

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА»

*О.П. СОЛДАТОВА*

# ОСНОВЫ НЕЙРОИНФОРМАТИКИ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия*

САМАРА  
Издательство СГАУ  
2006

УДК 004.032.26

ББК 32.813

С60



**Инновационная образовательная программа  
“Развитие центра компетенции и подготовка  
специалистов мирового уровня в области аэро-  
космических и геоинформационных технологий”**

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. А. Ю. П р и в а л о в,  
д-р техн. наук, проф. М. А. К о р а б л и н

**Солдатова О. П.**

С60 **Основы нейроинформатики:** учеб. пособие / О.П. Солдатова. – Самара:  
Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 132 с. : ил.

**ISBN 5-7883-0467-9**

Учебное пособие предназначено для магистров, обучающихся по магистерским программам «Оптические информационные технологии» и «Физика и технология нанoeлектронных приборов», по направлению 010600 - «Прикладные математика и физика», и содержит основные положения теории и практики искусственных нейронных сетей. В пособии приведены примеры использования нейронных сетей для решения задач прогнозирования, аппроксимации и идентификации. Приводятся контрольные вопросы, упражнения и задания для компьютерного моделирования нейронных сетей.

Данное учебное пособие будет также полезно студентам других специальностей при изучении курсов «Системы искусственного интеллекта», «Основы экспертных систем» и «Интеллектуальные системы».

УДК 004.032.26

ББК 32.813

**ISBN 5-7883-0467-9**

© Солдатова О.П., 2006

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2006

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ВВЕДЕНИЕ В НЕЙРОННЫЕ СЕТИ .....</b>	<b>5</b>
1.1. Основные свойства нейронных сетей .....	5
1.2. Биологические основы нейронных сетей .....	8
1.3. Модель МакКаллока - Питса.....	10
1.4. Персептрон.....	12
1.5. Сигмоидальный нейрон .....	14
1.6. Нейрон типа WTA .....	19
1.7. Звезды Гроссберга .....	21
1.8. Функции активации нейронов .....	23
1.9. Контрольные вопросы и упражнения .....	23
<b>2. МНОГОСЛОЙНЫЙ ПЕРСЕПТРОН.....</b>	<b>25</b>
2.1. Структура многослойного персептрона.....	25
2.2. Структура двухслойной сигмоидальной нейронной сети.....	28
2.3. Методы обучения многослойного персептрона.....	30
2.3.1. Основные положения градиентных алгоритмов обучения сети ....	30
2.3.2. Подбор коэффициента обучения .....	31
2.3.3. Алгоритм обратного распространения ошибки .....	33
2.3.4. Алгоритм наискорейшего спуска .....	37
2.3.5. Алгоритм переменной метрики .....	39
2.3.6. Алгоритм потоковых графов. ....	40
2.3.7. Алгоритм RPROP. ....	43
2.3.8 Алгоритм имитации отжига.....	44
2.4. Проектирование архитектуры многослойного персептрона .....	45
2.5. Подбор оптимальной архитектуры.....	48
2.6. Контрольные вопросы и упражнения .....	51
<b>3. РАДИАЛЬНЫЕ СЕТИ .....</b>	<b>53</b>
3.1. Математическое обоснование радиально-базисных сетей .....	53
3.2. Структура радиально-базисной сети.....	57
3.3. Основные алгоритмы обучения радиальных сетей .....	60
3.3.1. Алгоритм самоорганизации для уточнения параметров радиаль- ных функций .....	60
3.3.2. Гибридный алгоритм обучения радиальных сетей .....	64
3.3.3. Применение метода обратного распространения ошибки для радиальных сетей .....	66
3.4. Методы подбора числа базисных функций .....	69
3.5. Метод ортогонализации Грэма-Шмидта .....	72
3.6. Сравнение радиально-базисной сети и многослойного персептрона.....	74
3.7. Контрольные вопросы и упражнения .....	75
<b>4. СЕТИ С САМООРГАНИЗАЦИЕЙ НА ОСНОВЕ КОНКУРЕНЦИИ .....</b>	<b>76</b>
4.1. Сеть Кохонена.....	76