



Вешкурцев Ю.М., Вешкурцев Н.Д., Титов Д.А.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ НА БАЗЕ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Монография

Новосибирск
2018

УДК 621.396 : 621.317

ББК 32.842

В40

Рецензенты:

Кликушин Ю.Н., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры ТЭА ОмГТУ;

Бычков Е.Д., доктор технических наук, доцент, профессор кафедры ТРСиС ОмГУПС.

Вешкурцев Ю.М., Вешкурцев Н.Д., Титов Д.А.

В40 «Приборостроение на базе характеристической функции случайных процессов»: – Монография; – Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2018. – 182 с.

ISBN 978-5-4379-0592-0

В монографии рассматриваются научные положения приборов разного назначения, в том числе контроля, обнаружения, демодуляции и фильтрации сигналов. Все приборы вместе объединены в группу путем использования в них характеристической функции случайных процессов, позволившей на порядок и более улучшить метрологические характеристики известных устройств.

Книга рекомендуется для научных работников и специалистов в области статистической радиотехники и приборостроения, неразрушающего контроля и технической диагностики, математической статистики и обработки экспериментальных данных, может быть полезна аспирантам, магистрам и студентам соответствующих специальностей.

Табл. 11. Ил. 62. Библиогр. 42 назв.

ББК 32.842

ISBN 978-5-4379-0592-0

© Вешкурцев Ю.М., Вешкурцев Н.Д., Титов Д.А., 2018 г.

© Институт радиоэлектроники, сервиса и диагностики

© Омский государственный технический университет

© Редакционно-издательское оформление АНС «СибАК», 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение	7
Глава 1. Характеристическая функция	9
1.1. Характеристическая функция: определение, свойства .	9
1.2. Оценки характеристической функции мгновенных значений случайного процесса	17
1.3. Оценки характеристической функции дискретной величины	22
1.4. Свойства оценок характеристической функции	24
1.5. Характеристические функции известных случайных процессов	29
Глава 2. Виртуальный прибор «Характериометр»	37
2.1. Программное обеспечение: «Характериометр»	39
2.1.1. Функциональные возможности программного продукта	39
2.1.2. Используемые технические средства	40
2.1.3. Сведения о государственной регистрации электронного ресурса	40
2.1.4. Математическое обеспечение прибора «Характериометр»	41
2.2. Анализ метрологических характеристик «Характериометра»	43
2.3. Достоинства и перспективы широкого использования прибора «Характериометр» в фундаментальных и прикладных исследованиях	46

Глава 3. Фильтры в пространстве вероятностей	48
3.1. Первый алгоритм фильтрации аддитивной смеси сигнала и шума с помощью характеристической функции .	49
3.1.1. Результат моделирования и анализа фильтра ...	52
3.2. Второй алгоритм фильтрации аддитивной смеси сигнала и шума с помощью характеристической функции	56
3.2.1. Постановка и решение задачи	58
3.2.2. Результаты моделирования и анализа фильтра .	60
3.3. Построение в пространстве вероятностей фильтра с помощью характеристической и тригонометрической функций	65
3.3.1. Постановка и решение задачи	67
3.3.2. Результаты моделирования и анализа фильтра .	70
3.4. Фильтрация в пространстве вероятностей нецентрированного квазидетерминированного сигнала	77
Глава 4. Приборы обнаружения	87
4.1. Дополнение теории обнаружения сигнала на фоне шумов новыми элементами из математической статистики ...	88
4.1.1. Обсуждение и анализ полученных результатов	94
4.2. Обнаружение сигнала на фоне шумов с использованием характеристической функции	99
4.2.1. Постановка и решение задачи	100
4.2.2. Обсуждение и анализ результатов	105
4.3. Обнаружение сигнала со случайной фазой на фоне шумов	109

4.3.1. Постановка и решение задачи	110
4.3.2. Анализ результатов	113
Глава 5. Приборы контроля	119
5.1. Достоверность многокритериального контроля веществ ..	119
5.1.1. Достоверность многокритериального контроля веществ с помощью независимых критериев соответствия	120
5.1.2. Достоверность многокритериального контроля веществ с помощью зависимых критериев соответствия	126
5.1.3. Цена решения о соответствии состава вещества стандарту	128
5.2. Устройство контроля задержки электромагнитного поля веществом	130
5.3. Устройство контроля с блоком запоминания аналогового сигнала	135
5.4. Устройство контроля интегрального показателя качества вещества	139
5.5. Устройство контроля материалов и веществ	144
5.6. Устройство контроля машин	149
Глава 6. Модемы для нового поколения систем передачи данных	154
6.1. Новый метод модуляции сигнала	154
6.2. Новый метод демодуляции сигнала	158
6.3. Помехоустойчивость модема в канале с шумами	161

Библиографический список 169

**ПРИЛОЖЕНИЕ Инструкция по работе с виртуальным
прибором «Характериометр» 172**

ВВЕДЕНИЕ

За более чем вековой отрезок времени с 1901 года характеристическая функция математика А.М. Ляпунова получила признание и применение в математике, физике, астрономии, радиотехнике и почти всюду, где проводятся математические вычисления в области вероятностей. В приборостроении характеристическая функция появилась после изобретения в 1954 году профессором П.В. Мельниковым способа измерения значений этой функции стационарных случайных процессов, причем термин «прибор» понимается нами в широком смысле этого слова, а именно так, как ему дано определение в энциклопедическом словаре – «это обобщающее название большой группы устройств (радиоприемных, измерительных, регулирования, управления, обнаружения и др.) для какой-либо цели».

Интерес к характеристической функции продиктован её замечательными свойствами. Например, она измерима, т. к. её модуль по абсолютной величине меньше или равен единице. Такое же значение функция имеет в начале координат. Кроме того, характеристическая функция и плотность вероятностей случайного процесса связаны парой преобразований Фурье. Для суммы (разности) независимых случайных процессов характеристическая функция рассчитывается как произведение характеристических функций каждого случайного процесса. Последнее даёт возможность сравнительно просто вычислять и измерять вероятностные характеристики сигналов и помех с помощью средств вычислительной техники. Следовательно, пришло время говорить о проектировании приборов нового класса, тем более, что нами открыто у характеристической функции новое свойство применительно к фильтрации случайных процессов.

Столетие характеристическая функция как «спящая царевна» находилась в тени и далеко от промышленного сектора экономики, не участвовала в решении прикладных задач техники, например, приборостроения. Поэтому впервые решенные нами задачи с её участием позволили получить результаты на один и даже на два порядка лучше известных результатов фундаментальных исследований. Субъективное мнение специалистов по этому поводу основывается на известном принципе: «...этого не может быть, потому что быть не может никогда» [писатель А.П. Чехов].

Однако наше мнение остается прежним. Характеристическая функция своим присутствием обогащает результаты научных исследований, делает их более содержательными и прогрессивными, при этом наблюдается положительная динамика в получении новых знаний.

Свои результаты научных исследований авторы собрали воедино в монографии, многие разделы которой публикуются впервые. При этом авторы надеются на отзывы и пожелания читателей разного уровня знаний и компетенций в области приборостроения, рассчитывают на их объективное мнение и поддержку. При желании с авторами можно связаться по адресу: <http://www.irsid.ru>.

Монография

*Вешкурцев Юрий Михайлович,
Вешкурцев Никита Дмитриевич,
Титов Дмитрий Анатольевич*

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ НА БАЗЕ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Научное издание

Подписано в печать 15.05.18. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 11,375. Тираж 550 экз.

Издательство АНС «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, оф. 4.
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3.

16+

ISBN 978-5-4379-0592-0



9 785437 905920