

Ю. Е. ШЕЛЕПИН

**ВВЕДЕНИЕ
В НЕЙРОИКОНИКУ**

Санкт-Петербург

2017

УДК 612.84 612.821 617.7

ББК 56.7

Ш42

Исследование выполнено на средства гранта Российского научного фонда (проект № 14-18-02135 «Психофизиологические и нейролингвистические аспекты процесса распознавания вербальных и невербальных паттернов»).

Рецензенты:

заведующий лабораторией информационных технологий и математического моделирования Института физиологии имени И. П. Павлова РАН, кандидат технических наук *Чихман Валерий Николаевич*; научный сотрудник лаборатории физиологии зрения Института физиологии имени И. П. Павлова РАН *Пронин Сергей Вадимович*.

Ш42 Шелепин Ю. Е.

Введение в нейроиконику: Монография. — СПб.: Троицкий мост, 2017. — 352 с.: ил.

ISBN 978-5-6040327-1-8

Нейроиконика — наука об изображениях, их построении в мозге, восприятии, откликов мозга на предъявление зрительных сигналов, механизмах принятия решений об изображении объектов, планировании и организации целенаправленных действий в зрительном пространстве в реальной и виртуальной среде, построении целостной картины мира.

В книге описаны исследования каналов осознаваемого и неосознаваемого зрительного восприятия. Монография предназначена для физиологов, психологов, врачей и инженеров — специалистов в обработке изображений и создании систем искусственного интеллекта.

УДК 612.84 612.821 617.7

ББК 56.7

ISBN 978-5-6040327-1-8

© ООО «ИТК Троицкий мост», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
Глава 1. СВЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ	10
1.1 Квантовая чувствительность глаза	10
1.2. Построение изображений. Камера-обскура	12
1.3. Камера-обскура и открытие спектральной структуры света	18
Глава 2. РАЗРЕШАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ОСТРОТА ЗРЕНИЯ КАК ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ	20
2.1. Разрешающая способность и острота зрения	20
2.2. Гиперострота зрения	39
2.3. Исчезающие изображения	44
2.4. Объективные измерения остроты зрения методом вызванных потенциалов	48
Глава 3. ПРОСТРАНСТВЕННО-ЧАСТОТНАЯ КОНТРАСТНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА. ВИЗОКОНТРАСТОМЕТРИЯ	52
3.1. Измерение порогов разрешающей способности и контрастной чувствительности	52
3.2. Частотно-контрастные характеристики	55
Глава 4. ВНУТРЕННИЙ ШУМ ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	70
4.1. Помеха и внутренний шум системы как фактор ограничения восприятия	70
4.2. Коэффициент эффективности зрительной системы в условиях помехи.....	75
4.3. Объективные измерения контрастной чувствительности и уровня внутреннего шума. Клинические наблюдения	79
Глава 5. КАНАЛЫ ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	88
5.1. Проводящие пути, «информационные каналы», от сетчатки к подкорковым ядрам и зрительной коре	88
5.2. Пространственно-частотные каналы зрительной системы	92
5.3. Избирательное поражение пространственно-частотных каналов зрительной системы	102
Глава 6. ФОВЕА И ПЕРИФЕРИЯ. ПЕРИСКОПИЧЕСКОЕ И ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ	107
6.1. Структура фовеолярной и периферической системы	107
6.2. Пространственные частотно-контрастные характеристики центра и периферии	109
6.3. Временные, динамические отличия центра и периферии	113
6.4. «Перископическое» и «телескопическое» зрение. Наведение взгляда на цель	117
Глава 7. ЛОКАЛЬНЫЙ И ГЛОБАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ В ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	122
7.1. Локальный и глобальный анализ, гештальтпсихология и нейрофизиология	122
7.2. Психофизические исследования локального и глобального анализа	124
7.3. Пространственно-частотная фильтрация, локальный и глобальный анализ	133

7.4. Роль согласованной фильтрации в построении целостного изображения	138
Глава 8. ИНВАРИАНТНОСТЬ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ	141
8.1. Инвариантность как фундаментальная проблема	141
8.2. Инвариантность восприятия к преобразованиям масштаба и поворота	143
8.3. Инвариантность восприятия изображений после вейвлетной фильтрации	159
Глава 9. МИМИКА КАК «ИНСТРУМЕНТ»	170
9.1. Основные мышцы лица и их роль в формировании мимики	170
9.2. Микротремор мышц как маркер неосознаваемых эмоциональных реакций	178
9.3. Нейроиконика и мимика	191
Глава 10. НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ МИМИКОЙ	203
10.1. Нейронные сети, обеспечивающие распознавание лиц	203
10.2. Экспериментальные исследования крупномасштабных нейронных сетей в распознавании лиц	204
10.3. Оппонентные взаимодействия различных звеньев крупномасштабных нейронных сетей в распознавании лиц	212
Глава 11. ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ ЧТЕНИЯ	219
11.1. Роль оппонентных систем в чтении	219
11.2. Архитектура нейронной сети, интегрирующей информацию о направлении взгляда при чтении	221
11.3. Влияние контраста, размеров и уровня освещенности текста на характеристики чтения	223
11.4. Влияние спектрального состава освещения, цвета фона и цвета знаков на характеристики чтения в норме и при дислексии	225
11.5. Чтение как бинарные оппозиции «перископического» и «телескопического зрения»	230
11.6. Статистика текста	234
Глава 12. ЗРЕНИЕ И СТРЕСС	237
12.1. Свет как источник стресса	237
12.2. Агрессивные структуры в изображениях и стресс	240
12.3. Орнаменты как маркеры	246
Глава 13. «ОБЪЕКТИВНЫЕ МАРКЕРЫ» ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕОСОЗНАННОГО ВОСПРИЯТИЯ	250
13.1. Неосознаваемые реакции мозга на сенсорные сигналы	250
13.2. Электроэнцефалографический контроль неосознаваемого воздействия на зрительный анализатор	253
13.3. Сердечный ритм как индикатор реакций человека на неосознанные и осознанные сигналы	270
13.4. Непроизвольные изменения диаметра зрачка	272
13.5. Движения глаз как маркер неосознаваемых реакций	273
Глава 14. ПОРЯДОК И ХАОС	275
14.1. Построение образов из элементов хаоса	275
14.2. Принятие решения в условиях неопределенности	276
14.3. Принятие решения в условиях неопределенности модифицированной нейронной сетью глубокого обучения, имитирующей работу зрительной системы человека	282
14.4. Временные и пространственные характеристики механизмов принятия решений о порядке и хаосе	287
14.5. Электрофизиологические и психофизические исследования влияния длительности предъявления текстур на пороги распознавания	292

14.6. Взаимодействие крупномасштабных нейронных сетей в задачах распознавания порядка и хаоса	307
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	313
ЛИТЕРАТУРА	315