



Е.М. Тарасов, А.А. Булатов, М.А. Гаранин, А.Е. Тарасова

## ИНВАРИАНТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ КООРДИНАТЫ ПОЕЗДА

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В системах автоматического управления ограждающими устройствами на переездах (САУ ПС) в качестве первичных информационных признаков, зависящих от координаты поезда, используются комплексные амплитуды напряжений и токов на входе рельсовой линии участка приближения [1-3].

Возмущающие воздействия, действующие на рельсовые линии участка приближения, а также на компоненты согласующих устройств рельсовых линий с аппаратурой передающего и приемного концов, существенно изменяют значения первичных признаков, а это приводит к появлению ошибки вычисления координаты поезда. Компенсировать ошибку вычисления координат поезда  $\varepsilon(t)$  возможно самонастройкой уравнения вычисления координат – корректировкой коэффициентов полинома.

Еще одной проблемой при построении САУ ПС является возникновение ошибки передачи измеренной информации с напольных устройств на пункт сбора и обработки информации, т.к. на канал передачи информации воздействуют значительные промышленные помехи. Из-за климатических воздействий изменяются параметры каналов передачи информации, т.е. появляются аддитивные и параметрические помехи в измеренной информации.

Наиболее перспективным направлением корректировки измеренной информации и исключения составляющих помех является использование принципов инвариантности в каналах измерения и передача информации на САУ ПС. Структурные схемы линейных инвариантных устройств с пространственным и временным вводом информации, поступающей с каналов в вычислительное звено, более подробно рассмотрены, например, в работах [4,5]. В таких инвариантных устройствах, как разомкнутые системы, должно содержаться не менее двух каналов передачи возмущений.

Для канала передачи информации, на который действует  $n$  возмущений  $f_1, f_2, \dots, f_n$ , связь выходной величины  $y$  с этими возмущениями и полезной информацией описывается в общем случае функций:

$$y = F(x, f_1, \dots, f_n), \quad (1)$$

где  $x$ ,  $y$ , соответственно, входная и выходная величины канала;  $f_1, f_2, \dots, f_n$  – возмущения, действующие на каналы передачи информации.

Принцип многоканальности утверждает [6], что для обеспечения инвариантности выходной величины от влияния возмущений  $f_1, f_2, \dots, f_n$  каналы передачи информации могут пополниться дополнительными физическими или виртуальными каналами, на которые также воздействуют эти возмущения.

Виртуальные каналы удобно организовать временным разделением одного физического канала путем тактовой передачи различной информации, сфор-





замкнут) ко входу блока  $\Pi$  подключается сумма  $x + x_{эм2}$  измеряемой величины и второго образцового приращения  $x_{эм2}$ .

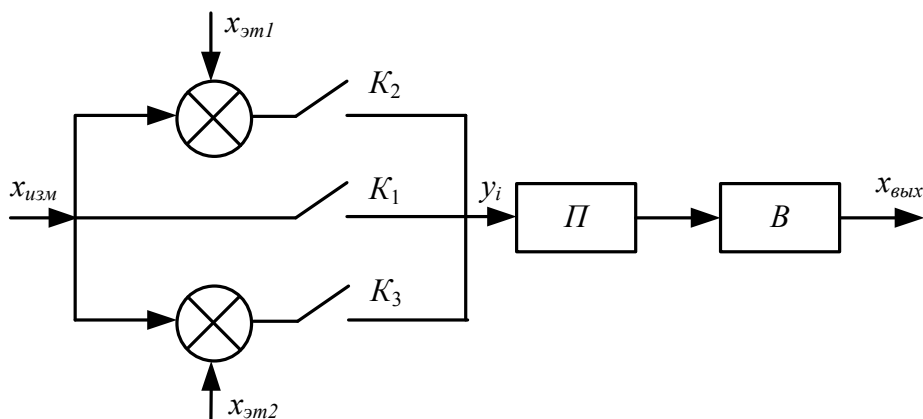


Рис. 1. Структурная схема одного канала инвариантных измерений первичных информационных признаков:

$K_1, K_2, K_3$  – ключи;  $\Pi$  – первичный преобразователь;  $B$  – вычислитель.

Результатом трех тактовых измерений является система уравнений:

$$\begin{aligned} y_1 &= a_{1i}x + a_{0i}, \\ y_2 &= a_{1i}(x + x_{эм1}) + a_{0i}, \\ y_3 &= a_{1i}(x + x_{эм2}) + a_{0i}, \end{aligned} \quad (4)$$

из которой получается соотношение для измеряемой величины  $x$ , независящее от параметров  $a_{1i}, a_{0i}$ :

$$y(x) = x = \frac{y_3 - y_1}{y_2 - y_1} \cdot \frac{x_{эм1}}{x_{эм2}}. \quad (5)$$

Данный алгоритм реализуется в вычислительном устройстве  $B$ . Величины образцового приращения  $x_{эм1}$  и  $x_{эм2}$  должны выбираться такими, чтобы они формировали граничные значения измеряемой величины  $x$ .

В общем случае вычислительное устройство  $B$ , служащее для решения системы уравнений связи выходных значений каналов с воздействующими на их входы измеренными величинами и возмущениями, может иметь довольно громоздкий вид. Однако в реальных случаях, часто встречаемых на практике, оно должно обеспечить выполнение одной или двух несложных арифметических операций [11]. Так, если уравнения преобразования первичной информации в каналах являются линейными, то для организации инвариантности измеряемой величины вычислительное устройство должно производить операции вычитания, умножения, деления (соответственно, аддитивный, мультипликативный и логотрический способы исключения влияния возмущения на результат измерения) или комбинацию этих операций.

Таким образом, при отсутствии нелинейности в каналах, обусловленной точностью кусочно-линейной аппроксимации функции преобразования, точность измерения не зависит от изменяющихся параметров  $a_{1i}, a_{0i}$  (4) устройства



и определяется, в основном, стабильностью образцового приращения  $x_{эм1}$ ,  $x_{эм2}$  для алгоритма (5).

### Литература

1. Тарасов, Е.М. Разработка информационно-управляющей системы переездной сигнализации с многопараметрическим датчиком координаты поезда [Текст] / Е.М. Тарасов, В.Л. Герус, А.Е. Тарасова // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): труды Международной научно-технической конференции. – Самара, 2017. – С. 742-745.
2. Брылеев, А.М. Теория, устройство и работа рельсовых цепей [Текст] / А.М. Брылеев, Ю.А. Кравцов, А.В. Шишляков. – М.: Транспорт, 1978. – 344 с.
3. Белоногов, А.С. Анализ безопасности на железнодорожных переездах [Текст] / А.С. Белоногов, А.Е. Тарасова // Наука и образование транспорту. – 2015. – № 1. – С. 115-118.
4. Принципы инвариантности в измерительной технике [Текст] / Б.Н. Петров, В.А. Викторов, Б.В. Лункин, А.С. Совлуков. – Москва: Наука, 1976. – 243 с.
5. Tarasov, E.M. Development of an intelligent system of determining the coordinates and the speed of the train [Text] / E.M. Tarasov, D.V. Zhelezov // Transport and Telecommunication. – 2016. – Vol. 17, No. 2. – P. 138-143.
6. Бейнарович, В.А. Инвариантные самонастраивающиеся системы автоматического управления [Текст] / В.А. Бейнарович // Доклады ТУСУРа. – 2008. – №1(17). – С. 61-64.
7. Тарасов, Е.М. Принципы разделения пространства образов на классы решающими функциями [Текст] / Е.М. Тарасов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2003. – № 2003. – С. 78-83.
8. Tarasov, E.M. Technique of measurement of ultra-low resistance of current conductive junction of rail lines as the problem of states object identification [Text] / E.M. Tarasov, A.G. Isaicheva // CEUR Workshop Proceedings Ser. : Proceedings of International Conference Information Technology and Nanotechnology, ITNT 2015. – Samara, 2015. – P. 397-401.
9. Сазонов, В.В. Принципы инвариантности в преобразовательной технике [Текст] / В.В. Сазонов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 168 с.
10. Тарасов, Е.М. Принцип инвариантности в системах контроля состояний рельсовых линий [Текст] / Е.М. Тарасов, Д.В. Железнов, А.С. Белоногов. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2016. – 213 с.
11. Трушин, В.В. К вопросу о электромагнитной совместимости системы тягового электроснабжения и рельсовых цепей [Текст] / В.В. Трушин, А.Е. Тарасова, Л.В. Корытин, А.Б. Пешков // Инновации в системах обеспечения движения поездов: материалы I Международной научно-практической конференции. – Самара, 2016. – С. 55-57.