

Государственный научно-исследовательский институт
прикладных проблем

В. Н. Данилов

**КОНСТРУКТИВНАЯ
КОНЦЕПЦИЯ
ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ
РАЗЛИЧНОЙ
ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ**



**ПОЛИТЕХНИКА
ИЗДАТЕЛЬСТВО**
Санкт-Петербург 2018

УДК 681.883; 681.513

ББК 73

Д17

Рецензенты: Ю. А. Соколов, главный научный сотрудник
НИИ космических систем им. А. А. Максимова —
филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева,
канд. техн. наук, заслуженный машиностроитель РФ;

В. В. Яковлев, профессор кафедры
«Управление и защита в чрезвычайных ситуациях»
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого», д-р техн. наук, профессор,
почетный работник высшего и специального образования

Данилов, В. Н.

Д17 Конструктивная концепция обработки сигналов различной
физической природы / В. Н. Данилов. — СПб. : Политехника,
2018. — 206 с. : ил.

ISBN 978-5-7325-1136-9

Монография содержит постановку и решение важной научной проблемы — разработку и обоснование новой информационной концепции обработки данных, позволяющей восстановить исходный процесс с заданной степенью точности при отсутствии априорной информации. Решение рассмотренной проблемы актуально и имеет большое научное и социальное значение.

Научно-теоретическая значимость монографии определяется исследованием принципиально новой предметной области, а именно применением для обработки информации методов конструктивного анализа на базе новой концепции измерений, направленной на восстановление и выявление конструктивных элементов исходного процесса, которые соответствуют наблюдаемому факту или явлению. В работе впервые применен подход, основанный на использовании информации, содержащейся в мгновенных составляющих процесса, что подтверждает ее научную новизну.

Книга может быть полезна студентам и научным сотрудникам профильных институтов, а также специалистам по обработке информации, особенно в области распознавания и идентификации образов.

УДК 681.883; 681.513

ББК 73

ISBN 978-5-7325-1136-9

© В. Н. Данилов, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	6
Введение	7

ЧАСТЬ I. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕОРИИ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ В СУЩЕСТВУЮЩЕЙ КОНЦЕПЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Предисловие к ЧАСТИ I	16
Глава 1. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ	18
1.1. Обзор существующих методов моделирования колебаний во временной области	18
1.2. Критерий отношения порядка и его влияние на структуру временной последовательности	24
Выводы	32
Глава 2. МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТЫХ ПЕРИОДИЧНОСТЕЙ В ШУМОВЫХ ПРОЦЕССАХ	33
2.1. Анализ современных методов выявления скрытых периодич- ностей по литературным источникам	33
2.2. Методы выявления скрытых периодичностей в случайных процессах, заданных ансамблем выборочных функций	38
Выводы	50
Глава 3. МОДЕЛИ ШУМОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ	51
3.1. Физическая сущность моделирования в спектральной области и некоторые положения теории аппроксимации	51
3.2. О некоторых свойствах функциональных пространств и си- стем базисных функций	59
3.3. Современная концепция измерения параметров физических полей. Общие положения	64
3.4. Фундаментальные ограничения ОИЭК и некоторые предпо- сылки формирования новой концепции измерения параметров физических полей	67
Выводы	71
Общие выводы	71
Литература	72
Приложение. Ретроспективный анализ моделей и методов борьбы с шумоизлучением и вибрацией на кораблях и судах ВМФ	74

**ЧАСТЬ II. РАЗРАБОТКА ТЕОРИИ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА
СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ В НОВОЙ КОНЦЕПЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ
И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЙ К ОБНАРУЖЕНИЮ СИГНАЛОВ**

Предисловие к ЧАСТИ II	78
Глава 1. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНСТРУКТИВНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОН- НОЙ КОНЦЕПЦИИ (КДИК)	83
1.1. Дедуктивно-феноменологический метод синтеза спектрально- временных моделей шумовых процессов	83
1.2. Индуктивно-феноменологический метод синтеза спектрально- временных моделей	86
1.3. Математические основы конструктивной дифференциальной информационной концепции	93
Выводы	98
Глава 2. МЕТОДОЛОГИЯ СИНТЕЗА КОНСТРУКТИВНЫХ МОДЕ- ЛЕЙ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ	99
2.1. Модель бесконечно длинной реализации шумового процесса на конечном интервале наблюдения	99
2.2. Метод вложенных временных последовательностей	103
2.3. Метод выбора оптимального интервала наблюдения	104
2.4. Исследование некоторых статистических свойств шумовых временных последовательностей	114
2.5. Метод огибающих и многоуровневые мультипликативные модели	122
Выводы	125
Глава 3. ОСНОВЫ КОНСТРУКТИВНОГО АНАЛИЗА КОЛЕБАТЕЛЬ- НЫХ ПРОЦЕССОВ	126
3.1. Основные положения конструктивного анализа	126
3.2. Базис конструктивного анализа	129
3.3. Конструктивный анализ одноуровневых моделей. Метод кон- структивной временной свертки первого порядка. Конструк- тивный спектр	137
3.4. Конструктивный анализ многоуровневых моделей	142
3.5. Кумулятивный метод в задачах выявления скрытых перио- дичностей	148
3.6. Аддитивный конструктивный анализ	152
Выводы	153
Глава 4. ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО И СУБОПТИМАЛЬНОГО ПРИ- ЕМА СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ В КДИК	155
4.1. Постановка задачи обнаружения	155
4.2. Некоторые положения теории оптимальной фильтрации	159

4.3. Некоторые результаты экспериментальных исследований оп- тимальных обнаружителей	162
4.4. Метод когерентного обнаружения сигналов при отсутствии априорной информации об их форме	170
4.5. Метод кумулятивного обнаружения сигналов	179
4.5.1. Основные понятия	179
4.5.2. Кумулятивное накопление сигнала от шумящих це- лей	181
4.5.3. Математическая модель шумового сигнала и обосно- вание технических требований к кумулятивному на- копителю	183
4.6. Параметрические виртуальные методы обнаружения сигна- лов	189
4.6.1. Основные понятия и модели	189
4.6.2. Блок-схема макета виртуального обнаружителя	192
Выводы	199
Общие выводы	200
Заключение	201
Литература	204