

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-технологическая академия

**А. П. ВОЛОЩЕНКО**  
**П. Ю. ВОЛОЩЕНКО**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ  
ДЛЯ АКУСТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ**

*Учебное пособие*

Ростов-на-Дону – Таганрог  
Издательство Южного федерального университета  
2020

УДК 534, 681.883, 004.4, 004.94

ББК 32.875, 32.973

В686

*Печатается по решению кафедры электрогидроакустической и медицинской техники Института нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета (протокол № 21 от 5 февраля 2020 г.)*

**Рецензенты:**

заместитель генерального директора по качеству ОАО «ТНИИС»  
(г. Таганрог), кандидат технических наук, старший научный сотрудник

*А. Ф. Гришков*

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры  
информационных измерительных технологий и систем Института  
нанотехнологий, электроники и приборостроения ЮФУ *И. И. Турулин*

**Волощенко, А. П.**

В686 Моделирование и обработка сигналов для акустических приборов и систем : учебное пособие / А. П. Волощенко, П. Ю. Волощенко ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. – 135 с.

ISBN 978-5-9275-3531-6

Учебное пособие посвящено моделированию и обработке сигналов в программах Matlab 9.6 и Mathcad 14. Рассмотрены наиболее часто применяемые в гидроакустике сигналы для активной и пассивной гидролокации.

Подробно описаны свойства гармонических сигналов, случайных сигналов простых и сложных видео- и радиопульсов. Также подробно рассмотрены и описаны примеры моделирования и обработки этих сигналов в Matlab 9.6 и Mathcad 14. Все примеры сопровождаются практическими заданиями для самостоятельного выполнения.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 12.03.01 «Приборостроение», 17.03.01 «Корабельное вооружение» и специальности 26.05.04 «Применение и эксплуатация технических систем надводных кораблей и подводных лодок», а также научных работников по специальностям 01.04.06 «Акустика» и 05.11.06 «Акустические приборы и системы».

УДК 534, 681.883, 004.4, 004.94

ББК 32.875, 32.973

ISBN 978-5-9275-3531-6

© Южный федеральный университет, 2020

© Волощенко А. П., Волощенко П. Ю., 2020

© Оформление. Макет. Издательство

Южного федерального университета, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
<b>1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ. ВИДЫ СИГНАЛОВ.....</b>	<b>5</b>
<b>2. ДИСКРЕТИЗАЦИЯ СИГНАЛОВ.....</b>	<b>9</b>
<b>3. ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ В МАТЛАВ И МАТНСАД .....</b>	<b>18</b>
<b>4. ГАРМОНИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ .....</b>	<b>20</b>
4.1. Моделирование гармонического сигнала в MATLAB.....	21
4.2. Моделирование гармонического сигнала в Mathcad.....	32
4.3. Практические задания .....	41
<b>5. ПРОСТЫЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ РАДИОИМПУЛЬСНЫЕ СИГНАЛЫ .....</b>	<b>46</b>
5.1. Моделирование радиоимпульса в MATLAB .....	48
5.2. Моделирование радиоимпульса в Mathcad .....	55
5.3. Практические задания .....	62
<b>6. ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ ЛИНЕЙНО ЧАСТОТНО-МОДУЛИРОВАННЫЕ РАДИОИМПУЛЬСНЫЕ СИГНАЛЫ.....</b>	<b>66</b>
6.1. Моделирование ЛЧМ-радиоимпульса в MATLAB .....	70
6.2. Моделирование ЛЧМ-радиоимпульса в Mathcad .....	79
6.3. Практические задания .....	84
<b>7. СЛУЧАЙНЫЕ СТАЦИОНАРНЫЕ ЭРГОДИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ...89</b>	<b>89</b>
7.1. Равномерное распределение .....	93
7.2. Нормальное распределение .....	94
7.3. Корреляционные функции случайных процессов.....	95
7.4. Некоррелированность и статистическая независимость .....	97
7.5. Стационарные и эргодические случайные процессы .....	98
7.6. Моделирование случайного сигнала в MATLAB.....	100
7.7. Моделирование случайного сигнала в Mathcad .....	115
7.8. Практические задания .....	128
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>131</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>132</b>