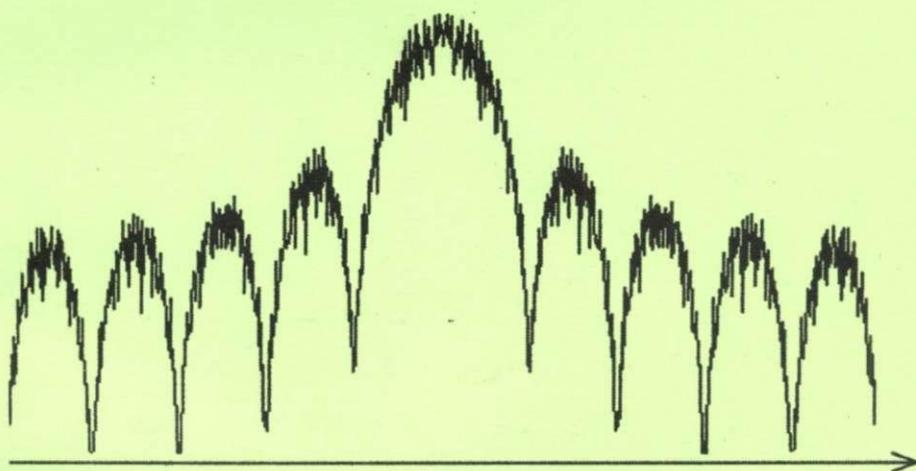


**В. Ф. ТУНИК, Т. В. ТУНИК**

**Метод синтеза оптимальных систем  
для фильтрационно-следящего  
или дисперсионно-следящего  
анализа активного спектра  
нестационарных процессов**



**2012**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА

В. Ф. ТУНИК, Т. В. ТУНИК

**Метод синтеза оптимальных систем  
для фильтрационно-слеящего  
или дисперсионно-слеящего  
анализа активного спектра  
нестационарных процессов**

МОНОГРАФИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ДНЕПРОПЕТРОВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА  
2012

УДК 621.391.31.6: 621.317.757

ББК 32.846:24.6

Т84

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. *Н. А. Костин*,  
д-р физ.-мат. наук, проф. *В. И. Корсун*.

Печатается по решению ученого совета  
Днепропетровского национального университета  
железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна  
(протокол № 10 от 28.05.12)

УДК 621.391.31.6: 621.317.757

Метод синтеза оптимальных систем для фильтрационно-следящего или дисперсионно-следящего анализа активного спектра нестационарных процессов [Текст]: монография / В. Ф. Туник, Т. В. Туник. - Д. : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2012. - 163 с.

ISBN 978-966-8471-49-0

Отмечена полезность аппаратурного анализа спектра нестационарных процессов адекватными следящими частотными фильтрами и дисперсионными линиями задержки (ДЛЗ). Введено новое понятие активного спектра, которым установлена взаимосвязь через преобразование Гильберта функций огибающей и мгновенной частоты сигналов. Показано, что измерительная система анализа включает предварительную обработку, частотное разделение заданного составного сигнала и, для устранения его избыточности, передачу огибающей каждой его составляющей. Утверждены корреляционные основы классического понятия активного спектра. Рассмотрены принципы определения частотной разрешающей способности как фильтровых, так и дисперсионных анализаторов. Предложена новая таблица нулей полинома Гурвица секций низкочастотных ДЛЗ на фазовых контурах.

Работа предназначена для научно-технического персонала и инженеров, специализирующихся в вопросах исследования, проектирования, разработки и внедрения оптимально-адекватных следящих систем измерения активного спектра нестационарных процессов.

Ил. 27. Табл. 1. Библиогр.: 90 наим.

© В. Ф. Туник, Т. В. Туник, 2012

© Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д.  
трансп. им. акад. В. Лазаряна, ориги-

ISBN 978-966-8471-49-0 нал-макет, 2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
---------------	---

### РАЗДЕЛ 1

## АНАЛИЗ АКТИВНОГО СПЕКТРА СЛЕДЯЩИМИ ФИЛЬТРАМИ

### ГЛАВА 1

#### **О проблеме измерения спектра сигналов** ..... 8

1.1. Основные особенности известных анализаторов спектра.....	8
---	---

<b>1.2. Системность измерения спектров.....</b>	<b>9</b>
---	----------

Итого главы.....	10
------------------	----

### ГЛАВА 2

#### **Метод аппаратурного анализа активного спектра нестационарных процессов..... 11**

2.1. О необходимости одновременного анализа спектров.....	11
---	----

2.2. Некоторые особенности понятия активного спектра.....	13
---	----

2.3. К реализации метода аппаратурного анализа активного спектра.....	18
--	----

Итого главы.....	19
------------------	----

### ГЛАВА 3

#### **Метод использования следящих резонаторов** ..... 20

3.1. Особенности известных следящих резонаторов.....	20
--	----

3.2. Новое определение понятия активного спектра.....	23
---	----

3.3. Приведение воздействия к гармонической функции.....	24
--	----

3.4. Особенности явления резонанса.....	25
---	----

3.5. Выделение резонатором функции огибающей воздействия.....	28
---	----

3.6. Вычисление огибающей функции отклика.....	29
--	----

3.7. Особенности составных сигналов.....	31
--	----

3.8.	К реализации предложенного метода.....	32
	Итого главы.....	34

#### ГЛАВА 4

### **О возможности автоматической перестройки частотных фильтров выше второго порядка..... 36**

4.1.	Некоторые особенности перестраиваемых фильтров.....	36
4.2.	Ручная электронная перестройка фильтров.....	37
4.3.	Автоматически перестраиваемые фильтры, следящие за частотой смещения активного спектра.....	38
4.4.	Объяснение выражения для управляющего напряжения.....	41
4.5.	Особенности основного режима следящего фильтра.....	42
4.6.	Особый частотный дискриминатор.....	43
	Итого главы.....	45

#### ГЛАВА 5

### **Моделирование в VisSim следящих фильтров..... 46**

5.1.	О необходимости моделирования следящих фильтров.....	46
5.2.	Принципы моделирования в VisSim стационарных фильтров.....	47
5.3.	Блок-схема модели перестраиваемых фильтров.....	48
5.4.	Блок-схема модели следящих фильтров.....	49
	Итого главы.....	52

#### ГЛАВА 6

### **Метод синтеза оптимальных систем для следящей линейной фильтрации активного спектра нестационарных процессов.....53**

6.1.	О необходимости иметь дополнительный метод.....	53
6.2.	Особенности следящих фильтров другого типа.....	54
6.3.	Следящие фильтры с двумя интеграторами.....	55
6.4.	Возможности синтеза оптимального СФ второго порядка.....	56
6.5.	К синтезу оптимальных СФ выше второго порядка.....	58
6.6.	Условность получаемых систем.....	59
	Итого главы.....	^9

#### ГЛАВА 7

### **Вычисление в Mathcad процесса самонастройки следящих фильтров.....61**

7.1.	О задаче анализа процесса самонастройки СФ____	61
7.2.	Функция изменения частоты настройки СФ____	62
7.3.	Другая функция изменения частоты настройки СФ____	64

7.4. Алгоритм вычисления процесса самонастройки СФ.....	66
Итог главы.....	67

ГЛАВА 8

**Метод передачи активного спектра**

**нестационарных процессов.....** 68

8.1. О необходимости передачи активного спектра.....	68
8.2. О возможности передачи активного спектра огибающей.....	70
8.3. О возможности более чем двукратной частотной компрессии...	71
8.4. К реализации предложенного метода.....	72
Итог главы.....	74

ГЛАВА 9

**Корреляционные основы**

**понятия активного спектра.....** 75

9.1. Дополнительные особенности понятия активного спектра.....	75
9.2. Сигналы воздействия и отклика активного спектра.....	76
9.3. Двумерная функция корреляции.....	78
Итог главы.....	79

ГЛАВА 10

**Метрологические основы понятия**

**частотной разрешающей способности**

**фильтровых анализаторов спектра.....** 81

10.1. Особенности определения разрешающей способности анализаторов по принципу Рэлея.....	81
10.2. Особенности определения разрешающей способности следящих анализаторов.....	83
Итог главы.....	84

РАЗДЕЛ 2

**ДИСПЕРСИОННО-СЛЕДЯЩИЙ АНАЛИЗ  
СПЕКТРОВ**

ГЛАВА 11

**Метод дисперсионного и дисперсионно-слеящегоо**

**анализа активного спектра**

**нестационарных процессов.....** 86

1.1. Основные особенности дисперсионного анализа спектров.....	86
--	----

11.2.	О возможности дисперсионного анализа спектров.....	88
11.3.	Импульсная характеристика стационарной ДЛЗ.....	88
11.4.	Отклик стационарной ДЛЗ.....	90
11.5.	К реализации дисперсионного анализа эффективного спектра.....	91
11.6.	Отклик следящей дисперсионной линии.....	92
11.7.	Значение коэффициента дисперсии следящей ДЛЗ.....	93
11.8.	Об общем следящем дисперсионном анализе.....	94
11.9.	К реализации дисперсионно-следящего анализатора.....	95
	Итого главы.....	96

## ГЛАВА 12

### Метод дисперсионно-следящего анализа активного спектра

	линией на фазовых контурах.....	99
12.1.	Особенности следящих дисперсионных анализаторов.....	99
12.2.	Качественное представление возможности упрощения ДЛЗ.....	100
12.3.	Особенности перестройки секций ДЛЗ.....	100
12.4.	Особенности входного для ДЛЗ фильтра.....	102
12.5.	Дисперсионно-следящий анализ активного спектра.....	104
12.6.	К реализации предложенного метода.....	107
	Итого главы.....	108

## ГЛАВА 13

### Метод дисперсионного анализа спектра низкочастотных сигналов

	линией на фазовых контурах.....	110
13.1.	Особенности дисперсионного анализа спектра низкочастотных сигналов.....	110
13.2.	Особенности функции ПЗЗ адекватных линий низкочастотным сигналам.....	111
13.3.	Анализ эффективного спектра линий с линейной функцией ГВЗ.....	112
13.4.	Анализ активного спектра линией с линейной функцией ГВЗ.....	114
13.5.	Восстановление эффективного спектра коррелометром.....	115
13.6.	Анализ эффективного спектра линией с нелинейной функцией ГВЗ.....	117
13.7.	К реализации предложенных анализаторов.....	119
	Итого главы.....	122

#### ГЛАВА 14

### **Табулированные секции дисперсионных линий**

<b>нижних частот на фазовых контурах</b> .....	124
14.1. О необходимости иметь таблицу секций низкочастотных ДЛЗ.....	124
14.2. Использование Mathcad для построения таблицы.....	125
14.3. Результирующая таблица.....	128
Итог главы.....	129

#### ГЛАВА 15

### **Некоторые особенности определения**

### **частотной разрешающей способности**

### **дисперсионных анализаторов спектра**.....

15.1. Разрешающая способность анализаторов эффективного спектра стационарными дисперсионными линиями.....	130
15.2. Разрешающая способность анализаторов активного спектра следящими дисперсионными линиями.....	132
Итог главы.....	132

### **Добавления**.....

Д.1. Преобразование Гильберта в Mathcad и в VisSim Comm.....	133
Д.2. О возможности использования оптимизации в VisSim.....	137
Д.3. Другое объяснение основы предложенного метода.....	143

### **Заключение**.....

### **Библиографический список**.....

### **Основные обозначения**.....

### **Предметный указатель**.....