

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ

Киевский политехнический институт

На правах рукописи

АЛЬ-ХУСАЙНИ Мохамед Таджеддин

УДК 519.87:681.3.06

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ
УНИВЕРСАЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Специальности: 05.13.01 – Управление в технических
системах
05.13.05 – Элементы и устройства
вычислительной техники
и систем управления

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев, 1993

2026.9
Работа выполнена на кафедре автоматики и управления в технических системах Киевского политехнического института.

Научный руководитель - доктор технических наук
Л.Ф.КОМПАНЕЦ.

Официальные оппоненты: - доктор технических наук, профессор
академик Академии связи Украины,
лауреат Государственной премии
Украины
В.К.СТЕКЛОВ,

- кандидат физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник
В.В.ДОБРОВОЛЬСКИЙ.

Ведущая организация - институт кибернетики им. В.М.Глушкова
АН Украины.

Защита диссертации состоится "19" 04 1993 г. в
17 часов на заседании специализированного Совета К 068.14.01
в Киевском политехническом институте, 252056, г. Киев, проспект
Победы 37, корп. 22, ауд. 503.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Киевского
политехнического института.

Автореферат разослан "17" 03 1993 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета,
канд.технич.наук, доцент

Д.И.ШУЛЬГА

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

А Н Н О Т А Ц И Я

Целью реферируемой диссертационной работы является исследование и разработка компьютерно-ориентированной модели случайного сигнала для ориентированных на прикладного конечного пользователя (ПКП) систем моделирования случайных процессов (СП).

Для достижения цели были решены следующие задачи:

1. Сформулированы требования к свойствам универсального генератора.
2. Разработана компьютерно-ориентированная модель случайного сигнала на основе неканонического представления.
3. Синтезирована структура для аппаратной реализации генератора.
4. Исследован компьютерный критерий Код близости/расхождения пары моделей СП.
5. Экспериментально исследована работоспособность основных научных положений диссертационной работы.

На защиту выносятся:

1. Метод автоматического моделирования ансамблей реализаций СП с задаваемыми пользователем корреляционной функцией (КФ) и/или плотностью распределения вероятностей (ПР) и требуемым информационным качеством (ИК) сгенерированного ансамбля, в основу которого положен механизм суммирования косинусоид со случайными частотой, фазой, амплитудой и энтропийный критерий Код оценивания близости пары моделей.

2. Модифицированная модель неканонически представленного эргодического случайного процесса на основе механизма суммирования косинусоид со случайными частотой и фазой, которая удовлетворяет требованиям автоматической реализуемости. а также результаты математического и экспериментального исследования свойств модели.

3. Результаты исследования свойств энтропийного КРИТЕРИЯ Код близости/расхождения пары моделей, подтверждающие его эффективность при синтезе и функционировании генератора.

4. Структура универсального генератора СП, обеспечивающего новые свойства: автоматическую настройку/перенастройку на задаваемую пользователем КФ генерируемого процесса и/или одномерну ПР и назначаемое пользователем ИК ансамбля реализаций.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ. Начавшийся этап внедрения новой информационной технологии, а также значительное повышение интереса к использованию вероятностно-статистического аппарата в научно-технических приложениях обуславливает необходимость создания методов, моделей и программно-аппаратных средств, которые обеспечивают возможность моделирования практически интересных в современных приложениях стохастических систем, объектов и ситуаций с задаваемыми пользователем характеристиками и информационным качеством (ИК). Под ИК далее подразумевается степень информационного (по К.Шеннону) расхождения парн функций, удовлетворяющих свойствам плотности распределения (ПР) вероятностей.

Тенденция широкой компьютеризации в области обработки разнообразных сигналов и изображений, а также существенное расширение круга приложений вероятностно-статистического аппарата объективно порождают новую закономерность: массовым пользователем становится непрограммирующий специалист, как правило, с низкой статистической квалификацией. Далее такой пользователь называется прикладным конечным пользователем (ПКП).

Применение в чистом виде методологии и инструментария интеллектуальных систем, т.е. систем, реализующих новую информационную технологию, связано с рядом противоречий: затраты вычислительных ресурсов для реализации интеллектуальных систем превосходят допустимые для многих приложений ресурсы, в особенности для бортовых систем и систем персонального уровня; основное внимание при построении систем обработки и синтеза сигналов и изображений делается на разработку устройств под конкретные типы сигналов, что значительно снижает эффективность систем; массовый пользователь имеет низкую программистскую и/или вероятностно-статистическую квалификации.

Поэтому представляются актуальными не только разработка подобных систем на базе средств, используемых в традиционной технологии, но и поиск других эффективных подходов к созданию компьютерных систем для обработки и синтеза стохастических сигналов.

Отметим, что несмотря на многочисленные разработки в области теории и средств имитационного моделирования (Расщепляев Д.С., Поляк Д.Г., Г.П.Хамитов, Кнут Д., Шалыгин А.С., Шеннон Р.) проблема моделирования псевдослучайных процессов (СП) с учетом

современных требований ПКП решена не в полном объеме. Автору не известны программные системы (ПС) для моделирования СП, системная разработка которых была бы единой, экономной и удовлетворяла бы как требованиям современного массового пользователя, так и новой информационной технологии.

Поэтому создание ПС для моделирования СП, которая была бы ориентирована на ПКП и позволяла бы моделировать в автоматическом режиме ансамбли реализаций с практически всеми встречающимися в приложениях корреляционными функциями (КФ) и/или ПР с задаваемым ИК, представляется достаточно актуальным.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. При решении поставленных задач использованы методы теории вероятностей и компьютерной статистики, статистической теории информации, вероятностного имитационного моделирования, а также основы теории систем искусственного интеллекта.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА работы состоит в том, что в ней впервые: 1. Сформулирована и развита идея синтеза универсального генератора СП на основе разработки модели предметной области (ПО) неоднородного случайного сигнала; разработан формализм представления модели - вычислительная технологическая сеть. 2. Теоретически и экспериментально изучены как компоненты такой модели эргодические и неэргодические модели СП на основе суммирования косинусоид со случайными частотой, фазой, амплитудой. 3. Изучен и применен в задачах моделирования случайных сигналов энтропийный критерий Код информационной близости/расхождения пары стохастических моделей. 4. Предложены и компьютерно реализованы математические и алгоритмические механизмы автоматической настройки/перенастройки генератора на реализацию конкретной технологии из нетривиальной ПО. 5. Обоснована эффективная аппаратно-программная реализуемость универсального генератора.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ. 1. Синтезированный универсальный генератор СП позволяет с приемлемыми затратами массовому пользователю получать реализации или ансамбли реализаций СП с требуемыми КФ и/или ПР и задаваемым ИК. Это качественно расширяет возможность корректного исследования в различных приложениях. 2. Разработанный критерий Код может быть использован в различных системах классификации, в системах компьютерного зрения и других приложениях. 3. Результаты работы могут быть составной частью работ по созданию ПС для моделирования ансамблей реализаций случайных

процессов и полей, которые разрабатываются на принятой в диссертации концептуальной основе.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ. Результаты исследований нашли применение в следующих разработках, выполненных при непосредственном участии автора: система компьютерного зрения ОЧ191-КП1 для контроля целостности фотопреобразователей солнечных батарей по их телевизионному изображению (НИИ проблем механики "Ритм", г. Киев; НПО им. С.А.Лавочкина, г. Москва); система компьютерного зрения ОКО90-КП1 для квазиобратимого сжатия космических изображений, быстрой локализации и распознавания объектов на них (Институт математики АН Украины; КБ Электроприборостроения, г.Харьков); пакет прикладных программ имитационного моделирования специальных случайных сигналов использован в цикле лабораторных работ по курсам "Математическое обеспечение научно-технических исследований. Часть 1." и "Автоматизированное управление в технических системах" (кафедра автоматики и управления в технических системах Киевского политехнического института).

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ. Научные результаты и основные положения работы докладывались и обсуждались на научных семинарах кафедры автоматики и управления в технических системах Киевского политехнического института.

ПУБЛИКАЦИИ. По материалам диссертации опубликовано 4 печатных работы. Издательством "Вища школа" выпущена книга [4], в параграфах 2.2, 2.3, 2.4 приложения 2, которой частично нашли отражение материалы автора. Кроме того, содержание работы отражено в 3 отчетах по НИР, выполненных кафедрой по хозяйственным.

ОБЪЕМ И СТРУКТУРА РАБОТЫ. Диссертационная работа содержит введение, 3 главы, заключение, приложение. Общий объем работы 148 с., в том числе основной текст - 87 с., 30 рис. (28 с.), 12 табл. (23 с.), список использованной литературы, включающий 102 источника (10 с.), приложение - 23 с.

Во введении сформулированы научная проблема, цель работы, основные задачи исследования, защищаемые научные положения, другие обязательные сведения, сведения о внедрении результатов.

В первой главе выполнено системное научное обобщение известных принципов, моделей и механизмов реализации современных систем моделирования случайных объектов, в том числе статистических. В результате обобщения выделен новый класс генераторов СП, условно названных универсальными, и обоснована перспектив-

ность неканонически представленных моделей СП для реализации таких устройств. Универсальность генератора связывается с обеспечением возможности генерировать ансамбль реализаций или отдельную эргодическую реализацию СП с задаваемыми пользователем КФ $R(\tau)$ и/или одномерной ПР $P(y)$ и назначаемым ИК генерируемого ансамбля.

Во второй главе разработаны научно-технические принципы и реализующие их автоматические процедуры, которые являются определяющими при синтезе универсального генератора. Рассмотрены основные моменты, обеспечивающие правильный выбор параметров алгоритма машинной реализации процедуры генерирования.

В третьей главе приведены результаты имитационного эксперимента по исследованию качества функционирования генератора.

В заключении приведены основные результаты работы.

Е приложения приведены акты внедрений результатов работы и вариант аппаратной реализации генератора.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Изложены основные методы генерирования СП. Показана перспективность и единственность метода неканонического представления СП для синтеза универсального генератора, который должен обеспечить свойство удобной автоматической реализуемости и обеспечивать повышенную информативность СП (могут задаваться $R(\tau)$ и $P(y)$).

Далее изучены общие и предельные свойства неканонически представленной модели СП с точки зрения обеспечения новых свойств генератора. Определены научные задачи исследования.

Универсальной формой неканонического представления СП является модель

$$(1) \quad Y(t) = A \cos(\Omega t + \psi),$$

где A , Ω , ψ - попарно независимые случайные величины (СВ) с плотностями $P_A(s)$, $P_\Omega(u)$, $P_\psi = \text{Rav}[0, 2\pi]$ соответственно.

Модель (1) не обладает свойством эргодичности. Не изучено влияние на метрологические характеристики ансамблей реализаций таких параметров модели как вид плотностей P_A , P_Ω , P_ψ и процедура их аппроксимации, шаг дискретизации, количество отсчетов

процесса и др.

Для машинной реализации модели (1) выбрана модификация вида

$$(2) \quad Y_N(t) = \sigma \left(\frac{2}{N}\right)^{\frac{1}{2}} \sum_{K=1}^N \text{Cos}(\Omega_K t + \varphi_K),$$

где N - количество копий процесса, $\sigma^2 = R(0) = \int_{-\infty}^{+\infty} du S(u)$; $R(t)$ - задаваемая КФ; $S(u) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} dt R(t) \text{Cos}(ut)$ - спектральная плотность $Y(t)$; Ω_K , $K = 1..N$ - независимые СВ с плотностью $\frac{S(u)}{\sigma^2} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} dt \frac{R(t)}{\sigma^2} \text{Cos}(ut)$; φ_K , $K = 1..N$ - независимые СВ $\text{Rav}[0, 2\pi]$.

Изучение свойств модели (2), частично описанной в литературе, заключалось в следующем.

Пусть $\xi(t) = \sigma \sqrt{2} \text{Cos}(\Omega t + \varphi)$, где σ , φ , Ω определены выше. Процесс $\xi(t)$ обладает следующими ОБЩИМИ свойствами:

1) $M \xi(t) = 0$; 2) $K_{\xi}(u+t, u) = R(t)$, где K_{ξ} - КФ процесса $\xi(t)$; 3) процесс $\xi(t)$ стационарен в узком смысле; 4) одномерная плотность СП $\xi(t)$ совпадает с плотностью СВ $\xi_0 = \sigma \sqrt{2} \text{Cos} \varphi$ для всех t .

Из взаимной независимости процессов $\text{Cos}(\Omega_K t + \varphi_K)$ следует, что $Y_N(t)$ имеет следующие свойства:

А. $M Y_N(t) = 0$; Б. $K_{Y_N}(y+t, y) = R(t)$; В. процесс $Y_N(t)$ стационарен в узком смысле.

ТЕОРЕМА 1. (Функциональная центральная предельная теорема). Для всех непрерывных на $C[0, T]$ функционалов f распределение $f(\zeta_N(t))$ сходится к распределению $f(\zeta(t))$, где $\zeta(t)$ - гауссовский стационарный процесс с нулевым математическим ожиданием и КФ $R(t)$.

Из теоремы следует, в частности, сходимость $M \zeta_N^2$, $M \zeta_N^4$, K_{ζ_N} к соответствующим функционалам СП $\zeta(t)$.

Теорема 1 является новым научным результатом.

ТЕОРЕМА 2. Пусть процессы $\xi_N(t)$ и $\xi(t)$ непрерывны на отрезке $[0, T]$. Если конечномерные распределения процесса $\xi_N(t)$ сходятся к конечномерным распределениям процесса $\xi(t)$ и существуют такие $\alpha > 0$, $\beta > 0$ и $N > 0$, что для всех t_1, t_2 и всех N

$$(3) \quad M |\xi_N(t_1) - \xi_N(t_2)|^\alpha \ll N |t_1 - t_2|^{1+\beta}$$

то для всех непрерывных на $C[0, T]$ функционалов f распределение $f(\xi_N(t))$ будет сходиться к распределению $f(\xi(t))$. Если положить $\xi_N(t) = \zeta_N(t)$, $\xi(t) = \zeta(t)$, $\alpha = 2$, $\beta = 1$, то легко убедиться, что условие (3) выполняется.

ТЕОРЕМА 3. Процесс $\zeta(t)$ является эргодическим процессом если $\int_0^\infty d(\tau) |R(\tau)| < \infty$.

ТЕОРЕМА 4. Пусть стационарный СП имеет нормированную КФ $r(\tau)$, причем существует такое $\delta > 0$, что $r'(\tau) < 0$, $r_1'(\tau) < 0$ при $0 \leq \tau \leq \delta$. Тогда всегда можно выбрать такой отрезок, на котором дисперсия оценки КФ по двум крайним значениям будет меньше, чем дисперсия среднеарифметической оценки КФ по трем значениям, взятым на концах и посередине отрезка. Шаг Δ дискретизации КФ можно определить из уравнения

$$(4) \quad \frac{4}{9} r_1\left(\frac{\Delta}{2}\right) - \frac{5}{18} r_1(\Delta) - \frac{1}{6} = 0,$$

$$\text{где} \quad r_1(\Delta) = \frac{r^2(\Delta) + r(\Delta - \tau) r(\Delta + \tau)}{1 + r^2(\tau)}$$

Величина шага Δ зависит от (τ) . В результате анализа принято упрощение: целесообразно использовать единый шаг выборки $\Delta = \Delta(0)$.

Для гауссовского СП объем M выборки, обеспечивающий выполнение условия

$$P(|\hat{R}(i, M) - R(i)| \leq \gamma_i) \geq 1 - \alpha,$$

определяется по выражению

$$(5) \quad M = \max_i \left\{ i + \frac{1}{\gamma_i \sqrt{\alpha}} [(n^*+1)R^2(0) + (n^*+1-i)R^2(i) + 2 \sum_{j=1}^n (n^*+1-j)R^2(j) + 2 \sum_{j=1}^{n^*-i} (n+1-i-j)R(j+1)R(j-i)]^{1/2} \right\},$$

$$i = 0, 1, \dots, \max\{n, n^*\}, n \ll M,$$

где δ_i - задаваемая погрешность оценки КФ; $1 - \alpha$ - достоверность оценки; n^* - номер шага КФ, для которого $|R(i)| \leq \delta$.

Анализ выражения (5) показывает, что при одинаковых δ_i наибольшее значение M получается при $i = 0$.

Теорема 4 и выражение (5) являются новыми результатами; доказаны они по аналогии с имеющимися в литературе доказательствами подобных свойств.

Для того, чтобы оценить соответствие генерируемых реализаций СП заданным характеристикам была исследована применимость нового критерия КоД близости пары моделей, введенного в работах Л.Ф.Компанца. Критерий основан на расхождении Г.Джеффриса и является энтропийным, относительным, симметризованным, однозначным и инвариантным к виду пары сравниваемых функций. Математическое выражение для критерия КоД имеет вид

$$\sum_{i,j} (\tilde{P}_i(x) - \hat{P}_j(x)) \text{Ln}(\tilde{P}_i(x)/\hat{P}_j(x))$$

$$(6) \text{ КоД} = \frac{\frac{1}{2} \left(\left[-\sum_{i=1}^{K1} \tilde{P}_i(x) \text{Ln}(\tilde{P}_i(x)/\Delta \tilde{x}_i) \right] + \left[-\sum_{j=1}^{K2} \hat{P}_j(x) \text{Ln}(\hat{P}_j(x)/\Delta \hat{x}_j) \right] \right)}{}$$

где $\tilde{P}_i(x)$, $\hat{P}_j(x)$ - аппроксимация и гистограмма функции плотности соответственно, $\Delta \tilde{x}_i$, $\Delta \hat{x}_j$ - шаги дискретизации функций $\tilde{P}_i(x)$ и $\hat{P}_j(x)$ соответственно.

Далее синтезирована структура универсального генератора на основе разработанной модели предметной области, в качестве механизма представления которой была использована вычислительная технологическая сеть. Множество моделей нетривиальной ПО "Генерирование СП" приведено в табл. 1. Объекты, представляющие собой случайные величины и поля, в таблице не приведены.

Имитационным моделированием исследовались особенности универсального генератора, использующего модель предметной области и неканонически представленную модель (2). Для этого был запрограммирован один из режимов работы генератора. Генерировались эргодические реализации СП для аperiодической и двух типов осциллирующих нормированных КФ. Исследовались характер и скорость сходимости соответствующих коррелограмм к заданным пользователем функциям (их аппроксимациям) в зависимости от N - количества косинусов и M - количества отсчетов эргодической реализации при

Табл. 1.

Идентиф. объекта	Содержательное описание объекта
10PNRA	Эргодическая реализация неканонически представленного СП с аналитически заданной КФ
11PNRF	Эргодическая реализация неканонически представленного СП с КФ, заданной таблично
12PAR	Эргодическая реализация представленного моделью авторегрессии СП с заданной КФ
13PRPA	Ансамбль К реализаций СП длительностью Т с аналитически заданными КФ и одномерной ПР
14PRPF	Ансамбль К*Т реализаций СП с заданными таблично КФ и ПР
15PND	Ансамбль К*Т реализаций нестационарного СП с заданной функцией изменения дисперсии
20TA	Трендовая компонента, заданная аналитически
21TF	Трендовая компонента, заданная таблично
30R1	Реализация или ансамбль реализаций неоднородного СП

фиксированном ИК аргументов модели – выборку случайных величин Ω и ψ (Рис. 1).

Результаты исследования показывают, что удовлетворительные или хорошие метрологические показатели могут быть получены при незначительном перерасходе вычислительных ресурсов по сравнению с авторегрессионными генераторами, но при этом достигаются новые качества универсального генератора.

Далее исследовались чувствительность критерия Код при различных вариантах изменения корреляционных моментов.

Исследовалось также влияние ИК гистограмм $P_{\Omega}(u)$ и $P_{\psi}(v)$ на метрологические характеристики универсального генератора. Исследовался СП с КФ $r(\tau) = \text{EXP}(-2 \cdot \text{ABS}(\tau)) \cdot \text{COS}(5 \cdot \tau)$ Для $N = 100$ и соответствующего количества n – интервалов гистограмм $P_{\Omega}(u)$ и $P_{\psi}(v)$. Для оценивания ИК выборки вычислялись значения ряда мер: критерия хи-квадрат при гарантированной надежности $P_r = 0.8$; энтропии; расхождения Керриджа; расхождения Кульбака; расхождения Джеффриса; а также критерия Код (табл. 2, рис. 2, 3). Результаты

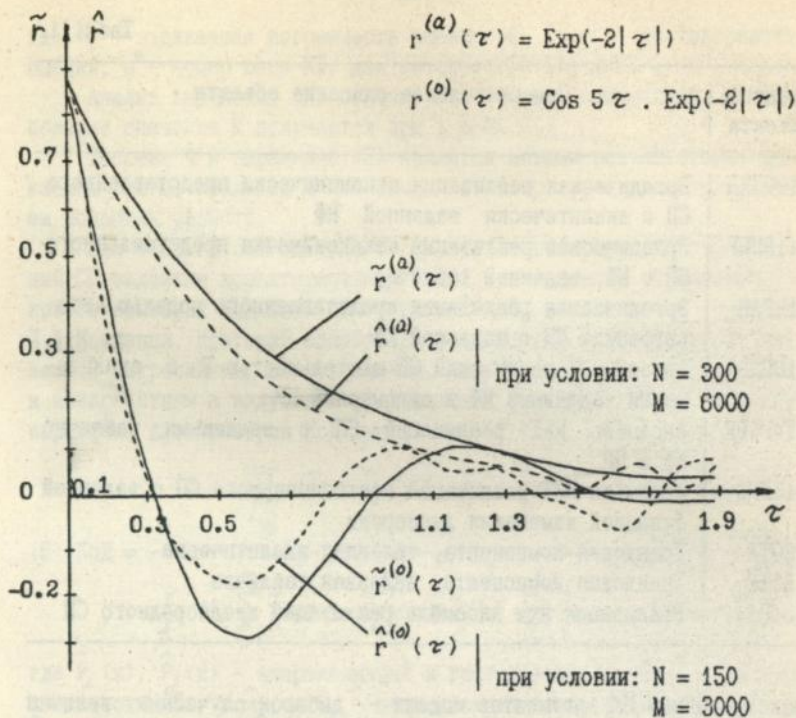


Рис. 1.

исследования позволяют сделать вывод о том, что при малых объемах выборки для метрологических характеристик эргодической реализации целесообразное число интервалов аппроксимации равно 9 .. 15. При этом значения критерия КоД = 0.262, 0.019 обеспечивают приемлемое качество гистограмм.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В диссертационной работе сформулирована научно-техническая проблема синтеза универсального генератора случайных сигналов для широкого круга научно-технических приложений, который обладает следующими новыми свойствами:

- настройка или перенастройка генератора на конкретную тех-

Характеристики гистограмм	$P_{\Omega}(u)$		$P_{\psi}(\vartheta)$			
	$N = 100$	$n = 9$	$N = 100$	$n = 12$		
	теоретич.	эксперим.	теоретич.	эксперим.		
Статистические СВ	Минимальн. значение	-90.000	-87.913	0.000	0.043	
	Максимальн. значение	90.000	37.463	6.283	6.275	
	Математич. ожидание	0.0	-0.119	3.142	3.247	
	Дисперсия	136.975	217.933	3.289	3.155	
	Стандарт. отклонение	11.704	14.763	1.814	1.776	
	Кoeff. асимметрии	0.0	-2.145	0.000	0.161	
	Кoeff. эксцесса	16.966	12.639	0.000	-1.169	
	Значения мер	Chi-квадрат	5.380	5.285	5.380	3.458
		Энтропия	4.227	3.874	1.838	1.821
Керреджа		4.227	4.365	1.838	1.855	
Кульбака 1			0.138		0.017	
Кульбака 2			-0.066		0.017	
Джеффриса			0.072		0.034	
			0.262		0.019	

нологию моделирования СП с задаваемыми КФ и/или одномерной ПР осуществляется оперативно и в автоматическом режиме;

- в процессе моделирования автоматически обеспечивается информационное качество моделируемого ансамбля или эргодической реализации;

- пользователем является специалист, программистская и/или статистическая квалификация которого низки;

- генератор может использоваться в интегрированных системах

ГИСТОГРАММА $P_{\Omega}(u)$

	теоретич.	эксперим.
-90.000 I ██████████.....	7.08	6.00
-10.328 I ██████████.....	5.92	7.00
-7.377 I ████████████████████.....	19.05	19.00
-4.426 I ████████████████████.....	13.67	13.00
-1.475 I ██████████.....	6.92	7.00
1.475 I ████████████████████.....	13.67	14.00
4.426 I ████████████████████.....	19.05	19.00
7.377 I ██████████.....	5.92	6.00
10.328 I ██████████.....	18.50	9.00
90.000 I		

Рис. 2.

ГИСТОГРАММА $P_{\psi}(\vartheta)$

	теоретич.	эксперим.
0.000 I ██████████.....	8.00	6.00
0.502 I ██████████.....	8.00	7.00
1.005 I ██████████.....	8.00	6.00
1.508 I ████████████████████.....	8.00	11.00
2.010 I ██████████.....	8.00	7.00
2.513 I ████████████████████.....	8.00	10.00
3.016 I ████████████████████.....	8.00	9.00
3.518 I ██████████.....	8.00	7.00
4.021 I ████████████████████.....	8.00	9.00
4.524 I ██████████.....	8.00	7.00
5.026 I ████████████████████.....	8.00	8.00
5.529 I ████████████████████.....	12.00	13.00
6.283 I		

Рис. 3.

для моделирования стохастических потоков, величин, процессов, полей и конструируемых из указанных объектов неоднородных сигналов.

Поставленная проблема решена в полном объеме, а ее научно-техническое решение является законченным, во многом оригинальным исследованием.

В результате:

1. Выделен в явном виде новый класс систем моделирования СП – универсальные генераторы, которым присущи вышеуказанные новые свойства.

2. Предложена и реализована методика системотехнического синтеза универсальных генераторов, использующая неканонически представленные модели СП.

3. Модернизированы, математически и экспериментально исследованы неэргодические и эргодические модели неканонически представленных СП.

4. Алгоритмизирован и исследован компьютерный критерий Код для определения корреляционной близости пары моделей, реализуемый в автоматическом режиме.

5. Предложены и исследованы необходимые для автоматической реализации технологий моделирования СП автоматические процедуры: аппроксимации вероятностно-статистических характеристик по назначаемому ИК; определения оптимального количества интервалов аппроксимации характеристики; выбора алгоритмической цепочки на вычислительной технологической сети.

6. Синтезирована структура универсального генератора. Доказана ее хорошая аппаратно-программная реализуемость.

Научные и практические результаты достаточно широко апробированы. Они внедрены в трех разработках систем подобного назначения, а также в учебном процессе.

Результаты теоретических исследований и моделирования фрагментов алгоритмов генерирования дают основания полагать, что заложенные в основу создания универсального генератора принципы, модели и алгоритмы обеспечивают уровни качества и технико-экономические показатели не хуже тех, которые достигнуты в современных средствах подобного назначения, а в некоторых случаях и превышают их.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

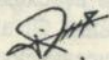
1. Компанец Л.Ф., Ходзицкий А.А., Аль-Хусайни М.Т. Критерий относительной энтропийной близости вероятностно-статистических моделей. -В сб.: Вестн. Киев. политехн. ин-та. Автоматика и электроприборостроение, 1990, вып. 27, с. 111-117.

2. Компанец Л.Ф., Будник С.А., Аль-Хусайни М.Т. Неканоническая модель и программная система для генерирования эргодических случайных процессов. -В сб.: Вестн. Киев. политехн. ин-та. Автоматика и электроприборостроение, 1991, вып. 28, с. 110-116.

3. Компанец Л.Ф., Будник С.А., Аль-Хусайни М.Т. Модель предметной области для программной системы "генератор случайных функций". -В сб.: Вестн. Киев. политехн. ин-та. Автоматика и электроприборостроение, 1992, вып. 29, с. 87-95.

4. Компанец Л.Ф., Краснопрошина А.А., Маликов Ч.Н. Математическое обеспечение научных исследований в автоматике и управлении. - К.: Выща школа, 1992. - 288 с. (Аль-Хусайни М.Т. является соавтором пп. 2.2, 2.3, 2.4, приложения 2).

Автор:



М.Т.Аль-Хусайни

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

Подписано в печать 3.03.93г формат 60x84/16
Бумага писчая. Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ №411
Отпечатано ЦУОП ГНПП "Плодвинконсерв" г.Киев,Саксаганского,1

1/100630

AB 26.992