

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Е. Н. СОКОЛОВ
(Москва)

Сборник «Эргономика», вышедший под редакцией В. П. Зинченко, А. Н. Леонтьева, В. М. Муннипова, Г. Л. Смоляна, посвящен исследованию и моделированию деятельности зрительной системы¹. В нем органически сочетаются классические методы психофизиологии с новыми кибернетическими подходами к изучению зрительного восприятия. В сборнике представлены два направления исследований: использование ЭВМ при изучении сенсорных и мнемических функций и создание моделей зрительной системы.

Первое направление исследований открывается работой Ю. К. Стрелкова «О некоторых временных параметрах обработки зрительной информации», в которой выяснились закономерности кратковременной памяти путем измерения критического интервала между стимулами как функции их номера в серии. Особенностью работы было использование ЭВМ в качестве источника генерации сигналов, управляющих индикаторами, и автоматической системы обработки данных, получаемых в опыте. Преимуществом машинного эксперимента явилось автоматическое нахождение оптимальных условий организации блока стимулов в отношении выбора межстимульных интервалов. В специальных опытах был изучен критический интервал дискретности между двумя стимулами. Этот раздел работы хорошо согласуется с данными, полученными П. О. Макаровым. Использование в качестве стимулов сложных изображений позволило наблюдать интерференцию двух последовательных сигналов в форме наложения их последовательных образов. Оказалось, что испытуемый способен извлекать информацию из такого совмещенного последовательного образа, основываясь на разной яркости элементов изображения. Кроме такой периферической интерференции, автор указывает на интерференцию на уровне

центральной переработки информации. Анализ экспериментальных данных показал, что при исключении периферической интерференции в центральных отделах имеет место параллельная переработка информации, резко снижающая время, затрачиваемое испытуемым на один стимул.

В статье Т. П. Зинченко «Исследование перцептивной деятельности человека с элементами информационной модели» изучалось восприятие знаковой индикации. Автор детально проследил выделение информативных признаков, которые затем используются при опознании. Автор подчеркивает многоуровневый характер формирования эталонов. За образованием «компактного познавательного эталона», построенного из информативных признаков, при котором имеет место поэлементное сличение сигнала с эталоном, следует стадия целостного эталона с параллельным протеканием актов сличения.

В. М. Гордон в статье «Об оценке функционального состояния зрительной системы» предлагает оценивать состояние напряженности зрительной системы с помощью комплексной регистрации электрической активности мозга и движений глаз, отводимых в форме горизонтальной и вертикальной составляющих окулограммы. Использование автоматического анализа электроэнцефалограммы с последующим интегрированием альфа-ритма позволило ввести точные количественные критерии. Достоинством работы является то, что в ней детально исследуются все возможные ошибки, связанные с частотными характеристиками регистрирующей аппаратуры. Опыты показали, что число необнаруживаемых знаков растет с 5 до 12% при увеличении их плотности на экране с 6 до 15. Соответственно растет число движений глаз и доля депрессии альфа-ритма. При меньшем числе сигналов часть движений глаз оказывается «посторонней» в отношении восприятия стимулов. В контрольных опытах в качестве сигнала использовалось регулярно подаваемое припороговое световое пятно. Ока-

¹ «Эргономика» Под ред. В. П. Зинченко, Труды ВНИИТЭ, вып. 1, М., 1970. 186 стр., «тир. 1000 экз.,

залось, что наибольшая активность движений глаз и максимум депрессии альфа-ритма приходится на момент появления стимула на экране. Это могло иметь место только на основании прогноза момента появления, когда испытуемый работал в режиме активного ожидания сигнала. Опыты показали, что такой режим работы обеспечивает наибольшую эффективность обнаружения. Совпадение данных по ЭЭГ с движениями глаз позволяет утверждать, что метод комплексной регистрации реакций является эффективным методом изучения зрительной напряженности.

В статье А. И. Подольского «Исследование зрительного опознавания изображений на фоне шума» справедливо подчеркивается важность этой проблемы для инженерной психологии. Достоинством работы является относительная простота оптической структуры, состоящей из основных и шумовых точек. Хотя введение шумовых точек и не исключило возможности правильного опознавания сигналов, время опознавания и число ошибок возрасли. Заслугой автора является то, что в эксперимент по опознаванию сигналов он ввел обучение в форме поэтапного формирования перцептивных действий. Результаты оказались разительными: ошибки были полностью исключены, а время принятия решения резко сократилось. Эта работа представляет значительный интерес в связи с проблемой перцептивного научения, которое до сих пор еще не стало предметом всестороннего изучения. Привлечение достижений теории ориентировочной основы деятельности (П. Я. Гальперин, 1965) на службу изучения перцептивной деятельности в целях ее направленного изменения — важнейшая задача психологии восприятия.

Вторая группа исследований связана с построением моделей. Можно утверждать, что этот раздел является частью теоретической психологии.

В работе В. П. Клевцова «Общие принципы организации сенсорно-перцептивных процессов в модели зрительного анализатора» акт восприятия трактуется как интегральная сенсорно-перцептивная деятельность. Следует отметить, что при построении модели широко используются современные нейрофизиологические данные относительно тех конкретных операций преобразования зрительных сигналов, которые имеют место в зрительном анализаторе. Автор считает, что при функционировании модели ведущую роль играет высший уровень, связанный с формированием концептуальной модели внешней среды. Автор подчеркивает, что в ходе реализации программы познавательных действий в соответствии с получаемой информацией происходит преобразование концептуальной модели. Важным элементом работы системы по выделению новой информации является функция предсказания — статистическая пространственно-временная экстраполяция. Сущность simultанного узнавания автор

видит в том, что ожидаемая информация подается «навстречу» сенсорному потоку на низший уровень восприятия. Можно спорить с таким представлением как с преувеличением роли сигналов экстраполяции. Однако обсуждение этих проблем существенно важно для понимания тех специфически человеческих функций планирования действий, которые должны получить систематическое объяснение.

В статье А. М. Левинова «Функциональная модель сенсомоторного механизма узнавания формы объекта» принцип нейронной организации модели сенсорных процессов доведен до создания модели на нейронноподобных элементах, предложенных Радченко (1968). Автор использует эти формальные нейроны и структуры (кольца), построенные из них, для того чтобы моделировать процесс переработки информации, содержащейся в контуре. Запоминание контура сводится к тому, что при многократном предъявлении одной и той же фигуры случайные флуктуации движений глаз забываются, а запоминаются те, которые связаны с обходом данной линии. В этот процесс вовлечена иерархически организованная система нейронных колец. Узнавание знакомой фигуры сводится к тому, что иерархия колец по начальному участку траектории восстанавливает ее остальные участки, управляя движением глаз по наиболее информативным точкам. Итак, при ознакомлении с новым объектом запоминаются угловые ускорения, возникающие при движении глаз. Этот код инвариантен относительно параллельных сдвигов и подобных фигур. Предположение о кодообразующей функции движений глаз приводит автора к интересным выводам относительно динамики перцептивного обучения. Сокращение движений глаз в ходе перцептивного обучения отражает, по-видимому, укрупнение элементов кода. Представление о столь исключительной функции движений глаз нельзя признать без существенных оговорок. Общая теория восприятия должна учитывать данные относительно работы слуховой системы, обоняния, вкуса. Тем не менее вопрос о роли движения глаз является ключевым, и статья будет служить стимулом для новых исследований.

В статье А. И. Назарова «Манипулирование обратной связью как метод исследования зрительной системы» вопрос о роли движений глаз переносится в сферу конкретных исследований. Однако и в этой статье доминирует теоретический аспект, содержащий попытку соотнести нейрофизиологические предпосылки обратных связей зрительной системы с возможностями современной техники эксперимента. Автор развивает представление о спиральном контуре взаимодействия при построении такой многоуровневой системы, как зрительный анализатор. Методом исследований этой системы служит манипулирование обратными связями. Суть метода состоит в том, что двухкоординатный окулографический

сигнал управляет положением светового пятна на электронолучевой трубке. Предложенные сотрудниками лаборатории усилители, которые описаны в статье Е. В. Азаренкова, А. Н. Автономова «Усилитель постоянного тока с низким уровнем шумов», позволяют реализовать самые разные зависимости между движением глаз и управляемым стимулом. В работе А. И. Назарова содержится экспериментальная критика опытов со стабилизированным изображением, локализованным на ограниченном участке сетчатки, когда происходит быстрое исчезновение воспринимаемого раздражителя. Используя изображения большой угловой величины, автор обнаружил длительное сохранение образа, несмотря на стабилизацию его относительно сетчатки. Этот новый результат интерпретируется им как дестабилизация под влиянием стимуляции множества каналов передачи информации.

В статье В. П. Зинченко, Н. Ю. Вергилеса и Ю. К. Стрелкова «Модель сенсорного звена зрительной системы» дается обобщение опытов по стабилизации изображений относительно сетчатки. Авторы начинают статью с анализа работ Фуортеса и Ходткина (1964) на глазе лимулюса, где модель оматидия представлена набором линейных фильтров с добавлением нелинейного элемента при стимулах высокой интенсивности. Критикуя затем схему Сперлинга, авторы выдвигают свое представление о схеме преобразования сигналов в сетчатке позвоночных. Модель состоит из линейного фильтра и релаксационных преобразователей. В условиях неравномерного освещения из модели непосредственно следует эффект фрагментации при стабилизации изображений. Модель позволяет объяснить некоторые явления, связанные с фиксированной установкой Д. Н. Узадзе. Особенно интересен тот раздел работы, где модель используется для предсказаний относительно динамики последовательного образа. Однако, несмотря на всю привлекательность модели и хорошее качественное совпадение с результатами экспериментальной проверки, вывести все закономерности последовательных образов из периферической модели не представляется возможным. Следует также учитывать прямые данные о роли коры в динамике последовательных образов.

Подводя итоги, можно сказать, что сборник вносит существенный вклад в теоретическую и экспериментальную психологию. Появление этого сборника симптоматично: он указывает на возникновение новой точки зрения научных исследований, возникшей на стыке психологии, нейрофизиологии и кибернетики. К сожалению, нейрофизиологический аспект проблемы не представлен конкретными исследованиями. Но тот вес, который принадлежит в сборнике цитируемой нейрофизиологической литературе, является залогом того, что в будущих сборниках доля нейрофизиологических работ будет возрастать.

В. П. Зинченко в предисловии к сборнику подчеркивает его значение для инженерной психологии. Это справедливо только отчасти. Проблема перцептивного обучения, контроль за функциональным состоянием, кратковременная память, теория установки — проблемы, представленные в сборнике, заставляют говорить о нем как о важном труде по общей психологии.

Говоря о недостатках сборника как целого, следует рассмотреть функции моделирования.

Модель прежде всего форма реализации научной гипотезы. И как гипотеза модель является инструментом познания. Сведения ценности модели к ее практической реализации совершенно необоснованно. Такое требование следует предъявлять только к специальному бионическому моделированию, где практическая эффективность модели является доминирующим фактором. Зато познавательная ценность бионической модели обычно не идет дальше простой аналогии. Рассматривая модель как рабочую форму реализации научной гипотезы, следует подчеркнуть необходимость ее проверки в эксперименте. В настоящем сборнике только в статье В. П. Зинченко, Ю. Н. Вергилеса и Ю. К. Стрелкова модель использовалась как активный инструмент развития исследования. Большинство же моделей расплывчаты, не вписаны в ткань экспериментальных проверок.

Дальнейший прогресс исследований в этой области будет связан с использованием ЭВМ не только в целях проведения опытов и обработки данных, но и для реализации тех сложных моделей, следствия из которых нельзя усмотреть непосредственно.

