

Е. А. ТРОФИМОВ

ЭРГОНОМИКА ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ

Под редакцией проф. И.Г. Городецкого

Москва 2013

ББК 88.3
Т 76

Р е ц е н з е н т ы

Падерно П. И., доктор технических наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ в области образования, Заслуженный деятель науки РФ.

Максина А. Г., доктор биологических наук, профессор кафедры физики ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова.

Трофимов, Е. А.

Т 76 Эргономика зрительного восприятия: монография.
/Е.А. Трофимов; под ред. проф. И.Г. Городецкого. — М.: АИР,
2013. — 192 с.: ил. — («Эргономика в нашей жизни»)

ISBN 978-5-9904222-6-1

Эта книга открывает серию изданий — «Эргономика в нашей жизни» ООО «Актуальные издательские решения».

Книга посвящена развитию наших представлений о свойствах зрительной системы и ее особенностях по восприятию объема и глубины пространства. Описывается оригинальная методика исследования, основанная на цветовом кодировании и фильтрации потока зрительной информации. Она может быть использована в качестве дополнительного средства диагностики постхиазмальных поражений зрительного пути. Приведены результаты исследований влияния фрактальности объектов зрительной сцены на эффективность их распознавания. Рассматриваются резервы зрительной системы по 3D восприятию.

Представляет интерес для специалистов в области эргономики, инженерной психологии, физиологии, биофизики и других областей знания, занимающихся моделированием свойств зрительной системы и вопросами разработки 3D технологий, а также художников, желающих освоить технику 3D рисунка (техника живописи мадоннари).

ББК 88.3

© Трофимов Е. А. , 2013

ISBN 978-5-9904222-6-1

© ООО «АИР», 2013

*Автор посвящает эту книгу памяти своего
учителя, известного ученого, психолога
Галактионова Анатолия Ивановича*

Введение

Целью этой книги является описание в популярной и доступной для широкого круга читателей форме результатов исследования свойств зрительной системы человека и ее особенностей по восприятию объема и глубины пространства. Работа относится к области зрительной эргономики¹, ориентированной на максимальное улучшение восприятия зрительной информации в различных сферах жизнедеятельности. Интерес к этой области знаний вызван в первую очередь стремительным развитием по всему миру технологий многомерной визуализации информации. Примером тому может служить стереоскопическая (3D) кинематография.

Область эргономики — это любая область жизнедеятельности, где необходимо учитывать особенности человека — психические, физические, психофизиологические и др. Учет человеческого фактора — неизбежная составляющая успешного развития в современном мире. То есть, где присутствует человеческий фактор, там эргономика и является гарантом эффективности систем человек-машина. Одна из основных прикладных задач этой науки — создание и визуализация адекватных информационных моделей процессов и систем в интересах операторской деятельности. Информационные модели внешней среды, операторская деятельность, визуализация информации — все это неразрывные элементы единой системы, и зрение здесь является системаобразующим фактором. В связи с этим, не удивительно, что вопросы, связанные с исследованием свойств зрительной системы, процессов зрительного восприятия привлекают внимание эргономики.

¹ Некоторые принципы эргономики зрительного восприятия определены межгосударственным стандартом ГОСТ ИСО 8995–2002.

Наши знания о зрении далеки от совершенства. Это не означает, что мы не можем решать отдельные прикладные задачи. Первые шаги в этом направлении были сделаны более 180 лет назад с изобретением стереоскопа². Наступает эра виртуального моделирования. С развитием компьютерной техники (на фоне пятого технологического уклада в мировой экономике), электронные технические устройства, реализующие 3D эффекты, прочно входят в наш быт.

Поведение человека регламентируется во многом воспринимаемой информацией. Зрительная система человека обладает свойством стереоскопического восприятия этой информации. Большинство же информационных моделей, создаваемых человеком, имеют два измерения: фотографии, произведения живописи, кинофильмы, различные информационные табло и т.д. Это обедняет наше восприятие, ведь человек до 85% информации о внешнем мире получает через функцию зрения. Современный уровень развития науки и техники позволяет перейти на более высокий уровень виртуального моделирования.

Создание 3D технологий и технических средств должно базироваться на глубоком изучении свойств и особенностей зрительной системы человека. 3D технологии относятся к области зрительных иллюзий (в части изображения объема и глубины пространства). Эта область мало изучена, как мало изучено само зрение. Важно в этом процессе не нанести зрению вреда. Отсюда и интерес эргономики к системе зрения.

Первая глава посвящена моделированию процессов зрительного восприятия. Предлагается методика исследования ряда свойств зрительной системы человека. Она ориентирована на детальный анализ функциональной нагрузки отдельных элементов системы по восприятию объема и глубины пространства. Методика использует известный метод манипуляции входным информационным потоком — метод цветных анаглифов, успешно применяемый в 3D кинематографии. Проведенный цикл экспериментов позволил построить модель механизма стереовосприятия информации.

² В 1833 году Чарльз Уитстон на собрании Королевского общества в Лондоне представил свои исследования в области стереоскопии с демонстрацией приспособления, получившего название стереоскоп.

В качестве апробации методики приводятся интересные результаты по моделированию зрительного эффекта — борьбы полей зрения.

Рассматривается геометрическая модель мозаичной организации сетчаточных проекций зрительной сцены в коре головного мозга. Эволюция преподнесла нам удивительное решение — в зрительную кору поступает 12 проекций зрительной сцены, хотя для стереовосприятия достаточно двух. Результаты моделирования дают основания предполагать, что такая конструкция необходима для обеспечения качества формируемого зрительного образа.

Во второй главе анализируется роль хиазмы в формировании зрительного восприятия. Какую функциональную нагрузку несет переkreщивание зрительных нервов? Нет ни одного вида позвоночных, в зрительной системе которого отсутствовала бы хиазма. Анализ результатов ряда известных экспериментальных исследований дает основание полагать, что перераспределение информационных потоков (левая половина зрительного поля представляется в правом полушарии, а правая — в левом) вызвана физикой нашего пространства. Подробно анализируются физические свойства, оказывающие влияние на формирование систем зрения — симметрия зеркальных отображений на сетчатках глаз, некоммутативность пространственных вращений сетчаточных проекций на пути в кору головного мозга, анизотропность восприятия направлений ориентации. Рассматривается реликтовое свойство **систем зрения практически всех видов живых существ — параллакс движения**.

Проведен анализ функциональной нагрузки хиазмы млекопитающих. Сотни миллионов лет эволюция совершенствовала систему зрения позвоночных, и только у млекопитающих в полном объеме был реализован стереопсис. Благодаря этому, функциональность хиазмы расширилась — она стала элементом системы стереоскопического зрения.

Третья глава посвящена вопросам распознавания зрительной информации. Впервые получены удивительные экспериментальные результаты, свидетельствующие о том, что фрактальность объектов

существенным образом влияет на эффективность их распознавания. Фрактальная организация естественных природных объектов — вот, мимо чего эволюция не могла пройти, не используя в своих целях.

Распознавание зрительной информации — сложный психический процесс, в котором определяющая роль отводится врожденным и приобретенным в процессе накопления жизненного опыта образам. Во многих случаях поведение живого организма становится объяснимым, если принять концепцию, что эти образы являются своего рода фракталами.

Четвертая глава — это чисто прикладное повествование о некоторых методах тренинга, обучающих объемному восприятию плоских изображений (без применения каких либо приспособлений). Такие методы наглядно демонстрируют наличие скрытых ресурсов системы зрения по рельефному восприятию, тех самых ресурсов, которые в настоящее время активно эксплуатируются в 3D кинематографии. Есть ли пути создания объемных виртуальных моделей помимо разработки сложных технических устройств? Положительный ответ привел бы к революции не только в области кинематографии, но и во многих областях жизнедеятельности человека. В этой главе описывается оригинальная техника живописи на асфальте — мадоннари (производная от имени Мадонна).

Известная еще с 16-го века, незаслуженно забытая, эта техника становится сейчас довольно популярной. 3D эффект, реализуемый в этой технике, основан на механизме процесса зрительного восприятия — параллаксе движения. Зрительная система человека имеет множество возможностей по восприятию объема и глубины пространства, основным из которых является стереопсис. Эволюция распорядилась так, что многие живые существа не обладают стереоскопическим зрением, их ресурс — параллакс движения. Резервы зрения, связанные с параллаксом движения у человека практически невостребованны. Техника мадоннари как раз и дает представление о неиспользованных ресурсах его зрительной системы.

В этой книге не ставилась задача моделирования всех изученных процессов зрительного восприятия. С позиций эргономики нас интере-

сует, в первую очередь, обобщение известных свойств, приведение их в систему, интерпретация некоторых известных фактов и на основе проведенного цикла экспериментов — более полное представление концептуальной модели процессов восприятия объема и глубины пространства.

Эргономика так или иначе связана со всеми науками, предметом исследования которых является человек. Она в значительной мере использует методы исследований, сложившиеся в психологии, физиологии, анатомии и целом ряде других наук. К сожалению, человеческий фактор (как в целом и психика человека) не моделируем в математическом понимании, и не всегда поддается статистическому анализу. Человеческий фактор — скорее неуправляемая случайность, о которой очень доступно пишет Нассим Наколас Талеб в своей монографии «Черный лебедь».

Вопросы эргономики и инженерной психологии всегда вызывали большой интерес у специалистов — прикладников из различных областей знания. В последние годы интерес к эргономике резко возрос. Примером тому может служить Седьмой международный аэрокосмический конгресс, состоявшийся в августе 2012 года. Секция эргономики на этом конгрессе была по числу докладов самая представительная. Можно лишь сожалеть, что в настоящее время в России только два высших учебных заведения готовят дипломированных специалистов в области эргономики. Это кафедра «Эргономики информационно-измерительных систем» МАТИ г. Москва, и кафедра биотехнических систем ЛЭТИ г. Санкт-Петербург.

Настоящая работа выполнена на кафедре «Эргономики и информационно-измерительных систем» МАТИ. Автор искренне благодарен действительному члену Международной академии безопасности природопользования В.М. Капустяну, за практическую помощь в подготовке материала книги, интерпретации экспериментальных и теоретических результатов.

Автор весьма признателен профессору М.В. Зуевой за советы и критические замечания, высказанные в ходе обсуждения работы,

рецензентам книги профессорам П.И. Падерно и А.Г. Максиной, а так же всем, принявшим участие в обсуждении материалов работы.

Автор выражает признательность участникам ряда исследований, описанных в книге. Раздел 4.2. (Тренинг объемного восприятия) подготовлен совместно с доцентом кафедры эргономики Е. Н. Городецкой. В работе принимали участие студенты кафедры — экспериментальные исследования по фрактальной организации памяти, описанные в Главе 3, выполнены совместно с М. В. Ждановой. В создании экспериментального стенда принимал участие М. М. Пономарев.

При изложении материала максимально исключена специальная терминология. Это сделано с целью расширения круга читателей, привлечения специалистов смежных отраслей знания, в первую очередь по информационным технологиям, занимающихся проблемами виртуального моделирования.