

Ф. Д. ДУБИНИН
(Ленинград)

ФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КONTИНУАЛЬНЫХ СИСТЕМ*

Моделирование возбудимых биологических структур при помощи нейронных сетей удобно в том случае, когда отдельные элементы сети одинаковы, просты в изготовлении и малы по габаритам. В пределе мы приходим к сетям, однородным по своей структуре, к так называемым континуальным средам (КС) [1]. Успешное моделирование сердечной мышцы [2, 3] свидетельствует о том, что КС могут быть моделями различных возбудимых биологических структур.

Привлекает внимание и то обстоятельство, что физическая модель простейшей КС является реализацией непрерывного нейристора и может быть использована для построения логических схем [4].

Кроме того, КС могут быть полезными и для решения ряда задач измерительной техники, особенно при создании микроминиатюрных измерительных устройств. Например, в целях исключения затухания измерительных сигналов соединение различных узлов и блоков может быть выполнено с помощью КС.

Задача данного сообщения состоит в обсуждении возможности создания и принципа работы некоторых моделей КС.

Предполагается, что простейшая модель обладает следующими свойствами [5]:

- 1) импульсы в КС, однажды возникнув, распространяются с постоянной во всех направлениях скоростью;
- 2) амплитуда распространяющегося импульса постоянна и больше порога невозбужденных областей;
- 3) каждая область может находиться в состоянии покоя, активности, рефрактерности.

Эти свойства не являются единственными**, однако удобнее начинать моделирование, не задаваясь сразу большим количеством свойств.

Модель среды с оптической передачей возбуждения

Модель содержит три слоя (рис. 1, а). Первые два слоя — фотосопротивление ФС и электролюминофор ЭЛ — составляют элемент памяти, оптрон*** [6]. Третий слой представляет собой позистор П — термосопротивление с положительным температур-

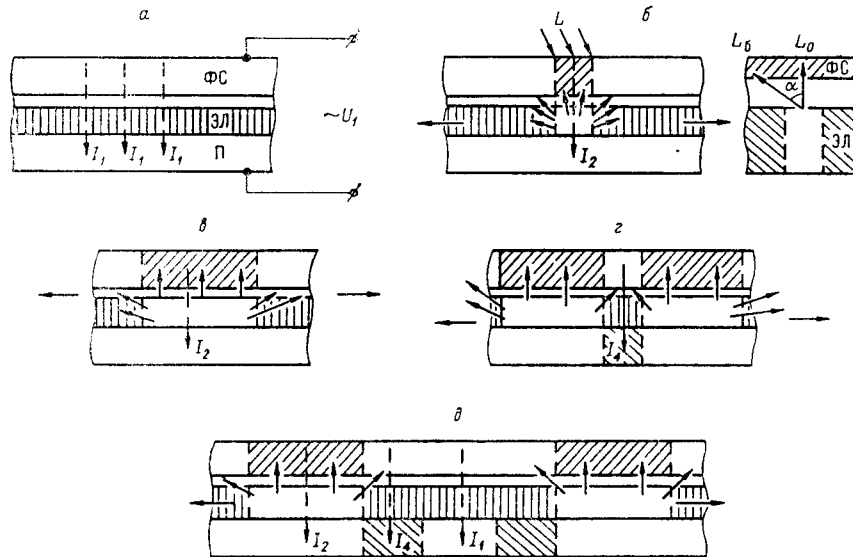


Рис. 1.

* Материал доложен на VII Всесоюзной конференции по автоматическому контролю и методам электрических измерений в сентябре 1965 г. в Новосибирске.

** КС, описание которой приведено в [1], обладает свойством спонтанной активности.

*** Слои ФС и ЭЛ разделяются тонкой прозрачной проводящей пленкой.

ным коэффициентом. Все три слоя имеют электрические контакты между собой по

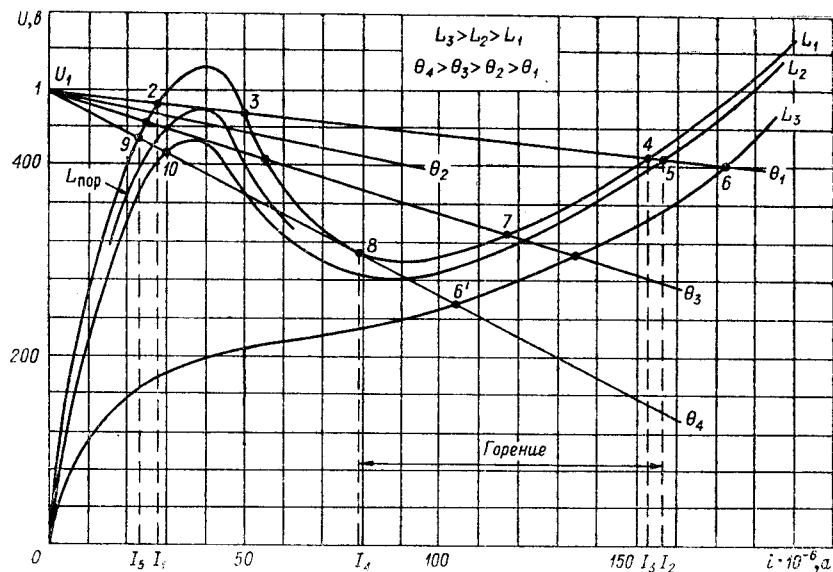


Рис. 2.

(см. рис. 2) в зоне освещения (см. рис. 1, б) перемещает рабочую точку в положение 5 (ток I_2) и оптрон загорается. После прекращения внешнего светового возбуждения рабочая точка перемещается в положение 4 и оптрон продолжает гореть. Световой поток L_6 от электролюминисцентного слоя воздействует также на близлежащие боковые участки (см. рис. 1, б) фотосопротивления с интенсивностью, равной $L_6 = L_0 \cos \alpha$. Часть прилегающей площади оптрона, где $L_6 > L_{\text{пор}}$ ($L_{\text{пор}}$ — пороговая освещенность), тоже перейдет в светящееся состояние.

Таким образом, мы имеем эффект распространяющегося во все стороны возбуждения после кратковременного освещения малого участка плоскости среды (см. рис. 1, в).

Однако благодаря термическому действию тока I_3 позистор нагревается, выделяя тепло Θ , характеристика его последовательно принимает положения 1—4, 1—7, 1—8, затем рабочая точка скачком переходит в устойчивое положение 9 и оптрон гаснет (см. рис. 1, г). Ток резко уменьшается, позистор начинает остывать, его сопротивление падает и рабочая точка возвращается в положение 2 (см. рис. 1, д). Время остывания определяет время рефрактерности. Однако сильная засветка может зажечь оптрон даже во время рефрактерности.

Модель среды с тепловой передачей возбуждения

Вольт-амперная характеристика термосопротивления (рис. 3) аналогична характеристике оптрона. Соединение двух плоских слоев — термосопротивления и позистора — приводит к тепловой модели КС. Нагрузочная характеристика холодного позистора пересекается с характеристикой термосопротивления в трех точках 2, 3, 4.

При ненагревом термосопротивления устанавливается ток I_1 , что соответствует рабочей точке 2. Локализованный нагрев термосопротивления деформирует его вольт-амперную характеристику (см. рис. 3) и при $\Theta_T \ll \Theta_{\text{П}}$ (Θ_T и $\Theta_{\text{П}}$ — количество тепла,

