

## ② Классификации ощущений и рецепторов

**Б.М. Величковский,  
В.П. Зинченко,  
А.Р. Лурия**

### **КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРЦЕПТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ<sup>1</sup>**

#### **Сенсорные процессы**

Описанные выше процессы сложного предметного восприятия основываются на относительно элементарных *сенсорных процессах*, протекающих в наших органах чувств и непосредственно связанных с ними отделах коры, иначе говоря, в той системе физиологических аппаратов, которые со времени работ И.П.Павлова принято называть *анализаторами*.

Наши органы чувств, сформировавшись в процессе длительной эволюции, приобрели специализированное строение, и каждый из них оказался приспособленным для рецепции различных видов движения материи. В таблице 1 дана общая характеристика этой специализации. Приведенная таблица показывает, что с количественным изменением параметров воздействий (по длине волны или числу колебаний в секунду) они начинают регистрироваться различными органами чувств и воспринимаются нами как отдельные виды ощущений.

Характерным является тот факт, что в приведенной выше таблице есть перерывы. Это имеет определенное биологическое значение. Так, если бы раздражители с длиной волны до 0,1 мм и частотой  $30 \cdot 10^{12}$  колебаний в секунду или раздражители с длиной волны от 0,004 до 0,00001 мм и частотой от  $8 \cdot 10^{14}$  до  $5 \cdot 10^{15}$  колебаний в секунду вызывали возбуждение органов чувств, – теплота его тела и протекающие в организме электрические процессы воспринимались бы человеком как шумы или све-

---

<sup>1</sup> Величковский Б.М., Зинченко В.П., Лурия А.Р. Психология восприятия. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972. С. 40–44, 51–58.

товые воздействия, что, естественно, мешало бы организованному протеканию его психической деятельности.

Известно несколько классификаций сенсорных процессов.

Еще древним были известны пять чувств, или *модальностей*, в которых мы воспринимаем внешний мир. Долгое время зрительные, слуховые, осязательные, обонятельные и вкусовые ощущения представлялись элементарными “кирпичиками”, из которых с помощью ассоциаций строится вся психическая жизнь человека. В XIX веке список основных ощущений стал быстро расширяться.

Таблица 1

Физические процессы	Длина волны, мм	Частота колебаний в 1 с	Воспринимающий орган	Качество ощущения
Механические воздействия	–	до 1,5 тыс.	Кожа	Осязание
Звуковые волны	Выше 12 12–3	Ниже 30 30–30.000	– Внутреннее ухо	– Слух
Электрические волны	Ниже 12 До 0,1	30–30.000 $30 \cdot 10^{12}$	–	–
Световые волны	$0,14 \cdot 10^{-7}$ $8 \cdot 10^{-6} - 4 \cdot 10^{-6}$	$8^{14}$ $4 \cdot 10^{14} - 8 \cdot 10^{14}$	Кожа Сетчатка глаза	Тепло Свет, цвет
Рентгеновские волны	$4 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-5}$ $8 \cdot 10^{-8} - 5 \cdot 10^{-8}$	$8 \cdot 10^{14} - 5 \cdot 10^{15}$ $4 \cdot 10^{17} - 6 \cdot 10^{16}$	–	–

К нему были добавлены ощущения положения и движения тела в пространстве. Была открыта и изучена вестибулярная чувствительность, орган которой оказался частью внутреннего уха. Из осязательной чувствительности были выделены ощущения боли и температуры. Параллельно с расширением списка ощущений углублялись знания о нейрофизиологических процессах, лежащих в основе восприятия. Вследствие этого появились и другие основания для классификации.

Известно, что каждый анализатор состоит из трех частей: расположенных на периферии рецепторов, проводящих путей и корковых проекционных зон. В зависимости от вида чувствительности различают зрительный, слуховой, обонятельный и другие виды анализаторов.

Большое значение для классификации сенсорных процессов имеет выделение различных видов рецепторов. Классификация рецепторов в зависимости от энергии адекватных раздражителей, предложенная В.Вундтом (1898), связана с разделением рецепторов на три большие группы, специализированные для приема механической, химической или световой энергии.

Механическая энергия деформации, растяжения, сжатия или сдвига тканей улавливается *механорецепторами*. Они рассеяны по поверхности тела и внутри него: в коже, мускулах, сухожилиях, стенках сосудов и т.д. Известно много разновидностей механорецепторов. Высокоспециализированные механорецепторы — волосковые клетки — обнаружены во внутреннем ухе. Одни волосковые клетки приспособлены для регистрации ускоренных движений тела и направления силы тяжести, другие — для регистрации колебаний воздуха.

Возможно, наиболее древней группой рецепторов являются *хемотрецепторы*. Чувствительность к химическим веществам имеется, впрочем, уже у одноклеточных организмов, т.е. до появления хемотрецепторов. Высокой чувствительностью характеризуется хемотрецепция насекомых, некоторые виды которых способны находить самку по запаху на расстоянии двух километров. Хемотрецепторы рыб расположены в коже. У наземных животных они концентрируются в носовой и ротовой полостях. Особые виды хемотрецепторов обнаружены также во внутренних органах.

Рецепция световой энергии осуществляется при помощи *фоторецепторов*. Чувствительность к световым раздражителям прогрессивно развивается в филогенезе. Ее эволюция связана с изменением органа зрения — глаза, развивающегося от простой светочувствительной пластины у кишечнополостных до сложного фасеточного глаза насекомых и камерного глаза позвоночных. Последний содержит всего два вида фоторецепторов — палочки и колбочки, но каждый из них чрезвычайно сложен по строению.

Специфическая чувствительность к определенному виду воздействий может быть прослежена не только на уровне периферических звеньев анализаторов. Как показали исследования, начатые американскими физиологами Д.Х.Хьюбелом и Т.Н.Визелом, некоторые нейроны мозговой коры могут реагировать только на раздражения определенной модальности (световые, звуковые, механические), причем иногда, как мы увидим ниже, на очень частные аспекты раздражения. Другие нейроны, наоборот, реагируют на несколько модальностей раздражения сразу (например, на вибрацию и свет), поэтому они называются “мультимодальными”.

Несмотря на различия в строении и выполняемых функциях, рецепторы всех трех групп обладают рядом общих свойств. Во-первых, все они преобразуют энергию раздражителя в потенциалы действия, распространяющиеся по сенсорным нервам в центральные отделы нервной системы. Эти ритмические разряды, содержащие информацию о параметрах раздражения, называют также *сенсорным кодом*. Во-вторых, рецепторы реагируют, главным образом, на изменение раздражителя. Поэтому максимальная частота рецепторных потенциалов действия наблюдается сразу после появления или исчезновения раздражителя. Уменьшение активности рецептора при продолжительном действии неизменного раз-

дражителя называется *адаптацией рецептора*<sup>1</sup>. Скорость адаптации рецепторов разных видов различна. Наконец, все рецепторы в большей или меньшей степени подвержены контролю со стороны центральных отделов мозга. Этот контроль может осуществляться как во внешней, так и во внутренней форме. В первом случае речь идет об ориентировочных и оборонительных движениях организма, меняющих физические характеристики раздражителя. Во втором — о физиологических эфферентных влияниях на рецепторы. Таким образом, *рефлекторная регуляция* работы рецепторов является их третьим общим свойством.

<...>

В сенсорных коррекциях многих движений участвует зрение. Эту его функцию Дж. Гибсон предложил назвать *зрительной кинестезией*. Когда наблюдатель перемещается в своем окружении, непрерывно меняется раздражение его зрительного анализатора. Однако, эти изменения оптической стимуляции не воспринимаются им как движения видимых предметов, т.е. в качестве экстероцепции. Они выполняют функцию зрительной кинестезии и служат для контроля осуществляемых движений.

Во время орудийных действий и различных манипуляций с объектами важная роль принадлежит осязанию. Таким образом, большинство видов экстероцепции выполняет, по крайней мере, две различные функции: они служат не только для отражения внешнего мира, но и для регуляции движений организма.

С другой стороны, как уже отмечалось, сложные формы предметного отражения неразрывно связаны с активными движениями субъекта, а значит, с проприоцепцией. Эти движения выполняют в процессе восприятия функцию *эффекторных коррекций образа*. Для проверки адекватности образа необходимо его сопоставление с отражаемым предметом. Наиболее простым путем подобного сравнения является внешнедвигательное перцептивное действие. В случае необходимости осуществляется коррекция образа. Различным уровням перцептивных задач соответствуют разные уровни эффекторных коррекций.

Эволюционную классификацию сенсорных процессов, также подчеркивающую их уровневое строение, предложил в 1920 году английский невролог Х.Хэд. Он различает эпикритическую и протопатическую чувствительность. Более молодая и совершенная *эпикритическая чувствительность* позволяет точно локализовать объект в пространстве, она дает объективные сведения о явлении. Например, осязание позволяет точно установить место прикосновения, а слух — определить направление, в котором раздался звук. Относительно древние и примитивные *протопатические ощущения* не дают точной локализации ни во внешнем пространстве, ни в пространстве тела. Их характеризует постоянная аффективная

---

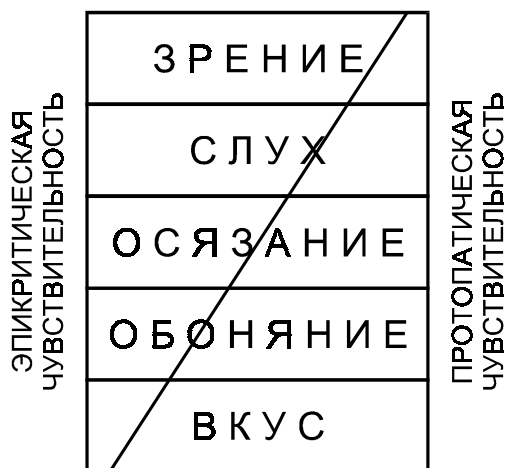
<sup>1</sup>Адаптацию рецептора следует отличать от адаптационных изменений чувствительности. Последние имеют значительно более сложную структуру и включают адаптацию рецепторов в качестве одного из наиболее элементарных звеньев.

окрашенность, они отражают скорее субъективные состояния, чем объективные процессы.

Х.Хэд доказал, что протопатические и эпикритические компоненты могут иметь место внутри одной модальности. Он перерезал у себя на руке веточку кожного нерва и наблюдал ход восстановления чувствительности на соответствующем участке кожи. В течение первого месяца чувствительность в этом месте отсутствовала. Примерно через шесть недель она появилась, но только в форме протопатической чувствительности. Ощущения прикосновения были диффузны и нелокализуемы, но при этом всегда либо приятны, либо неприятны. Только через полгода аффективный тон ощущений исчез и они стали восприниматься как прикосновения, адресованные к данному участку кожи. В последнюю очередь восстановилось восприятие направления движения по поверхности кожи и способность определять форму объектов.

Соотношение протопатических и эпикритических компонентов в разных видах чувствительности, естественно, оказывается различным. Интероцепция, например, представляет собой полностью протопатическую чувствительность. На рис. 1 схематично изображены соотношения их компонентов внутри пяти основных видов экстероцепции. Из схемы видно, что более молодые, дистантные модальности связаны, главным образом, с эпикритической чувствительностью.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что представления об однозначной связи рецептора и выполняемой им функции ошибочны.



**Рис. 1.** Схематическое изображение соотношения компонентов протопатической и эпикритической чувствительности внутри различных видов экстероцептивных ощущений

Анализатор, как известно, имеет системное, сложное строение. На каждом из уровней перцептивных действий достигается адекватное отражение действительности, будь это картина мышечных напряжений или скрипичный концерт Паганини. Поэтому совокупность иерархических механизмов восприятия, способных решать различные по сложности перцептивные задачи, называется *перцептивной системой*. Перцептивные системы формируются в процессе деятельности, что обуславливает изменчивость входящих в них звеньев. В дальнейшем будут подробно рассмотрены пять основных перцептивных систем:

**1. Зрительная система** реализует сложную эпикритическую форму чувствительности. Она принимает участие в регуляции локомоций и предметных действий. Зрению принадлежит важная роль в восприятии пространства. Эта система позволяет оценить свойства поверхности предмета, а также обеспечивает высшие формы предметного восприятия, которые отличает высокая константность.

**2. Слуховая система** дает информацию о свойствах акустических явлений и о положении звучащих объектов в пространстве. Она участвует в координации артикуляционных движений. Наконец, слуховая система связана со сложнейшими видами социальных восприятий – восприятием речи и музыки.

**3. Кожно-мышечная система** состоит из множества подсистем. Она участвует в регуляции движений и определяет восприятие взаимного положения частей тела. На основе активного осязания возможны высшие формы предметного восприятия. Функционирование кожно-мышечной системы проходит под контролем зрительной системы.

**4. Обонятельно-вкусовая система** делает возможным восприятие химических свойств различных веществ. У некоторых животных она используется для пространственной ориентации. Однако наибольшую роль эта система играет в контроле пищевого поведения.

**5. Вестибулярная система** отражает действующие на тело силы тяжести и инерционные силы, связанные с его ускоренным движением. С ее помощью осуществляется оценка положения, позы, начала и окончания движения тела в различных направлениях. Вестибулярная система взаимодействует с большинством других перцептивных систем.

## Интермодальные ощущения и синестезии

Перцептивные системы формируются под влиянием задач, возникающих в деятельности индивида. Многие перцептивные задачи требуют совместной работы нескольких перцептивных систем, поэтому возможны *интермодальные или переходные формы чувствительности*, занимающие промежуточное положение между традиционными модальностями.

Типичным интермодальным ощущением является ощущение *вибрации*. Как известно, слуховая система человека не воспринимает колебания воздуха с частотой ниже двадцати герц. Более низкие тона воспринимаются нами в виде вибрационных ощущений. Это осуществляется не с помощью слуха, что доказывается существованием вибрационной чувствительности у глухих, а посредством, главным образом, кожно-мышечной системы. Для возникновения ощущения вибрации важно, чтобы раздражение передавалось костными тканями и распространялось на возможно большую часть тела. Считается, что при этом возбуждается вестибулярная система, хотя для нее вибрация – неадекватный раздражитель.

Вибрационная чувствительность занимает в нашем восприятии несравненно меньшее место, чем осязание или слух. Но у людей, потерявших слух, она начинает играть огромную роль. Вибрационную чувствительность называют даже “слухом глухих”. В литературе описаны случаи, когда глухие оказывались способны воспринимать с помощью вибрации сложные музыкальные произведения.

Другим примером интермодальной чувствительности служит так называемое “шестое чувство слепых”. Известно, что слепые от рождения или с детства способны на расстоянии обнаруживать препятствия и успешно их обходить. Субъективные ощущения, возникающие у них при этом, очень сложны. Как правило, слепые сообщают, что они чувствуют препятствие кожей лица. Однако большинство исследователей считает, что чувство преграды связано не с кожей, а со слуховой чувствительностью. Согласно этой точке зрения, слепой гораздо лучше, чем зрячий улавливает эхо от своих шагов. Отраженные от предметов звуки воспринимаются как ориентиры, дающие указания о препятствиях, к которым он приближается. Поэтому чувство препятствия отказывает, если на пути слепого вместо плотной стенки, хорошо отражающей звуки, поставить преграду в виде металлической сетки с крупными ячейками.

Развитие интермодальных ощущений, позволяющих компенсировать те или иные сенсорные недостатки, подчеркивает значение, которое имеет для развития перцептивных систем наличие конкретной перцептивной задачи. А.Н. Леонтьевым была продемонстрирована возможность формирования с помощью создания у испытуемого активной установки совершенно нового вида чувствительности, который получил название *неспецифической световой чувствительности*.

В экспериментах ставилась задача выработать у испытуемых чувствительность к цвету посредством кожи ладони. Испытуемый сидел перед черным экраном. Через отверстие в экране была просунута его рука. В свою очередь сквозь отверстие в доске, на которой покоилась рука испытуемого, на ладонь проецировался красный или зеленый луч света. Лампа была отгорожена от ладони испытуемого водяным фильтром, так что раздражители, действующие на поверхность кожи, имели совершенно одинаковые тепловые характеристики и отличались лишь длиной волны.

В первой серии экспериментов испытуемый оставался пассивным, так как его ни о чем не предупреждали. Экспериментатор пытался выработать у него условный защитный рефлекс на раздражение красным светом. Раздражители подавались через разные промежутки времени в случайном порядке. Через тридцать секунд после раздражения ладони красным светом испытуемый получал удар током и, естественно, отдергивал ладонь. Зеленый свет не сопровождался подкреплением. Оказалось, что даже после 800–900 сочетаний испытуемый не мог научиться вовремя отдергивать руку.

Во второй серии экспериментов испытуемому сообщалось, что иногда его ладонь будет освещаться красным, а иногда зеленым светом, и что если после освещения руки красным светом он не отдернет руку, то получит электрический удар. Иными словами, у испытуемых создавалась установка на активное обнаружение определенного раздражителя. В остальных условиях опыта сохранялись. Результаты этой серии оказались поразительными. Уже через сорок–пятьдесят сочетаний удалось выработать условный рефлекс на освещение кожи красным светом, так что испытуемый отдергивал руку сразу после освещения ладони красным светом и оставлял ее на месте при освещении зеленым светом.

Взаимодействие перцептивных систем обусловлено, главным образом, единством окружающего мира. Действительно, один и тот же предмет или явление обладает множеством различных аспектов. Их восприятие связано с работой различных перцептивных систем, периферические звенья которых имеют весьма различные характеристики. Тем не менее мы воспринимаем единый целостный образ. Очень ярко взаимодействие перцептивных систем выступает в случае восприятия внешнего пространства.

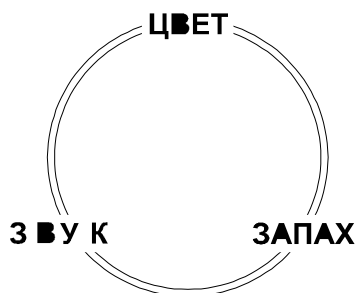
Существуют многочисленные факты, свидетельствующие о глубоких связях различных перцептивных систем. Речь идет о *синестезии* – возникновении ощущения определенной модальности под воздействием раздражителя совершенно другой модальности. Явление синестезии может возникать как в явной, так и неявной форме. В явной форме, по данным ряда исследований, синестезии наблюдаются примерно у 50% детей и 15% взрослых. Очень яркие синестезии были, например, у композитора А.Н.Скрябина, переживавшего каждый звук окрашенным в тот или иной цвет и даже писавшего симфонии цвета. Можно утверждать, что в неявной форме синестезии встречаются у каждого. “Теплые” и “холодные” цветовые тона, “высокие” и “низкие” звуки свидетельствуют о том, как естественно подчас оцениваются ощущения при помощи характеристик, заимствованных, казалось бы, из совсем другой модальности.

Наиболее универсальной в этом отношении оказалась характеристика “светлоты”. Немецкий психолог Э.М.Хорнбостель показал в двадцатых годах нашего столетия, что светлыми и темными могут быть не только зрительные, но и осязательные, органические, обонятельные и слуховые ощущения. Так ощущения голода, прикосновения гладким и твер-



дым предметом оценивались как светлые, а противоположные им ощущения — сытости, прикосновения шершавым и мягким предметом — как темные. Характеризуя незнакомые запахи, испытуемые использовали те же определения: запах духов казался им светлым, а запах дегтя — темным.

Чтобы проверить воспроизводимость получаемых таким образом результатов, Э.М.Хорнбостель провел контрольный опыт. Испытуемым давалась группа запахов и предлагалось с помощью цветового круга<sup>1</sup> подобрать для каждого из них серый тон соответствующей светлоты. Оказалось, что все испытуемые расположили запахи примерно в один и тот же ряд, причем запах бензола соответствовал цветовой круг с 40% белого цвета. Затем те же запахи сравнивались со звуковыми сигналами, подаваемыми с помощью звукогенератора. В результате было установлено соответствие обонятельных и слуховых ощущений, в котором запах бензола приравнивался звуковому тону частотой 220 гц. На последнем этапе эксперимента испытуемые должны были сопоставить различные звуковые тона с оттенками серого цвета. Оказалось, что для тона 220 герц был подобран серый цвет, на 41% состоящий из белого. Иными словами, удалось показать эквивалентность оценок светлоты, запаха и высоты звукового тона. Условно этот результат можно изобразить в виде следующей схемы:



Не менее интересные исследования провели немецкие биологи В.Бернштайн и П.Шиллер. В одном из опытов рыбы обучались плыть всегда к более освещенной из двух кормушек. После выработки этого условного рефлекса освещение кормушек уравнивалось, но перед одной из них рассеивалось вещество со “светлым”, а перед другой — с “темным” (по шкале Э.М.Хорнбостеля) запахом. Рыбы направлялись к кормушке со “светлым” запахом. Другие опыты проводились с земноводными, меняющими свою окраску в зависимости от уровня освещенности. Резуль-

\* Цветовым кругом называется вращающийся во фронтальной плоскости диск, состоящий из белого и черного секторов. При достаточно большой скорости вращения черный и белый цвет сливаются и воспринимается равномерный серый тон, светлота которого пропорциональна доли сектора белого цвета в общей площади круга.

таты показали, что посветление окраски вызывают также “светлые” обонятельные и звуковые раздражители.

Следует подчеркнуть, что синестезии редко возникают в ситуации нормального предметного восприятия. Когда же воспринимаемая ситуация неопределенна, то синестезии наблюдаются довольно часто. Советская исследовательница Л.А.Селецкая провела опыты, показавшие, что сознательное выделение синестезических признаков “теплоты” и “холода” цветового тона при дифференциации цветowych карточек, предъявляемых в периферическом зрении, позволяет испытуемым улучшить показатели различения.

О механизмах синестезии известно в настоящее время еще очень мало. Опыты В.Бернштайна, добившегося посветления окраски темноадаптированных рыб с помощью инъекции им вытяжки из сетчатки светлоадаптированных рыб, говорят о том, что синестезии могут быть связаны с гуморальными процессами. В пользу биохимической гипотезы возникновения синестезий свидетельствуют факты о появлении синестезий под влиянием таких наркотиков, как мескалин и ЛСД-25. Не вызывает сомнения, что синестезии связаны с генетически ранними ступенями восприятия.