

Список использованных источников

1. Колешко В.М., Сергейченко А.В. Металлооксидные микроэлектронные газовые сенсоры: Обзор. Ч. 1. Конструкции и материалы // Нано- и микросистемная техника, 2007. №2 с. 41-47.
2. Колешко В.М., Таратын И.А., Сергейченко А.В. Интегральные микросенсоры – основные элементы «электронного носа» для Мониторинга газовых сред // Машиностроение: Сб. науч. Трудов. Вып. 17. Под ред. И.П. Филонова. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. с. 443-445.
3. Isold Simon, Nicolae Baarsan Micromachined metal oxide gas sensors: opportunities to improve sensor performance // Sensors and Actuators. - В (73). 2001. pp.1-26.

SUMMARY

The design and manufacturing techniques of gas sensors matrix crystal are developed. Heat power characteristics in static and dynamic operating modes are investigated. Dependence of distribution of heat on the area of a sensitive element from topology of a thin-film heater are modeled. Gassensors properties are investigated.

УДК 53

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ЛИНЕЙНЫХ И НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ПРИ ДИСКРЕТНЫХ ВХОДНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

А.А. Науменко

Для оценки такого важного качества системы, как управляемость, необходимо знание семейства реакций системы на входные воздействия. Как показали проведенные нами исследования, особый интерес представляет случай, когда хотя бы одно из входных воздействий носит дискретный характер. При этом возникают такие особенности динамики системы, которые не наблюдаются в системах с непрерывными входными воздействиями. Покажем эти особенности, используя полиномиальные модели, широко применяемые для описания технологических объектов и систем в легкой промышленности [1].

Пусть $Y(t)=f\{X_i(t)\}$ ($i=1,2,...,n$) - функция, описывающая n -входовую систему, где $X_i(t)$ – входные параметры или факторы, $Y(t)$ – выходной параметр или реакция системы, t – время. Для анализа динамики системы используем плоский фазовый портрет, принцип и техника построения которого представлены в работе [2]. В ней показано, что такой портрет может быть построен по временной последовательности значений выходного параметра $Y(t)$. Так как $Y(t)$ вторичен по отношению к определяющим его факторам $X_i(t)$, то вид фазового портрета, отображающего динамику системы, в решающей степени обусловлен видом функции $Y(t)=f\{X_i(t)\}$. Выявим, какими могут быть особенности динамики системы, обусловленные видом функции $Y(t)=f\{X_i(t)\}$. Для упрощения записи параметров $X_i(t)$ и $Y(t)$ опустим обозначение параметра t .

Аппроксимируем функцию, описывающую систему, вначале линейной полиномиальной моделью в виде

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + ... + b_n X_n , \quad (1)$$

где $b_0, b_1, b_2, ..., b_n$ - постоянные коэффициенты. Рассмотрим, как распределяются на фазовом портрете значения выходного параметра системы Y в зависимости от значений факторов X_i , которые будем моделировать случайными некоррелированными числовыми последовательностями с равномерной функцией распределения на стандартном интервале $[-1;1]$, что даст возможность сравнивать

фазовые портреты моделируемых систем. Фазовые портреты систем будем строить методом, изложенным в [2]. Сущность его состоит в следующем. Значения X_i , выбираемые случайным образом из интервала $[-1;1]$ в каждом j -том цикле моделирования, подставляются в (1) и отыскиваются значения Y_j ($j=1,2,3,\dots, N+1$). Пара значений выходного параметра и Y_j, Y_{j+1} определяет точку на фазовом портрете. Повторяя работу модели $N+1$ раз и располагая на фазовой плоскости N точек, формируем плоский фазовый портрет, по которому можно выявить особенности динамики системы, в том числе установить наличие областей сгущений фазовых точек. Такие области, следуя терминологии [2], идентифицируются как области притягивающих состояний системы по параметру Y , или аттракторы. Фазовый портрет системы для $n=2$, $b_0=0$, $b_1=1$, $b_2=1$ представлен на рис. 1. На нем мы видим аттрактор как сгущение фазовых точек в области, расположенной вокруг центра фазовой плоскости. Это выглядит достаточно тривиальным, если учесть центральную предельную теорему теории вероятностей, гласящую, что распределение суммы случайных величин с произвольными распределениями при увеличении числа слагаемых стремится к нормальному. И действительно, уже наличие двух слагаемых в правой части (1) вызывает сгущение фазовых точек в центре фазовой плоскости. Рост числа факторов вызывает уменьшение среднего диаметра области притягивающих состояний (рис.1б) и все более высокую концентрацию значений выходного параметра относительно центра фазовой плоскости, что находится в полном соответствии с упомянутой выше теоремой.

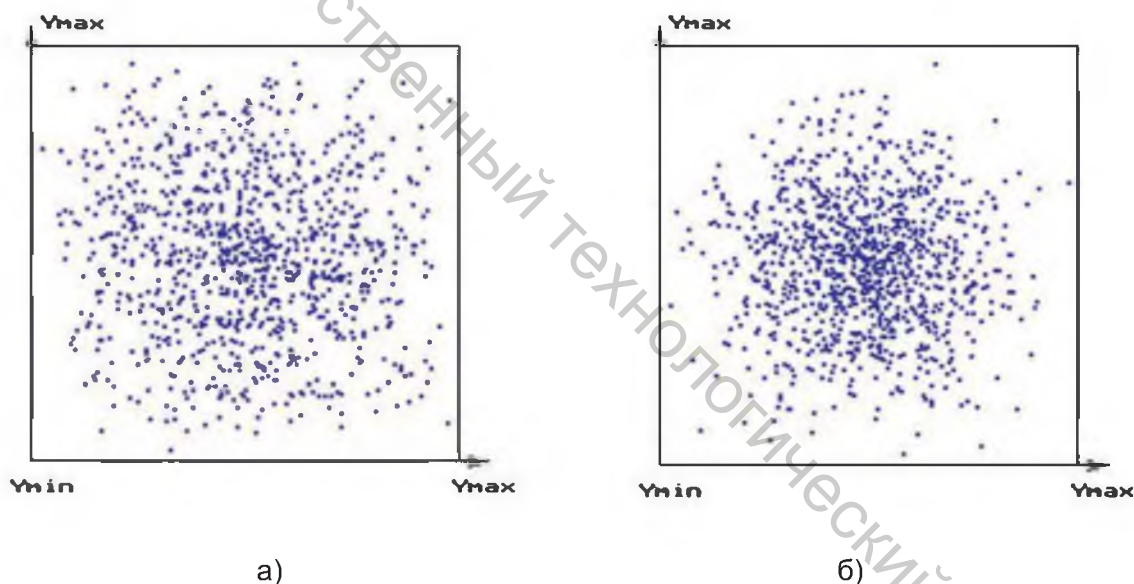


Рисунок 1 - Фазовые портреты систем, описываемых линейными полиномами относительно различного числа факторов: а) – двухфакторная линейная полиномиальная модель ($n=2$); б) - трехфакторная линейная полиномиальная модель ($n=3$)

Откажемся теперь от предположения о непрерывности распределения хотя бы одного из факторов в модели (1), например, X_1 . Пусть X_1 по-прежнему принадлежит области $[-1;1]$, но принимает лишь некоторые дискретные значения, составляющие множество его возможных значений. При моделировании количество таких дискретных значений определим числом k интервалов, на которые разбивается отрезок $[-1;1]$, а сами дискретные значения примем равными абсциссам середин этих интервалов. Фазовые портреты системы при $k=2$ и различных значениях двух отличных от нуля коэффициентов модели (1) представлены на рис. 2. На нем мы видим, как существенно изменился вид аттрактора системы в сравнении с изображенным на рис. 1. Если при непрерывном распределении X_1 и X_2 на фазовом портрете имела лишь одна

область сгущений фазовых точек, то при дискретном распределении одного из этих факторов, в данном случае X_1 , на нем появляется несколько таких областей. Количество их зависит от величины k . Четкость картины расщепления аттрактора системы на изолированные области возрастает вслед за ростом коэффициента b_1 модели (1), что хорошо видно при переходе от рис. 2а к рис. 2б.

Очевидно, что поведение системы по мере расщепления аттрактора становится все более сложным. Но самое важное здесь состоит в возникновении условий для скачкообразных изменений состояния системы.

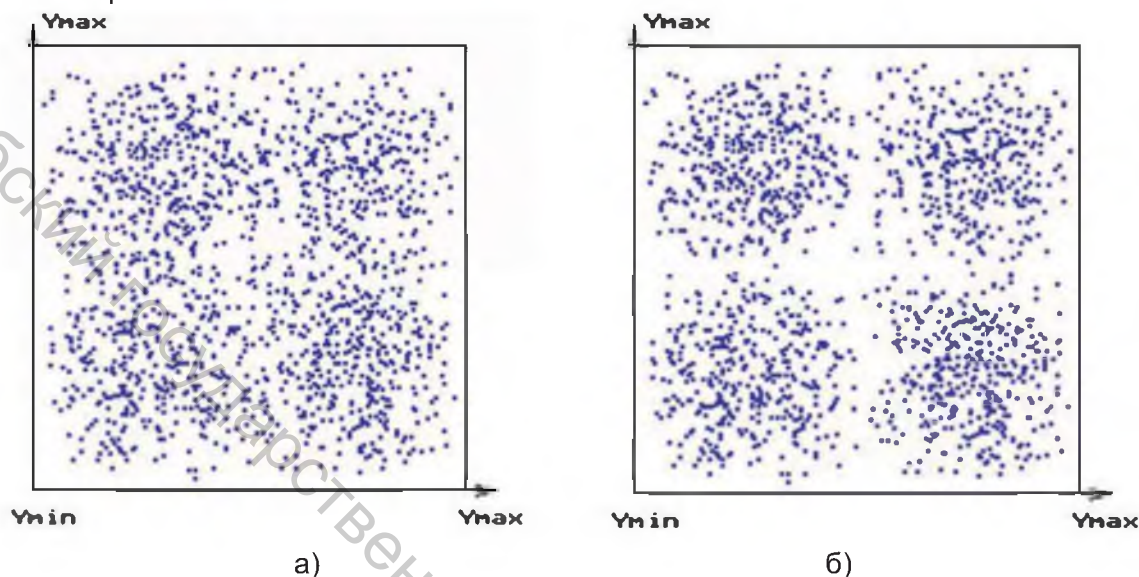


Рисунок 2 - Картина расщепления аттрактора системы, описываемой (1): а) при $k=2$, $b_0=0$, $b_1=2.5$, $b_2=1$; $b_3=0.5$; б) при $k=2$, $b_0=0$, $b_1=3$, $b_2=1$, $b_3=0.5$. На рис. 2б четкость границ областей аттрактора заметно выше в сравнении с картиной, изображенной на рис. 2а

В этой связи представляет интерес процесс формирования фазового портрета системы с расщепленным аттрактором. На рис. 3 фазовый портрет с уменьшенным (для большей выразительности) количеством фазовых точек образован траекторией перехода от одной фазовой точки к другой. На нем хорошо виден блуждающий характер изменений состояния системы. На отдельных участках траектории эти изменения представляют собой скачки между фазовыми точками, разнесенными на расстояния, сравнимые с размерами фазового квадрата. По-видимому, в факте расщепления аттрактора системы обнаруживается механизм изменений состояния системы, возникающих при переходе дискретного фактора с одного уровня его значений на другой даже на фоне предшествующей относительной ее стабильности.

На основании изложенного можно заключить, что кластеризация значений выходного параметра возникает как реакция его на переход характера изменения. Увеличение числа факторов X_i с непрерывным распределением в модели (1) приводит к подавлению эффекта расщепления аттрактора. Это же наблюдается и при росте интенсивности влияния факторов при неизменной их численности путем увеличения коэффициентов b_i при них. Однако при увеличении модуля коэффициента при факторе с дискретным распределением расщепление вновь обнаруживается.

Изменим теперь вид модели функции, описывающей технологическую систему, перейдя к подлинному, содержащему, по меньшей мере, один эффект парного взаимодействия факторов. Введем нелинейную двухфакторную модель в виде

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2 \quad (2)$$

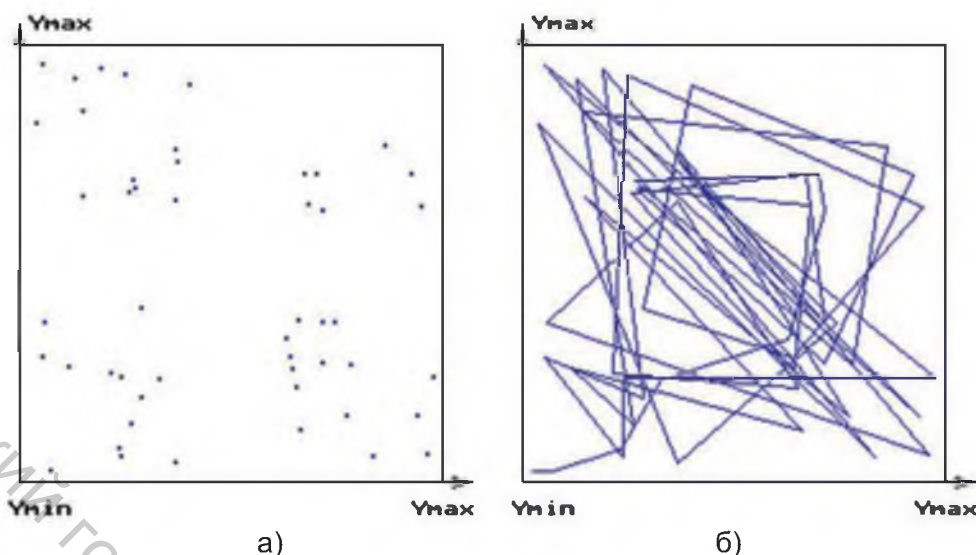


Рисунок 3 - Динамика формирования фазового портрета системы при $k=2$, $b_0=0$, $b_1=2$, $b_2=1$: а) фазовый портрет системы; б) траектория образующей его фазовой точки

Фактор X_1 будем моделировать как величину, дискретно распределенную на отрезке $[-1; 1]$ при $k = 2$, а фактор X_2 - как непрерывную равномерно распределенную на том же отрезке $[-1; 1]$. Фазовые портреты системы, моделируемой полиномом второго порядка (2), представлены на рис. 4. Он свидетельствует о резкой трансформации вида аттрактора, а следовательно, поведения системы при переходе от полиномиальной модели первого порядка к полиномиальной модели второго порядка. Если для модели (1) с одним дискретным фактором множество притягивающих состояний имеет вид совокупности кластеров примерно одинаковой мощности и равномерно распределенных по фазовому квадрату, то для модели (2) это множество, не распадаясь на кластеры в той или иной мере обособленные, приобретает крестообразную форму. В ее пределах концентрация виртуальных фазовых точек тем выше, чем больше коэффициент в полиномиальной модели при эффекте парного взаимодействия.

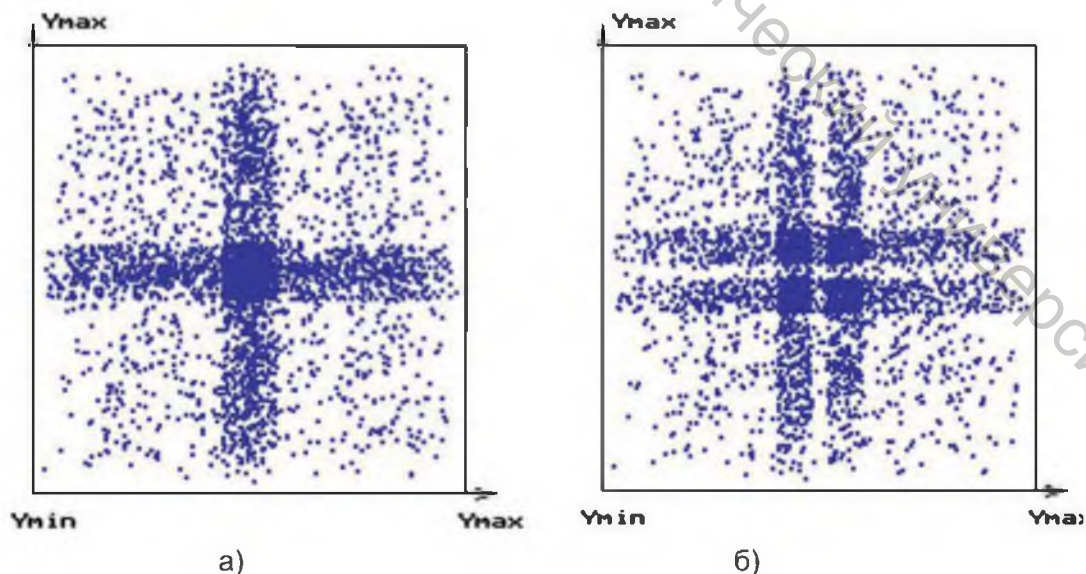


Рисунок 4 - Вид аттракторов системы, описываемой моделью (2): а) при $k=2$, $b_0=0$, $b_1=1$, $b_2=1$, $b_{12}=10$; б) при $k=2$, $b_0=0$, $b_1=3$, $b_2=1$, $b_{12}=10$

Поставим вопрос: насколько значим для динамики системы вид ее аттрактора? Некоторые существенные в практическом отношении заключения можно сделать, если сопоставить приведенные выше фазовые порт-с характеристиками порождающих их числовых последовательностей. Нетрудно обнаружить, что форма и размеры аттрактора явно определяют все основные характеристики сопряженной с ним последовательности значений выходного параметра Y . Это относится и к дисперсии, и к корреляционной функции. Например, фазовые портреты на рис. 2а и 2б соответствуют последовательностям Y с различными дисперсиями: фазовый портрет на рис. 2а построен по последовательности с более высокой дисперсией. Еще большая дисперсия у последовательности значений параметра Y системы с фазовым портретом на рис. 4. Вряд ли вызовет сомнения зависимость корреляционных связей в последовательности значений Y от вида аттрактора. Тогда, например, различия в характере изменения состояния системы на отдельных интервалах времени, по-видимому, в немалом числе ситуаций могут стать понятными лишь после анализа притягивающего множества ее состояний, т.е. аттрактора. Более того, вне такого анализа возможны принципиальные ошибки в распознавании причин изменения состояния системы, особенно, когда такие изменения существенны или внезапны. В подобных случаях появляется немалый риск объяснять их усилением влияния известных факторов или, что намного хуже, началом действия скрытых, неизвестных. Между тем, как следует из приведенных аргументов, такие объяснения способны оказаться подчас неверными. Вернемся к фазовому портрету на рис. 4. Предположим, что фазовая точка перемещается некоторое время по концам крестообразной области притягивающих состояний, а затем переходит в ее центр, где концентрация виртуальных фазовых точек наибольшая. При наблюдении за последовательностью значений Y мы увидим картину перехода Y - последовательности из временной области с высокой дисперсией в область с низкой дисперсией. Лицу, принимающему решение - ЛПР, очень непросто отказаться от предположения, связанного с началом или прекращением действия какого-то дополнительного фактора, неизвестного на момент принятия решения. На самом же деле, как мы видим, правильная оценка подобных ситуаций возможна при совсем ином подходе.

Приведенные соображения наводят на мысль о том, что на практике, вероятно, нередки ситуации, в которых ЛПР склонен объяснить изменения состояния системы действием тех или иных факторов, по "умолчанию" идентифицируемых как сторонние по отношению к системе. Между тем наблюдаемые изменения могут оказаться проявлением особых свойств системы, видимых лишь с определенных позиций и не имеющих отношения к внешним воздействиям.

Список использованных источников

1. Севостьянов А.Г. Методы математического описания механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980. – С. 115.
2. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. – М.: Изд-во "Мир", 1980. – 342 с.

SUMMARY

The article deals with the analysis of family of the reaction of the system, being described by the models of the 1st and 2d orders. At discreting entrance influences, the peculiarities appear. The author emphasizes that the changes of linear and non-linear system differ at the similar discreting. That can lead to mistakes in evaluation of the state of the technological systems.