стационарным режимом, если при достаточно малых  $\varepsilon > 0$  решение  $x(t, \varepsilon)$ ,  $\varphi(t, \varepsilon)$  системы (2) мало отличается от  $x(\varepsilon)$ ,  $\varphi(\varepsilon)$  на больших промежутках времени  $t$  и если только начальные