

## ДАТЧИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В СВЯЗАННЫХ КОЛЬЦЕВЫХ СЕТЯХ ИЗ НЕЙРОНОВ NVC

### THE SENSORS USED IN ASSOCIATED RING NETWORK OF NEURONS NVC

*E. Zholondiyevsky*

*Summary.* this article discusses the direct control coupled ring networks of neurons Nvc, implementation on the basis of their stimulus — jet BEAM robots, is expected to further the use of stimulus — jet devices as a symbiotic robots. Introduces the concept of axonal and dendrites' interfaces of the first level.

*Keywords:* Nvc neurons; neural ring circuits; BEAM robot; stimulo — reactive devices; symbiotic robot; axonal and dendrites interface of the first level.

*Жолондиевский Эрнесто Робертovich*

ЧОУВО «Тольяттинская академия управления»

*ambroz220@yandex.ru*

*Аннотация.* в статье рассматривается непосредственное управление связанными кольцевыми сетями из нейронов Nvc, реализация на их основе стимульно — реактивных BEAM роботов, предполагается дальнейшее использование стимульно — реактивных устройств в качестве симбиотических роботов. Вводится понятия аксонных и дендритных интерфейсов первого уровня.

*Ключевые слова:* Nvc нейроны; нейронные кольцевые цепи; BEAM робот; стимульно — реактивные устройства; симбиотический робот; аксонный и дендритный интерфейсы первого уровня.

**В** данной статье мы рассмотрим и дадим определение устройствам ввода информации среды, в которой функционирует BEAM система. Рассмотрим способы подключения по дендритному и аксонному интерфейсам, разницу функционирования датчиков при подключении по данным интерфейсам.

**Датчик** — это функциональное устройство, воспринимающее внешний информационный поток в виде физического (механического) воздействия и преобразующий его, как правило, в электрические сигналы.

Под внешним информационным потоком (воздействием), действующим на датчик мы будем понимать функциональную количественную характеристику объекта внешней среды, его свойство или качество, которые воспринимаются и преобразовываются датчиком или его составными частями (конвертерами) в электрические сигналы.

Основное назначение датчиков — внутреннее реагирование на комплексное информационное (физическое, механическое) воздействие внешней среды и конвертирование его в электрические сигналы, совместимые с BEAM системами. Таким образом, датчик — это устройство конвертирования физических величин внешней среды в электрические сигналы внутренней среды. Под определением *электрические сигналы* понимаются сигналы, которые могут быть проанализированы, обработаны и переданные внутрь BEAM системы. Выходные электрические сигналы датчиков физические измеряемые величины — напряжение, ток или заряд, имеющие такие характеристики как амплитуда, часто та, фаза. Этот набор физических величин определяется как *формат*

*выходного сигнала.* То есть, основной определяющей характеристикой датчика является суммарное наличие обрабатываемых датчиком входных параметров (существующей в данной среде физической природы) и сумма преобразованных в выходные электрические сигналы. Практически все датчики опосредованно рассматриваются нами как некие конвертеры физической энергии. Не зависимо от типа и природы измеряемой величины при взаимодействии датчика со средой взаимодействия BEAM системы происходит передача энергии, любой физической природы от объекта, существующего в среде взаимодействия к датчику.

Работа датчика по конвертации рассматривается нами, как передача внешней информации внутрь BEAM системы, а любая передача информации извне внутрь какой либо системы не зависимо от ее типа, связана с обработкой и передачей энергии, в зависимости от типа выбранного датчика. Необходимо отметить, что передача энергии от датчика к BEAM системе, может быть как с положительным воздействием, так и отрицательным, то есть действовать в двух направлениях. Физическое и функциональное определение *датчика* отличается от определения конвертер. Конвертер преобразует один или несколько типов энергии в другие, тогда как датчик преобразует любое внешнее предусмотренное этим датчиком и типом энергии воздействие в электрические сигналы. По существу датчик не что иное как устройство, состоящее из одного или нескольких конвертеров, в зависимости от функциональной потребности Рисунок 1. Датчик первого уровня, является датчиком прямого действия, то есть выходным конвертером. Конвертеры могут выполнять также функции *приводов электродвигателей, часто применяемых в BEAM систе-*

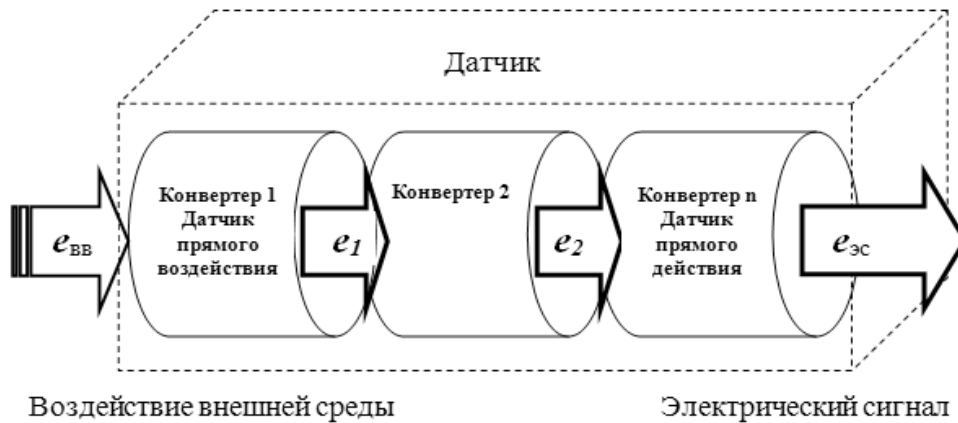


Рисунок 1. Датчик конструктивно возможен из нескольких конвертеров,  $e_1, e_2, \dots$  - различные типы энергии. Последний конвертер  $n$  схемы является датчиком прямого действия

мах, как исполнительное устройство. Привод можно рассматривать как сложное составное устройство, с элементами датчика, но противоположными свойствами, поскольку он конвертирует комплекс физических явлений, таких как электромагнитная индукция, магнитная энергия, электрическая энергия и т.д., в неэлектрическую энергию.

Датчики, сконструированные на физических эффектах, которые конвертируют непосредственно полученное от взаимодействия с внешней средой воздействие в виде энергии в электрические сигналы, называют датчиками прямого действия. При мерами таких прямых конвертаций датчиками являются фотоэффект и эффект Зеебека.

Из этого следует что, все датчики, используемые в ВЕАМ системах, можно разбить на два типа: датчики прямого (непосредственного) действия и составные сложные датчики. Датчики прямого (непосредственного) действия конвертируют внешнее воздействие среды напрямую в необходимый выходной электрический сигнал, используя соответствующий физический эффект для этого функционального преобразования. В сложных составных датчиках, прежде чем получить результат в виде выходных электрических сигналов на выходе окончательного конвертера необходимо осуществить ряд конвертаций энергии. При этом есть необходимость понимать, что входной датчик, это датчик прямого воздействия, а последний выходной датчик — датчик прямого действия.

В данной статье мы не будем рассматривать все существующие характеристики датчиков, такие как максимальный входной сигнал, диапазон выходных и измеря-

емых значений, погрешность измерений, калибровка, ошибка в калибровке, гистерезисные и нелинейные явления, насыщение, разрешающая способность и другие специальные характеристики со всеми этими характеристиками для каждого конкретного датчика можно ознакомиться при его практическом применении или ознакомиться с соответствующей справочной литературой.

Рассмотрим наиболее общие характеристики датчиков, вне зависимости от используемого ими функционала физической природы и количества промежуточных этапов конвертации.

Для рассматриваемых нами датчиков мы введем оптимальное (без учета погрешностей) соотношение, объединяющее входные и выходные сигналы. Идеально спроектированный датчик, при условии того что он изготовлен с максимальной точностью из идеальных материалов, с минимальными погрешностями и используемый в идеальных условиях, имел бы выходной сигнал который максимально точно соответствовал воздействию внешней среды взаимодействия. Полученное оптимальное соотношение между входным и выходным сигналом можно представить или описать с помощью таблицы, графика, или математически. Это математическое (оптимальное соотношение) выражение которое принято называть передаточной функцией (на данном этапе мы не вводим понятий сумма погрешностей). Передаточная функция математически описывает соотношение между внешним воздействием среды взаимодействия —  $e$  и выходным электрическим сигналом датчика  $E: E = f(e)$ . Рассматриваемая нами функция, в зависимости от протекающих физических процессов внутри датчика может быть линейной, степенной, экспоненциальной или логарифмической. В рассматриваемых нами примерах пере-

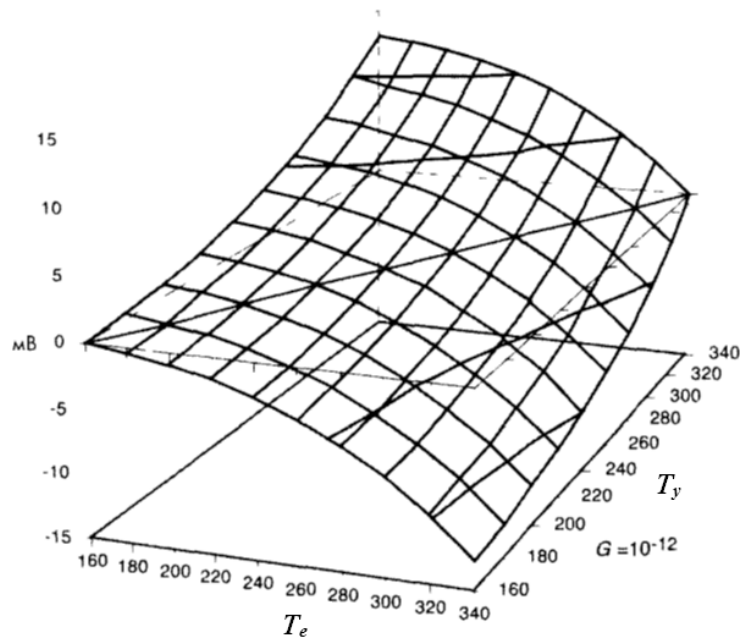


Рисунок 2. Передаточная функция температуры IR датчика в двумерном представлении

даточная функция — одномерна, то есть мы имеем соотношение выходного сигнала только с одним физическим внешним воздействием среды взаимодействия.

Представим одномерную линейную функцию в виде простого математического выражения:

$$E = x + ye,$$

где  $x$  — значение выходного сигнала при нулевом входном воздействии,  $y$  — чувствительность датчика. Параметр  $E$  — выходной сигнал, то есть совокупная характеристика электрического сигнала, которую BEAM система может воспринимать. В зависимости от используемой конструкции BEAM системы, датчика эта совокупная характеристика может быть амплитудной, частотной или фазовой. И может принимать следующие математические аппроксимационные выражения:

- ◆ логарифмическая передаточная функция:  
 $E = x + y \ln e,$
- ◆ экспоненциальная передаточная функция:  
 $E = x e^{ke},$

где  $E$  — выходной сигнал,  $e$  — входной сигнал,  $x$  — значение выходного сигнала при нулевом входном воздействии,  $e$  — число Эйлера;

- ◆ степенная передаточная функция:  
 $E = x_0 + x_1 e^k,$  где  $k$  — коэффициент

В зависимости от конструкции датчика передаточная функция, может быть более сложной и не может

быть описана простыми математическими аппроксимационными функциями. В этих случаях можно применить полиномиальные аппроксимационные функции более высоких порядков. Чувствительность датчика —  $y$  не является константой для полиномиальных передаточных функций, как это показано выше в случае с линейными зависимостями. Таким образом, для каждого входного сигнала со значением  $e_0$  эту передаточную функцию можно описать в виде:

$$y = \frac{dE(e_0)}{de}$$

В некоторых случаях нелинейные аппроксимационные передаточные функции датчиков могут быть линейными в ограниченном диапазоне значений. Для более точного построения всего диапазона значений, нелинейная передаточная функция может быть представлена в виде некоторого количества отрезков прямых, данный вид является кусочно-линейной аппроксимацией. Для понимания, может ли рассматриваемая передаточная функция быть описана в виде линейной функциональной зависимости, необходимо проанализировать в линейной и фактической (эмпирической) моделях изменение выходного сигнала при дискретном увеличении входного сигнала. При этом если разница сигналов не выходит за определенные допустимые пределы (описываемые линейными математическими выражениями) и линейна, то передаточную функцию датчика можно рассматривать как линейную.

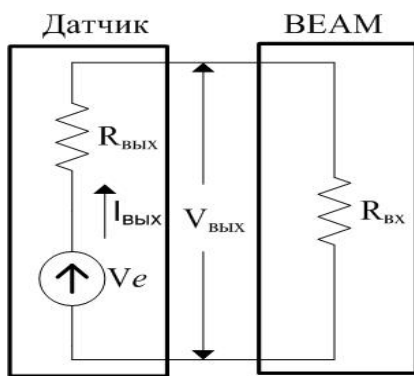


Рисунок 3. Датчик с выходным сигналом в виде напряжения

При воздействии на конечный (выходной) сигнал датчика несколько внешних физических факторов, его передаточная функция описывается как многомерная. Например, IR (инфракрасный) датчик является датчиком с двумерной передаточной функцией температуры. Его передаточную функцию связывают температуры:  $T_y$  — абсолютная температура объекта внешней среды взаимодействия и  $T_e$  — абсолютная температура поверхности IR элемента, с выходным напряжением датчика  $V$ . Таким образом, аппроксимационная передаточная функция будет, имеет следующий вид:

$$V = k(T_y^4 - T_e^4),$$

где  $k$  — константа. Полученное математическое выражение показывает, что описанная зависимость между выходным напряжением и температурой объекта внешней среды взаимодействия (передаточная функция) нелинейная и является параболой четвертого порядка, находится в зависимости от температуры поверхности IR элемента. Чтобы определить чувствительность IR датчика к температуре объекта внешней среды взаимодействия, необходимо взять частную производную от полученного выражения выше:

$$y = \frac{dV}{dT_y} = 4GT_y^3$$

На рисунке 2 полученная передаточная функция построена графически. Здесь показано, что определяемое значение выходного напряжения вычисляется по двум параметрам температурам. Стоит отметить что, рассматривая датчик как некий «черный ящик», как правило, передаточная функция описывается в виде зависимости «выход от входа».

Но в случае, количественного определения внешнего воздействия, появляется необходимость описать противоположную зависимость — «вход от выхода». Ин-

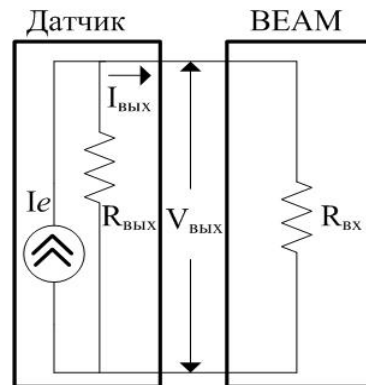


Рисунок 4. Датчик с токовым выходом

версная зависимость передаточной функции, когда она линейна, получается несложным путем. Но при наличии в системе некоторых нелинейностей это усложняется, и во многих случаях математическую модель, пригодную для простых вычислений, получить не удастся. Тогда необходимо снова обратиться к аппроксимационным методам вычисления.

Выходной импеданс  $R_{вых}$  — характеристика, указывающая как образом датчик будет, согласовывается с BEAM системой. Общее сопротивление датчика  $R_{вых}$ , соответствует выходному импедансу, и подключаются параллельно сопротивлению, характеризующему входной импеданс BEAM системы  $R_{вх}$ , — потенциальное соединение или последовательно — токовое соединение. Варианты подключений датчика к BEAM системе показаны на рисунках 3, 4.

Обычно входной и выходной импеданс представляется в схематическом виде, так как рассматриваются все активные и реактивные компоненты. Для подавления «шумов» в выходном сигнале датчика с токовым выходом, показанного на Рисунке 4 он должен иметь максимальный выходной импеданс, а BEAM система — минимальный входной импеданс. При потенциальном соединении Рисунок 3 датчик должен иметь низкий выходной импеданс, а BEAM система — высокий входной.

Рассмотренные нами в статье теоретические аспекты применения низкоранговых датчиков имеют практическое применение для BEAM роботов, в качестве непосредственного математического моделирования физических процессов и мгновенного реагирования на любые внешние изменения. Таким образом, мы подходим к простейшей реализации алгоритмических процессов в непосредственные физические, без участия цепочек преобразования в цифровой код, с последующими вычислительными функциями жестко заданного алгоритма и обратно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Жолондиевский Э. Р. Поведенчески ориентированные схемы BEAM роботов, введение понятий  $N_v$  и  $N_u$  нейронов в зависимости от типа входных цепей. // Технические науки от теории к практике — по материалам LVI международной научно практической конференции: научное издание/ Э. Р. Жолондиевский — СибАК.: сб. статей № 3 Новосибирск, 2016. — С. 130–142.
2. Жолондиевский Э. Р. Схемы петлевых сетей из  $N_vC$  и  $N_vL$  нейронов введение понятий ведущая и ведомая двудерная схема. // Наука вчера, сегодня, завтра — по материалам XXXVI международной научно практической конференции: научное издание/ Э. Р. Жолондиевский — СибАК.: сб. статей № 7(29) Новосибирск, 2016. — С. 80–87.
3. Жолондиевский Э. Р. Модуль инжектора сигнала в оптически связанных кольцевых сетях из нейронов  $N_vC$ , дендритный интерфейс первого уровня в МИС. // Технические науки — от теории к практике — по материалам LX международной научно практической конференции: научное издание/ Э. Р. Жолондиевский — СибАК.: сб. статей № 7(55) Новосибирск, 2016. — С. 32–39.
4. Жолондиевский Э. Р. Оптически связанные кольцевые сети из нейронов  $N_vC$ , введение понятий аксонные и дендритные интерфейсы первого уровня. // Технические науки — от теории к практике — по материалам LX международной научно практической конференции: научное издание/ Э. Р. Жолондиевский — СибАК.: сб. статей № 7(55) Новосибирск, 2016. — С. 104–113.
5. Жолондиевский Э. Р. Поведенчески ориентированные схемы BEAM роботов, общая типология и классификация. // Естественные и математические науки в современном мире — по материалам XLV международной научно практической конференции: научное издание/ Э. Р. Жолондиевский — СибАК.: сб. статей № 8(43) Новосибирск, 2016. — С. 20–29.
6. Жолондиевский Э. Р. Различные связанные кольцевые сети из нейронов  $N_vC$ , введение понятий нейронных связанных сетей в зависимости от интерфейсных датчиков. // Наука вчера, сегодня, завтра — по материалам XXXVII международной научно практической конференции: научное издание/ Э. Р. Жолондиевский — СибАК.: сб. статей № 8(30) Новосибирск, 2016. — С. 20–27.
7. Кенио Т. Двигатели постоянного тока с постоянными магнитами: научное издание / Т. Кенио; Пер. с англ. А. Ю. Черкашина. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 184 с.
8. Brooks R. A. A robust layered control system for a mobile robot. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://beam-robot.ru/library/publishing/A\\_Robust\\_Layered\\_Control\\_System\\_For\\_A\\_Mobile\\_Robot\\_%28Brooks\\_1985%29.pdf](http://beam-robot.ru/library/publishing/A_Robust_Layered_Control_System_For_A_Mobile_Robot_%28Brooks_1985%29.pdf) (дата обращения: 17.06.16)
9. Tilden M. W. Living Machines. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://beam-robot.ru/library/publishing/Living\\_machines\\_%28Tilden\\_1994%29.pdf](http://beam-robot.ru/library/publishing/Living_machines_%28Tilden_1994%29.pdf) (дата обращения: 21.04.16)