

УДК 519.2  
ББК 22.17  
С34

Издание доступно в электронном виде на портале *ebooks.bmstu.ru*  
по адресу: <http://ebooks.bmstu.ru/catalog/109/book1404.html>

Факультет «Фундаментальные науки»  
Кафедра «Высшая математика»

*Рекомендовано Редакционно-издательским советом  
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебного пособия*

*Рецензент*  
д-р физ.-мат. наук *А.А. Гурченков*

**Сидняев, Н. И.**

С34      Нейросети и нейроматематика : учебное пособие / Н. И. Сидняев, П. В. Храпов ; под ред. Н. И. Сидняева. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. — 83, [3] с.: ил.

ISBN 978-5-7038-4362-8

Приведены краткие теоретические сведения, примеры с подробными объяснениями, задачи для самостоятельного решения. Представлено введение в теорию нейронных сетей. Задачи рассматриваются с позиций нейрокомпьютерной математики к постановке физических задач. Учебное пособие поможет студентам старших курсов овладеть методами нейросетевых технологий, которые широко используются при решении задач прикладного характера.

Для студентов 4–6-го курсов всех специальностей.

УДК 519.2  
ББК 22.17

ISBN 978-5-7038-4362-8

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016  
© Оформление. Издательство  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016

## Оглавление

Предисловие.....	3
Введение.....	5
<b>1. БИОЛОГИЧЕСКИЙ НЕЙРОН И ЕГО КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ.....</b>	<b>6</b>
1.1. Метод нейробиологии.....	6
1.2. Биологическая изменчивость и обучение нейронных сетей.....	9
1.3. Обучение нейрона детектированию границы «черное — белое».....	12
Вопросы и задания для самоконтроля.....	13
<b>2. МОДЕЛИ НЕЙРОНА.....</b>	<b>13</b>
2.1. Персептрон.....	13
2.2. Модель Адалайн.....	16
2.3. Модель нейрона с сигмной на выходе.....	17
2.4. Персептрон Розенблатта.....	19
Вопросы и задания для самоконтроля.....	24
<b>3. СВОЙСТВА ПРОЦЕССОВ ОБУЧЕНИЯ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ.....</b>	<b>24</b>
3.1. Задача обучения нейронной сети на примерах.....	24
3.2. Классификация и категоризация.....	27
3.3. Обучение нейронной сети с учителем как задача многофакторной оптимизации.....	29
Вопросы и задания для самоконтроля.....	31
<b>4. МНОГОСЛОЙНЫЙ ПЕРСЕПТРОН.....</b>	<b>31</b>
4.1. Необходимость иерархической организации нейросетевых архитектур.....	31
4.2. Структура многослойного персептрона.....	32
4.3. Однонаправленные многослойные сети. Структура и функционирование сети.....	34
4.4. Обучение методом обратного распространения ошибок.....	35
4.5. Описание алгоритма обратного распространения ошибки.....	39
Вопросы и задания для самоконтроля.....	45

5. ЗВЕЗДЫ ГРОССБЕРГА .....	46
5.1. Принцип «Победитель забирает все» в модели Липпмана — Хемминга .....	47
5.2. Карта самоорганизации Кохонена.....	49
5.3. Нейронная сеть встречного распространения .....	51
Вопросы и задания для самоконтроля .....	53
6. МОДЕЛЬ ХОПФИЛДА .....	53
6.1. Сети с обратными связями .....	53
6.2. Нейродинамика в модели Хопфилда .....	54
6.3. Правило обучения Хебба.....	56
6.4. Ассоциативность памяти и задача распознавания образов.....	60
Вопросы и задания для самоконтроля .....	63
7. ОБОБЩЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ ХОПФИЛДА .....	63
7.1. Алгоритмы разобучения (забывания) .....	65
7.2. Детерминированная и вероятностная нейродинамика .....	67
7.3. Применения сети Хопфилда к задачам комбинаторной оптимизации .....	68
Вопросы и задания для самоконтроля .....	73
8. НЕОКОГНИТРОН ФУКУШИМЫ .....	74
8.1. Когнитрон: самоорганизующаяся многослойная нейро- сеть .....	74
8.2. Неокогнитрон и инвариантное распознавание образов .....	78
Вопросы и задания для самоконтроля .....	80
Заключение.....	81
Литература .....	82