

АЛГОРИТМ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК

© Е.И. Глинкин

Тамбовский государственный технический университет
392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Советская, 106
E-mail: glinkinei@rambler.ru

Проанализирован алгоритм статистического анализа аналогов по градуировочным характеристикам множества ненормированных переменных измерения и контроля нелинейных схем для создания технологии проектирования автоматических компьютерных анализаторов информационных процессов.

Ключевые слова: алгоритм статистического анализа; информационные процессы; регистрация; градуировка; оценки эксперимента; контроль; градуировочная характеристика

Технология проектирования идеального конечного результата (ИКР) неизвестного информационного процесса, но реально существующего натурного эксперимента, адекватного физике явления, – сложная проблема статистического анализа [1–3] множества ненормированных переменных измеряемых величин и результатов контроля по градуировочным характеристикам (ГХ) степенных полиномов с множеством неопределенных коэффициентов многомерных систем уравнений, а также аналитического контроля [4–7] по калибровочным характеристикам (КХ) с заданными параметрами, оптимизируемыми известными образцами с нормируемыми границами адаптивного диапазона по закономерностям тождественности эквивалентам, адекватным физике явления. Технология проектирования кроме статистического анализа и аналитического контроля включает последовательность регистрации и градуировки экспериментальной зависимости, оценки метрологических характеристик градуировки и отождествление ее с эквивалентами форм представления схемо- и мнемотехники, математики для моделирования алгоритмов и методов, а также метрологическую оценку эффективности характеристик и способов. Результатом тождественности служит среднестатистический фантом, реализующий псевдономацию с ненормируемыми характеристиками – платой за незнание физических закономерностей микроэлектроники и измерительной техники. Заключают технологию проектирования методы оптимизации линейных интегральных схем (ЛИС) по эквивалентам ИКР и синтез оптимальной калибровочной характеристики по нормированным мерам границ адаптивного диапазона и физических закономерностей аналитического контроля действительного информационного процесса, адекватного физике явления натурного эксперимента.

Следовательно, технология проектирования ИКР систематизирует статистический анализ градуировочных характеристик из регистрации, градуировки и оценки эксперимента и аналитический контроль калибровочной характеристики псевдономации при отождествлении ГХ формам представления нерациональ-

ных схем, а также инновации по физическим закономерностям микроэлектроники и измерительной техники ЛИС при оптимизации эквивалентам границ адаптивного диапазона параметров калибровочной характеристики для восстановления оптимальной характеристики действительного информационного процесса.

1. РЕГИСТРАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Регистрация экспериментальной зависимости неизвестного, но реально существующего информационного процесса предполагает статистический анализ множества ненормированных переменных в декартовой системе координат [1–7]. По оси абсцисс регистрируют i -е множество ($i > 10,100$) измеряемых величин, а на оси ординат фиксируют искомые результаты контроля в виде j -го множества ($j > 10,100$). Из-за случайного характера измерений и контроля ненормированных переменных экспериментальная зависимость неизвестного процесса представляет точечную зависимость с двумерной адресацией точки в координатах (x_i, y_j) в виде неопределенной функции с расширяющимися границами за счет интеграции множества неизвестных характеристик случайных процессов. Для систематизации расплывчатого образа точечной статистической зависимости с известными эквивалентами аналитического контроля контролируемые результаты y_j связывают с измеряемыми величинами x_i градуировочной характеристикой.

Достоинствами регистрации экспериментальной зависимости является систематизация ненормированных переменных контроля y_j и измерения x_i в обобщенный среднестатистический образ для аппроксимации градуировочной характеристики и ее отождествления с эквивалентами известных решений. Недостатками регистрации служит статистический анализ множества ненормированных переменных с неизвестными функциональными операторами счисления и исчисления для $i, j > 10,100$, который приводит к субъективной оценке неизвестного объективного процесса методами графического, аналитического и статистического ана-

лизов и метрологической оценке градуировочной характеристики среднестатистического образа, которого не существует в природе. Среднестатистическая градуировочная характеристика отражает фантом (небыть, сказку, мираж) с априорной дисперсией $\sigma \leq \pm 30\%$.

Следовательно, регистрация неизвестного процесса систематизирует ненормированное множество измерений и контроля в точечную зависимость неопределенной функции, по которой аппроксимируют градуировочную характеристику и выявляют эквивалент натурного эксперимента.

2. ГРАДУИРОВКА ТОЧЕЧНОЙ ЗАВИСИМОСТИ

Градуировка связывает искомые результаты контроля с измеряемыми величинами функциональными операторами счисления и/или исчисления по градуировочной характеристике (ГХ). Различают методы градуировки: графический и аналитический, статистический анализ и аналитический контроль [5, с. 61–72] в зависимости от информативных параметров. Информативными параметрами могут служить как переменные измерения и контроля, так и параметры характеристик. Параметры характеристик развиваются от амплитуды и периода сигнала через удельные и диффузионные к предельным. Амплитуда и период зависят от электромагнитных полей и топологии, состава и свойств веществ. Удельные параметры не зависят от топологии, а диффузионные – также от электрических величин, но реагируют на состав и свойства. Предельные параметры кроме состава и свойств чувствительны к климатическим показателям температуры, объема и давления.

Принятие за информативные параметры ненормированных переменных измерения и контроля инициирует статистический анализ множества случайных переменных для поиска неопределенных коэффициентов градуировочной характеристики по многомерной системе полиноминальных уравнений методами среднеквадратической оценки. При этом структура и коэффициенты ГХ – субъективны и не нормированы из-за не тождественности различных полиномов, выбираемых произвольно, не отражающих физику процесса и неадекватных натуральному эксперименту.

Выбор коэффициентов характеристик за информативные параметры приводит при операторах счисления (НДФ и НКФ, И-НЕ и ИЛИ-НЕ) также к статистическому анализу множества переменных. А для операторов исчисления (арифметических и алгебраических, тригонометрических и высшей математики) находят статистические коэффициенты методами аналитического контроля из-за ограниченного количества (от двух до четырех) за счет интеграции в себе множества дифференциальных коэффициентов полиномов.

Примером служит разложение алгебраического оператора исчисления экспоненты в полином [7, с. 88]

$$e^{-ax} = \sum_{i=0}^{n-1} (-1)^i (ax)^i / i!, \quad (1)$$

где параметр a интегрирует в себе множество коэффициентов $a_i = (-1)^i a^i / i!$.

Поэтому при замене полинома счисления структурой алгебраического оператора экспоненциального

исчисления множество дифференциальных коэффициентов a_i интегрируется в два a и b :

$$be^{ax} = \sum_{i=0}^{n-1} a_i x^i, \quad (2)$$

которые просто оптимизировать известными образцами с нормируемыми границами адаптивного диапазона аналитического контроля.

Следовательно, замена полинома счисления оператором исчисления интегрирует множество ненормированных коэффициентов двумя параметрами, которые калибруют нормируемыми мерами границ адаптивного диапазона.

Выбор структурной оптимизации градуировочной характеристики полиномом счисления инициирует множество структур (НДФ и НКФ, И-НЕ и ИЛИ-НЕ) с различными степенями полиномов и неопределенными коэффициентами a_i , и, соответственно, с нетождественными между собой характеристиками из-за их неадекватности физике процесса за счет статистического анализа множества ненормированных переменных измерения x_i и контроля y_j . Это обусловлено параметрической оптимизацией $i \times j$ -мерных уравнений

$$y_j = \sum_{i=0}^{n-1} a_i x_j^i \quad (3)$$

при выборе структуры полинома оператором в виде суммы произведений – нормальной дизъюнктивной формы (НДФ), которая является самой простой формой представления чисел в позиционных кодах [2, с. 41–47]. Коэффициенты a_i системы уравнений (3) оптимизируют по минимуму дисперсии $\sigma(a_i, x_{ij}, y_j)$ экспериментальных точек $\{x_{ij}, y_j\}$ от истинной (действительной, эталонной, эквивалентной) зависимости $F_0(a, x, y)$ [1, с. 50–54]. Из-за случайного характера переменных измерения и контроля коэффициенты параметрической оптимизации находят приближенные, а градуировочные характеристики – с априорной дисперсией $\sigma \leq \pm 30\%$. Структурную оптимизацию ГХ организуют из сравнения отклонения степенных полиномов (линейного и квадратичного, кубического и n -мерного) параметрической оптимизации, а с минимальной $\min \sigma$ дисперсией i -й полином принимают за градуировочную характеристику.

Следовательно, структурная оптимизация является перебором (последовательным, параллельным, смешанным) множества параметрических оптимизаций различных степенных полиномов в разных формах логических операторов счисления. Поэтому градуировка – трудоемкая и длительная процедура последовательного приближения к псевдонации, а градуировочная характеристика статистического анализа множества ненормированных переменных моделирует среднестатистический процесс (объект, субъект), т. е. фантом (мираж, призрак), который априори неадекватен физике натурного эксперимента и постфактум требует оценки погрешности градуировки.

Вектор развития градуировки направлен от статистического анализа к аналитическому контролю за счет замены градуировочных характеристик на калибровоч-

ные при замещении операторов счисления операторами исчисления, систематизации множества дифференциальных коэффициентов в два интегральных параметра, калибруемых известными образцами с нормируемыми мерами границ адаптивного диапазона для автоматического контроля компьютерными анализаторами действительных процессов, адекватных физике натурного эксперимента.

3. СТАНДАРТЫ ОЦЕНОК

Аппроксимация нелинейной среднестатистической функции неуправляемой градуировочной характеристики жестко связывает по аналогии фиксированными связями информативные параметры с искомыми результатами статистическим анализом. Неуправляемая градуировка обусловлена жесткой структурой тестера с фиксированными аппаратными связями, но и неизменяемая градуировочная характеристика также инициирует примитивное функционирование с жесткими алгоритмами, соответственно, аналогичными структурами и аппаратными связями узкоспециализированного тестера [6].

Следовательно, жесткие неуправляемые структуры принципиальных схем и градуировочных характеристик с фиксированными связями топологии и однозначными при копировании параметрами узкоспециализированных тестеров – неоправданная плата за незнание закономерностей науки и техники.

Оценка метрологических характеристик (избыточности и нелинейности, равновесия и дрейфа, нормированной меры и гальванической связью) тестеров при проектировании трудоемка и нетехнологична из-за незнания объективных закономерностей, поэтому по стандартам поверяют натурный образец за счет вычисления отклонений и сравнения оценок с регламентом.

1. Вычисление по ГОСТ отклонения результатов экспериментальной функции от градуировочной характеристики по статистическим признакам субъективных оценок – очередная расплата за незнание закономерностей информационных технологий творчества и культуры. Жесткие структуры тестеров требуют жесткие алгоритмы метрологической аттестации с примитивными расчетами статистических оценок точности. Но отсутствие нормированных мер и адаптивных критериев заменяет объективную аттестацию априори на субъективную поверку воспроизводимости тестирования постфактум.

Вычисляют отклонения как информативных параметров от градуировочной характеристики, так и искомых результатов. Информативными параметрами называют [1, с. 78–80] параметры сигнала, функционально связанные с измеряемой величиной. В тестерах с жесткой структурой и неуправляемой градуировочной характеристикой информативными параметрами служат, как правило, мгновенные значения амплитуды (напряжения или тока, сопротивления или проводимости), времени (широкоты или длительности, частоты или фазы), а также их числового эквивалента в коде (последовательном, параллельном или смешанном). В зависимости от способа получения результата измерения [1, с. 31–32] (прямые или косвенные, совместные или совокупные) градуировочные характеристики нормируют сигналы (аналоговые, импульсные или цифровые) или связывают информативные параметры преобразования сигнала (аналого-импульсные, импульсно-

цифровые, цифроанalogовые), градуируют измеряемые значения или линеаризуют их по функциональным зависимостям с результатами измерений. Из-за жестких алгоритмов нормирования или преобразования, градуировки или линеаризации вычисляемые отклонения входных и выходных переменных от градуировочной характеристики также определяются статистическим анализом и требуют оценки результатов измерений после эксперимента (post factum).

Следовательно, жесткая структура, копирующая по аналогии неуправляемые алгоритмы градуировки, также требует post factum статистической оценки отклонений от градуировочной характеристики как информативных параметров сигнала, так и результатов тестирования из-за незнания закономерностей.

2. Сравнение оценок с требуемым регламентом необходимо для подтверждения post factum точности градуировочных измерений в фиксированном диапазоне по статистическим критериям (среднему арифметическому или геометрическому, квадратическому или гармоническому), а также для метрологической аттестации воспроизводимости результатов градуировки по критериям разброса (расеяния измерений), например, математическому ожиданию или дисперсии. Метрологическая аттестация организуется оператором после проведения единственных замеров или серии измерений. Диалоговый режим оператора с тестером снижает оперативность и приводит к субъективной оценке, что торпит автоматизацию аналитического контроля [1–7].

Сравнение результатов с заданными нормами – основа измерения и преобразования, контроля и управления, регулирования и оценки. Алгоритм, например, контроля включает сравнение измеренной величины с требуемым условием. При выполнении условия – продолжается основной режим, а при превышении допуска – реализуется инверсный режим (выключения или стабилизации, защиты или сигнализации). В тестерах автоматизация условий трудоемка из-за жесткой структуры и неуправляемых алгоритмов, поэтому используют диалоговый режим принятия решения оператором post factum. Повышение эффективности оценки и контроля инициирует оператор сравнения, предлагающий гибкий алгоритм по нормированным условиям, без диалогового режима с субъектом post factum, а автоматически аргіоті, что требует создания интеллектуальных компьютерных анализаторов [6–7].

Сопоставление метрологических оценок градуировки статистического анализа и калибровки аналитического контроля показывает, что вектор развития синтеза инноваций по законам динамики направлен: от итерационного анализа узкоспециализированных тестеров с жесткой структурой комбинаторной логики и неуправляемым алгоритмом, копирующим по аналогии неуправляемую статистическую градуировочную характеристику, к информационной технологии проектирования интеллектуальных компьютерных анализаторов по тождественности компонент прототипа оптимальным эквивалентам компонент схемо- и мнемотехники, естественных и гуманитарных наук за счет применения аргіоті известных закономерностей.

4. ЭКВИВАЛЕНТЫ ГРАДУИРОВОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Алгоритм статистического анализа градуировочной характеристики псевдономации из регистрации, гра-

дуировки и оценки эксперимента регламентирован стандартом, предполагающим синтез и анализ тестера с жесткой структурой и заведомо с неизвестными метрологическими характеристиками, как правило, нелинейными, с дрейфом и ненормируемой мерой из-за отсутствия закономерностей избыточности структуры, равновесия параметров и гальванической развязки сигналов. Ущербность тестера принимается как неизбежность статистического анализа, как осознанная необходимость регламентированных ограничений мировоззрения в сферах науки и техники, искусства и культуры. Фантом выступает епитимьей, карой свыше, поизненным страданием за научно-техническое несовершенство, а на самом деле отражает субъективные незнания закономерностей аналитического контроля.

Оценка несоответствия ГХ фантома желаемому решению требует эквиваленты ЛИС в основных формах схемо- и мнемотехники, естественных и гуманистических наук, а также правил сопоставительного анализа эффективности метрологических характеристик аналогов относительно инноваций. Решают поставленную задачу методы оптимизации: тождественности эквивалентам исследуемых форм и по производным их характеристик – для выявления физических закономерностей повышения эффективности или для проектирования ЛИС из нелинейных форм по выявленным закономерностям.

Известные формы представления пассивных схем и ЛИС систематизируют [2–7] в таблице по характеристикам $F(\varepsilon)$ и схемам $F(R)$, формулам $F(\Phi)$ и мнемам $F(T)$ электронного банка данных в координатах метрологических ε и топологических R форм, в функциональных Φ и алгоритмических T образах. Формы представления дифференцируют по разделам физики на статику, кинетику и динамику для иллюстрации нелинейных и линейных схем на линейных резисторах аналоговой техники, нелинейных ключах аналоговой и цифровой техники (в комбинаторной, релейной и матричной логике) и реактивных элементах аналоговой и импульсной техники. Схемы на резисторах интегрируют амплитудные преобразователи (арифметические инверторы, усилители и повторители), иллюстрируют на ключах функциональные преобразователи (выпрямители и стабилизаторы, алгебраические и тригонометрические схемы), объединяют на реактивных элементах операторные преобразователи (интеграторы и дифференциаторы, амплитудно-временные и фазочастотные схемы).

Следовательно, схемы, систематизированные по формам представления науки и техники, с классификацией на амплитудные, функциональные и операторные преобразователи по разделам математики и физики, могут служить эквивалентами схемо- и мнемотехники, естественных (физики и математики, химии и биологии) и гуманитарных (юриспруденции и экономики, метрологии и экологии) наук для оценки эффективности аналогов по метрологическим характеристикам (точности, оперативности и надежности), реализуемых по физическим закономерностям аналитического контроля.

Отождествление градуировочной характеристики $F(x,y,a)$ с эквивалентами статических $F(u,i,Y)$, кинетических $F(u,i,U_0,I_0)$ и динамических $F(u,t,E,T)$ характеристик организуют сопоставительным анализом структуры с метрологической формой $F(\varepsilon)$ представления амплитудных, функциональных и операторных схем

(пассивных нелинейных и активных ЛИС). Тождественность структуры ГХ устанавливают методами аналогии (прямой или символной) по квадратическим оценкам. За искомую характеристику принимают тот метрологический эквивалент $F_0(\varepsilon)$, структура которого тождественна структуре градуировочной характеристике $F(x,y,a)$ по максимальному числу квадратических признаков с минимальным отклонением. По метрологическому эквиваленту структуры $F_0(\varepsilon)$ из электронного банка данных идентифицируют эквивалентные схемы $F_0(R)$, по которым стандартными методами микроэлектроники формируют математическую модель $F_0(\Phi)$ в желаемой для исследователя форме (комплексной или дифференциальной, операторной или интегральной и т. д.).

Из аналитической модели составляют систему уравнений для вычисления характеристик преобразования сигнала (инвертирования или повторения, вольтамперной или амплитудно-временной, абсолютной или нормированной) реальной нелинейной схемы $F_i(R)$ для нахождения метрологических ε_i характеристик (нелинейности и точности, погрешности и дрейфа) и оценки метрологической эффективности $\eta(\varepsilon_i, \varepsilon_0)$ квазиновации ε_i относительно эквивалента ε_0 ИКР при создании линейных интегральных схем (ЛИС).

Следовательно, отождествляют структуру градуировочной характеристики с метрологическим эквивалентом, который адекватен физическому процессу эксперимента. Структура эквивалента служит для моделирования основных форм представления эквивалентов стандартными методами микроэлектроники в виде аналитической модели и системы уравнений в удобной для исследователя форме исчисления, синтеза характеристик преобразования сигнала и метрологических характеристик для оценки метрологической эффективности нелинейной схемы относительной эквивалентов ЛИС.

5. СТРУКТУРНАЯ И ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ

Выбор образа эквивалента является качественным отождествлением градуировочной характеристики и статистического фантома с физическим процессом и адекватной ему переходной характеристикой (амплитудно-временной, вольтамперной или фазочастотной), что соответствует структурной оптимизации выбора инновации с известным эквивалентом структуры характеристики. После структурной оптимизации качественного отождествления с эквивалентом следует параметрическая оптимизация эквивалентной характеристики инновации по известным образцам нормированных границ заданного диапазона, что отражает количественное отождествление эквивалента физике информационного процесса или нормировку. Нормированные меры выбирают из точечной характеристики в заданных границах известного диапазона, адекватного физике натурного эксперимента с минимальной погрешностью разработчика или исследований, опубликованных в печати [6].

Нормированная характеристика эквивалента принимается за математическую модель исследуемого информационного процесса в удобной для пользователя форме исчисления (арифметической или алгебра-

ческой, интегро-дифференциальной или комплексной) и служит априори калибровочной характеристикой с программно управляемыми параметрами, оптимизируемыми по известным образцам нормированных мер границ адаптивного диапазона.

Следовательно, градуировочную характеристику отождествляют по эквивалентам качественно – структурной оптимизацией – и количественно – параметрической оптимизацией. Результатом качественной оптимизации служит математическая модель эквивалента в аналитической форме исчисления, адекватной физике информационного процесса с тождественными аналитическими моделями и формами представления науки и техники.

Параметрическую оптимизацию проводят по алгоритмам оптимизации параметров калибровочной характеристики, например, контроля динамического процесса скорости оседания эритроцитов (СОЭ). Математической моделью калибровочной характеристики СОЭ выбрана алгебраическая форма исчисления [8], как самая простая и удобная для иллюстрации зависимости высоты слоя эритроцитов h от времени t :

$$h = H(1 - e^{-t/T}) \quad (4)$$

с параметрами постоянной времени T и максимального слоя H оседания эритроцитов, отношение которых тождественно параметру начальной скорости $V = H/T$. Скорость v оседания эритроцитов является производной модели (4) и контролируется по виртуальной характеристике

$$v = V e^{-t/T}. \quad (4a)$$

Алгоритмы оптимизации параметров характеристики (4) вычисляют из системы i -х ($i = 1, 2$) уравнений

$$h_i = H(1 - e^{-t_i/T}). \quad (4b)$$

При делении второго уравнения системы (4b) на первое исключают параметр H и получают отношение

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1 - e^{-t_2/T}}{1 - e^{-t_1/T}} = 1 + e^{-t_1/T},$$

из которого следует алгоритм оптимизации постоянной времени T :

$$T = \frac{-t_1}{\ln(h_2/h_1 - 1)}. \quad (4c)$$

Алгоритм (4c) постулирует измерение в бинарные моменты времени $t_2 = 2t_1$ нормированных уровней h_i эритроцитов и определение параметра T из отношения интервала t_1 к логарифмическому диапазону высоты слоя.

Алгоритм оптимизации параметра H характеристики (4) вычисляют из инверсной (4b) системы i -х ($i = 1, 2$) уравнений

$$t_i = -T \ln(1 - h_i/H). \quad (4d)$$

При делении второго уравнения системы (4d) на первое исключают параметр T и получают логарифмическое уравнение

$$2 \ln(1 - h_1/H) = \ln(1 - h_2/H),$$

из которого после логарифмирования следует квадратное уравнение

$$(1 - h_1/H)^2 = 1 - h_2/H.$$

После возведения в квадрат и сокращения единиц, уменьшения разрядности и приведения подобных следует алгоритм оптимизации максимального уровня H :

$$H = \frac{h_1}{2 - h_2/h_1}. \quad (4d)$$

Алгоритм (4d) инициирует измерение в бинарные моменты времени $t_2 = 2t_1$ нормированных уровней h_i эритроцитов на границах и определение параметра H из отношения уровня h_1 к диапазону высоты слоя.

Следовательно, параметрическая оптимизация количественно нормирует эквивалентную характеристику по известным образцам нормированных мер границ тождественного диапазона не градуировочной, а точечной характеристики, которую принимают за калибровочную характеристику аналитического контроля исследуемого информационного процесса. Алгоритмы оптимизации диктуют способ аналитического контроля информационного процесса как целенаправленную последовательность измерения и адаптации калибров известного диапазона, оптимизации программно управляемых параметров и оценки действительных характеристик процессов. Алгоритмы оптимизируют параметры калибровочной характеристики по известным образцам нормированных мер нижней и верхней границ заданного диапазона.

6. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Проанализирован алгоритм проектирования операторной линейной интегральной схемы (ЛИС) по физическим закономерностям оптимизации: тождественности эквивалентам и экстремуму производной – для синтеза действительной характеристики информационного процесса.

Анализ модели (4) высоты слоя эритроцитов h от времени t показывает тождественность ее структуры алгебраической модели пассивного интегратора

$$u = E(1 - e^{-t/T}), \quad (5)$$

которая предполагает нелинейное преобразование напряжения u . Схема пассивного интегратора представляет делитель напряжения из последовательного включения резистора сопротивлением R и конденсатора емкостью C . Параметрами интегральной RC -цепочки служат постоянная времени $T = RC$ и установленное напряжение E . Для исключения нелинейного преобразования создадим операторную ЛИС (активный интегратор) за счет включения интегральной RC -цепочки в отрицательную обратную связь операционного усилителя (ОУ) с коэффициентом усиления $-\beta$ [4, с. 24–28].

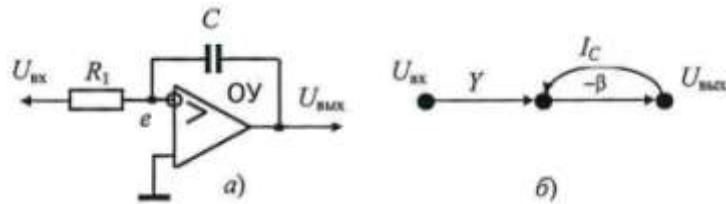


Рис. 1. Интегратор

Синтезируем характеристику активного интегратора (рис. 1а) по стандартному алгоритму микроэлектроники интегральных схем (ИС). Принципиальной схеме (рис. 1а) сопоставим функциональную схему (рис. 1б) в сигнальных графах. Для этого узлы с потенциалами входного E и выходного u уровня соединим последовательно через инверсный вход ОУ с потенциалом e сигнальными графами проводимости $Y = 1/R$ резистора, коэффициента усиления $-\beta$ и тока $I_c = -Cdu/dt$ конденсатора.

Составим систему уравнений по первому и второму правилам Кирхгофа [3, с. 96-98] для неизвестных потенциалов u – выхода и e – инверсного входа ОУ

$$\begin{cases} eY = EY - Cdu/dt, \\ u = -\beta e; e = -u/\beta. \end{cases} \quad (5a)$$

Выразим потенциал e из второго уравнения системы (5а) и подставим в первое, а после деления на проводимость Y с учетом $T = C/Y$, запишем модель интегратора в дифференциальной форме

$$T \frac{du}{dt} - \frac{u}{\beta} = E. \quad (5b)$$

Разделим переменные интегрирования дифференциального уравнения (5б) для интегрирования по частям:

$$\int_e^u du = \frac{1}{T} \int_0^t (E + \frac{u}{\beta}) dt,$$

а после интегрирования напряжения u находим динамическую характеристику активного интегратора

$$u = \frac{1}{T} \int_0^t \left(\frac{E + u/\beta}{1 - 1/\beta} \right) dt. \quad (5b)$$

Качественный анализ амплитудно-временной характеристики (5в) показывает ее нелинейность из-за взаимозависимости напряжений u и u/β в левой части без интеграла и под интегралом.

Следовательно, моделирование и пассивного и активного интегратора стандартными средствами микроэлектроники приводит к нелинейной динамической переходной характеристике за счет представления выходного напряжения в неявной форме. Выявление метрологических характеристик функции (5в) интегратора по стандартам метрологии трудоемко из-за отсутствия физических закономерностей, что инициирует итерационный анализ методом проб и ошибок.

ВЫВОДЫ

1. Проанализирован алгоритм статистического анализа аналогов по калибровочным характеристикам множества ненормированных переменных измерения и контроля эксперимента для создания технологии проектирования автоматических компьютерных анализаторов информационных процессов. Алгоритм статистического анализа включает целенаправленную последовательность из регистрации, градуировки и оценки эксперимента в виде среднестатистического фантома на уровне нелинейной интегральной схемы.

2. Регистрация неизвестного процесса систематизирует ненормированное множество измерений и контроля в точечную зависимость неопределенной функции, по которой аппроксимируют градуировочную характеристику и выявляют эквивалент натурного эксперимента. Среднестатистическая градуировочная характеристика отражает фантом (небыть, сказку, мираж) с априорной дисперсией $\sigma \leq \pm 30\%$.

3. Сопоставление метрологических оценок градуировки статистического анализа и калибровки аналитического контроля показывает, что вектор развития синтеза инноваций по законам динамики направлен: от итерационного анализа узкоспециализированных тестеров с жесткой структурой комбинаторной логики и неуправляемым алгоритмом, копирующим по аналогии неуправляемую статистическую градуировочную характеристику, к информационной технологии проектирования интеллектуальных компьютерных анализаторов по тождественности компонент прототипа оптимальным эквивалентам компонент схемо- и мнемотехники, естественных и гуманитарных наук за счет применения аргументов известных закономерностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Метрология, стандартизация и сертификация / под ред. В.В. Алексеева. М.: Академия, 2008. 384 с.
- Герасимов Б.И., Глинкин Е.И. Микропроцессоры в приборостроении. М.: Машиностроение, 2000. 328 с.
- Глинкин Е.И. Схемотехника аналоговых интегральных схем. Тамбов: ТГТУ, 2012. 152 с.
- Глинкин Е.И., Глинкин М.Е. Технология аналого-цифровых преобразователей. Тамбов: ТГТУ, 2008. 140 с.
- Глинкин Е.И. Схемотехника аналого-цифровых преобразователей. Тамбов: ТГТУ, 2009. 160 с.
- Глинкин Е.И. Закономерности методов измерения // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2015. Т. 20. Вып. 6. С. 1784-1789.
- Глинкин Е.И., Одинокова А.А. Кондуктометрические методы контроля // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2016. Т. 21. Вып. 2. С. 681-689. DOI: 10.20310/1810-0198-2016-21-2-681-689.
- Патент № 2516914 РФ. Способ определения динамики изменения скорости оседания эритроцитов / А.С. Суслина, Е.И. Глинкин. 2014. Бюл. № 14.

Поступила в редакцию 23 ноября 2016 г.

Глинкин Евгений Иванович, Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры биомедицинской техники, заслуженный изобретатель Российской Федерации, e-mail: glinkinei@rambler.ru

UDC 681.335
DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-486-492

THE ALGORITHM OF STATISTIC ANALYSIS OF CHARACTERISTICS

© E.I. Glinkin

Tambov State Technical University
106 Sovetskaya St., Tambov, Russian Federation, 392000
E-mail: glinkinei@rambler.ru

The algorithm of statistic analysis of analogs according to grading characteristics of a set of unrationed variables of measurement and monitoring of non-linear diagrams for creation of automatic computer design technology analyzers of information processes is analyzed.

Key words: algorithm of statistic analysis; information processes; registration; graduation; experiment estimates; monitoring; grading characteristics

REFERENCES

1. *Metrologiya, standartizatsiya i sertifikatsiya* [Metrology, Standardization and Certification]. V.V. Alekseev (ed.). Moscow, Akademiya Publ., 2008, 384 p. (In Russian).
2. Gerasimov B.I., Glinkin E.I. *Mikroprotessory v priborostroenii* [Microchips in Instrument Engineering]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2000, 328 p. (In Russian).
3. Glinkin E.I. *Skhemotekhnika analogovykh integral'nykh skhem* [Circuit Technique of Analog Integrated Circuit]. Tambov, Tambov State Technical University Publ., 2012, 152 p. (In Russian).
4. Glinkin E.I., Glinkin M.E. *Tekhnologiya analogo-tsifrovych preobrazovateley* [Technology of Analog Data Digitizers]. Tambov, Tambov State Technical University Publ., 2008, 140 p. (In Russian).
5. Glinkin E.I. *Skhemotekhnika analogo-tsifrovych preobrazovateley* [Circuit Technique of Analog Data Digitizers]. Tambov, Tambov State Technical University Publ., 2009, 160 p. (In Russian).
6. Glinkin E.I. *Zakonomernosti metodov izmereniya* [The regularities of measurement methods]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya Estestvennye i tekhnicheskie nauki – Tambov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences*, 2015, vol. 20, no. 6, pp. 1784-1789. (In Russian).
7. Glinkin E.I., Odinokova A.A. *Konduktometricheskie metody kontrolya* [Conductometric control methods]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya Estestvennye i tekhnicheskie nauki – Tambov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences*, 2016, vol. 21, no. 2, pp. 681-689. (In Russian). DOI: 10.20310/1810-0198-2016-21-2-681-689.
8. Sushina A.S., Glinkin E.I. *Sposob opredeleniya dinamiki izmeneniya skorosti osedaniya eritrotsitov* [The Way of Defining Dynamics of Changing Speed of Erythrocyte Sedimentation]. Patent no. 2516914 RF, 2014. (In Russian).

Received 23 November 2016

Glinkin Evgeniy Ivanovich, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation, Doctor of Technics, Professor, Professor of Biomedical Techniques Department, Honored Inventor of Russian Federation, e-mail: glinkinei@rambler.ru

Информация для цитирования:

Глинкин Е.И. Алгоритм статистического анализа характеристик // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2017. Т. 22. Вып. 2. С. 486-492. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-486-492
Glinkin E.I. Algoritm statisticheskogo analiza kharakteristik [The algorithm of statistic analysis of characteristics]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya Estestvennye i tekhnicheskie nauki – Tambov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences*, 2017, vol. 22, no. 2, pp. 486-492. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-486-492 (In Russian).