

# Органы чувств и анализаторы: открытия

Мир становится понятен мозгу через сигналы чувств.

# Как мы чувствуем мир

Анализатор соединяет рецепторы, нервные пути и кору мозга. Именно поэтому восприятие зависит не только от внешнего сигнала, но и от того, как нервная система его кодирует и сравнивает.



# Универсальная схема работы анализатора

1

## Старт сигнала

Сначала действует стимул: свет, звук, давление, химические вещества или изменение температуры. Рецептор «узнаёт» только подходящий вид энергии и запускает первичную реакцию.

2

## Путь по нервам

Затем возникает нервный импульс и передаётся по проводящим путям. На этом этапе информация уже не является светом или звуком, а становится кодом нервной системы.

3

## Обработка в мозге

В центральных отделах мозга сигнал сопоставляется с опытом, ожиданиями и контекстом. Поэтому одно и то же раздражение может восприниматься по-разному в разных ситуациях.

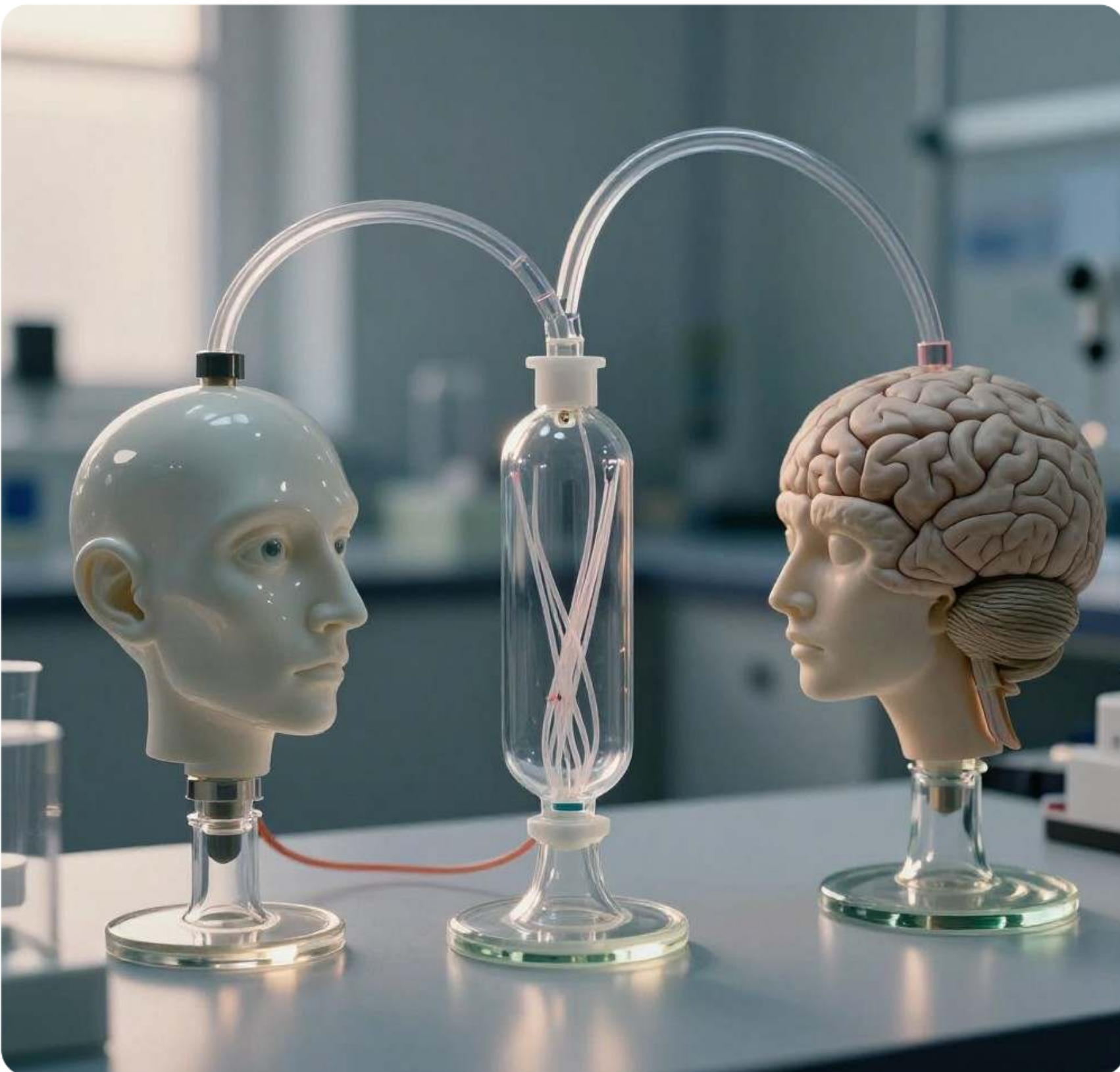
4

## Результат восприятия

Итогом становится ощущение — осознанное качество мира: цвет, тон, запах, вкус, прикосновение. Без мозга даже сильный стимул не превращается в полноценное восприятие.



# И. П. Павлов и идея анализатора



## 1. Новая научная идея

Иван Петрович Павлов ввёл понятие анализатора, чтобы описать органы чувств как единую систему. Такой подход позволил рассматривать восприятие не изолированно, а в связи с общей работой нервной системы.

## 2. Три части системы

Он выделял периферический отдел, проводящие пути и центральный отдел. Эта трёхзвенная схема объясняла, как внешнее раздражение превращается в нервный процесс и затем в осознанное ощущение.

## 3. Значение для науки

Идея анализатора объединила физиологию, психологию и нейробиологию. Благодаря ей стало понятнее, почему одинаковый стимул вызывает разные ответы у разных людей и в разных условиях.

# Рецепторы и превращение сигнала

## Избирательность

Каждый рецептор настроен на свой тип энергии: свет, химические вещества, давление, температуру или вибрацию. Такая избирательность делает восприятие точным и не смешивает сигналы разных модальностей.

## Преобразование энергии

Когда раздражитель достаточно силён, в рецепторной клетке возникает электрический ответ. Он запускает цепь событий, которая превращает внешний физический процесс в биологический сигнал.

## Передача без потерь смысла

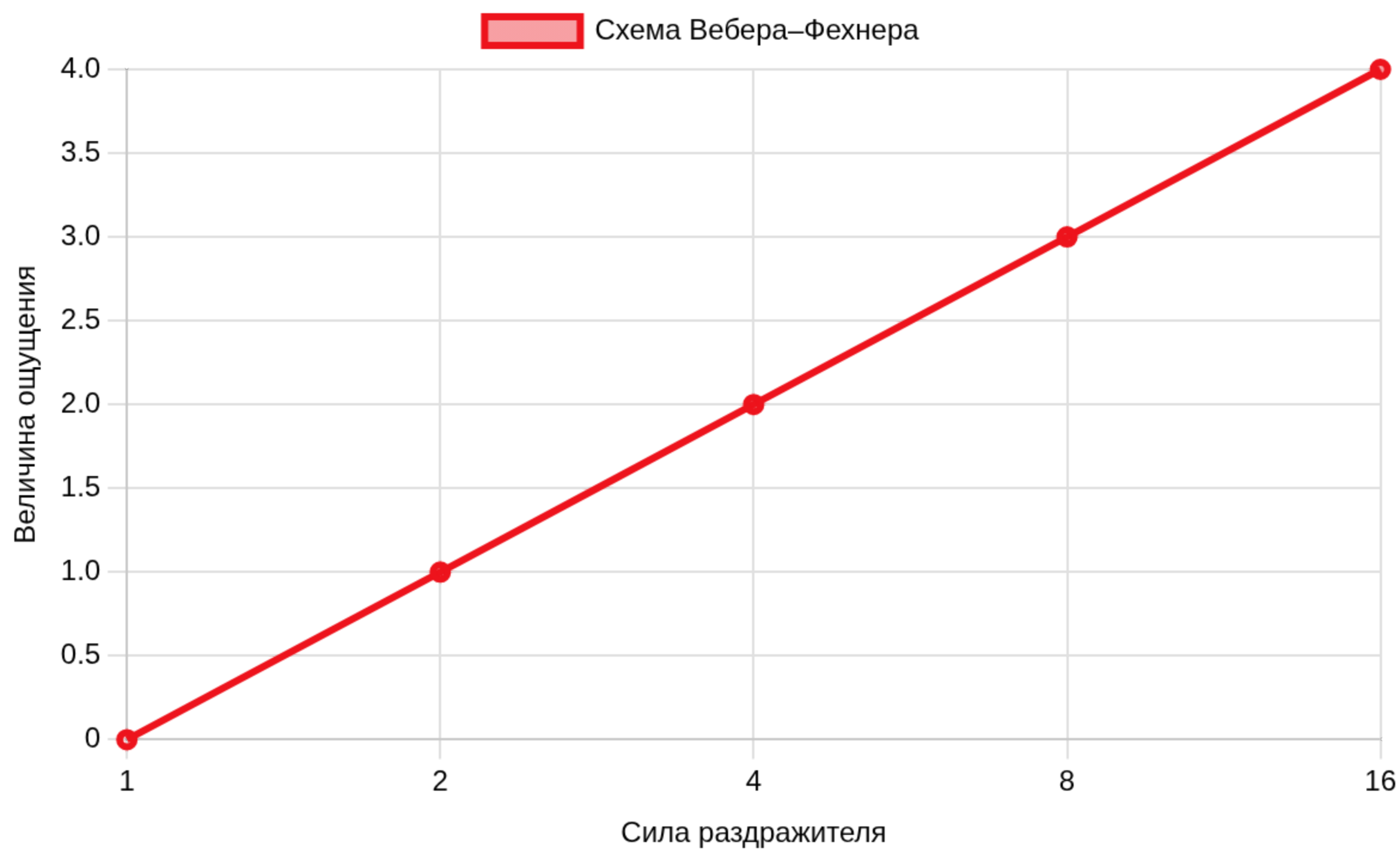
Дальше импульс идёт по нервным волокнам к центральной нервной системе. При этом смысл сообщения сохраняется, хотя сама форма сигнала меняется с физической на нервную.

## Роль в восприятии

Рецепторы работают как первые «датчики» организма. Они не просто фиксируют стимул, а отбирают важную информацию, чтобы мозг мог быстро и точно принять решение.



# Психофизика: порог и закон Вебера–Фехнера



Порог различения показывает чувствительность системы: чем он ниже, тем тоньше человек замечает изменения. Это важно в музыке, спорте, медицине и повседневной жизни.

Ощущение растёт медленнее самого раздражителя: чтобы заметить разницу, сигнал должен увеличиваться всё сильнее.

Схематическая иллюстрация по закону Вебера–Фехнера; данные условные, 2025

# Зрение: глаз как оптическая система

1

## Оптика глаза

Роговица и хрусталик работают как система линз: они преломляют свет и собирают его на сетчатке. Без точной фокусировки изображение не стало бы чётким.

2

## Сумеречное зрение

На сетчатке изображение преобразуется в нервные сигналы. Палочки особенно важны при слабом освещении, поэтому именно они помогают видеть в сумерках и различать формы.

3

## Цвет и чёткость

Колбочки обеспечивают цветовое восприятие и высокую остроту зрения. Их особенно много в центральной части сетчатки, поэтому мелкие детали лучше всего различаются прямо перед взглядом.



# Открытия в зрении: глаз не работает в одиночку



## Зрение как процесс

Герман фон Гельмгольц показал, что зрение нельзя свести только к работе глаза. Оно включает сложную обработку сигналов, которая начинается на сетчатке и продолжается в коре мозга.

## Роль коры

Изображение на сетчатке получается перевёрнутым, но мы не воспринимаем мир вверх ногами. Мозг не копирует картинку, а собирает её в удобный для восприятия образ.

## Мозг достраивает картину

Современная наука рассматривает зрение как активное построение реальности. Мозг дополняет недостающие фрагменты, оценивает движение и глубину, а также использует прежний опыт.

## Что показывают иллюзии

Поэтому зрительная иллюзия не ошибка случайного типа, а важный научный инструмент. Она показывает, что восприятие создаётся в системе «глаз — мозг», а не только в глазу.

# Почему мы видим цвета

## Цвет как работа системы

Долгое время цвет считали свойством самого предмета, но физиология показала: он рождается в зрительной системе. Три типа колбочек реагируют на разные диапазоны света, а мозг сравнивает их сигналы и создаёт ощущение цвета.



## Три канала восприятия

Теория Юнга–Гельмгольца объяснила, почему из ограниченного числа световых сигналов возникает богатая палитра. Один и тот же физический свет может восприниматься по-разному в зависимости от сочетания возбуждённых колбочек.



## Почему оттенки меняются

Оттенки становятся особенно заметны там, где меняется освещение или фон. Именно поэтому цвет нельзя понимать как простую «краску» на поверхности вещи: это результат работы глаза и мозга вместе.



# Слух: путь звука в ухе

## Сбор звука

Ушная раковина улавливает звуковые волны и направляет их в слуховой проход. Так звук концентрируется и достигает барабанной перепонки, которая начинает колебаться в такт воздушным изменениям.

## Передача колебаний

Колебания перепонки передаются слуховым косточкам среднего уха. Молоточек, наковальня и стремечко усиливают движение и передают его дальше, не теряя точности ритма и силы сигнала.

## Улитка

Стремечко воздействует на жидкости улитки, и механическое движение превращается в нервные импульсы. Именно здесь звуковая энергия получает «нервный язык», понятный мозгу.

## Разбор частот

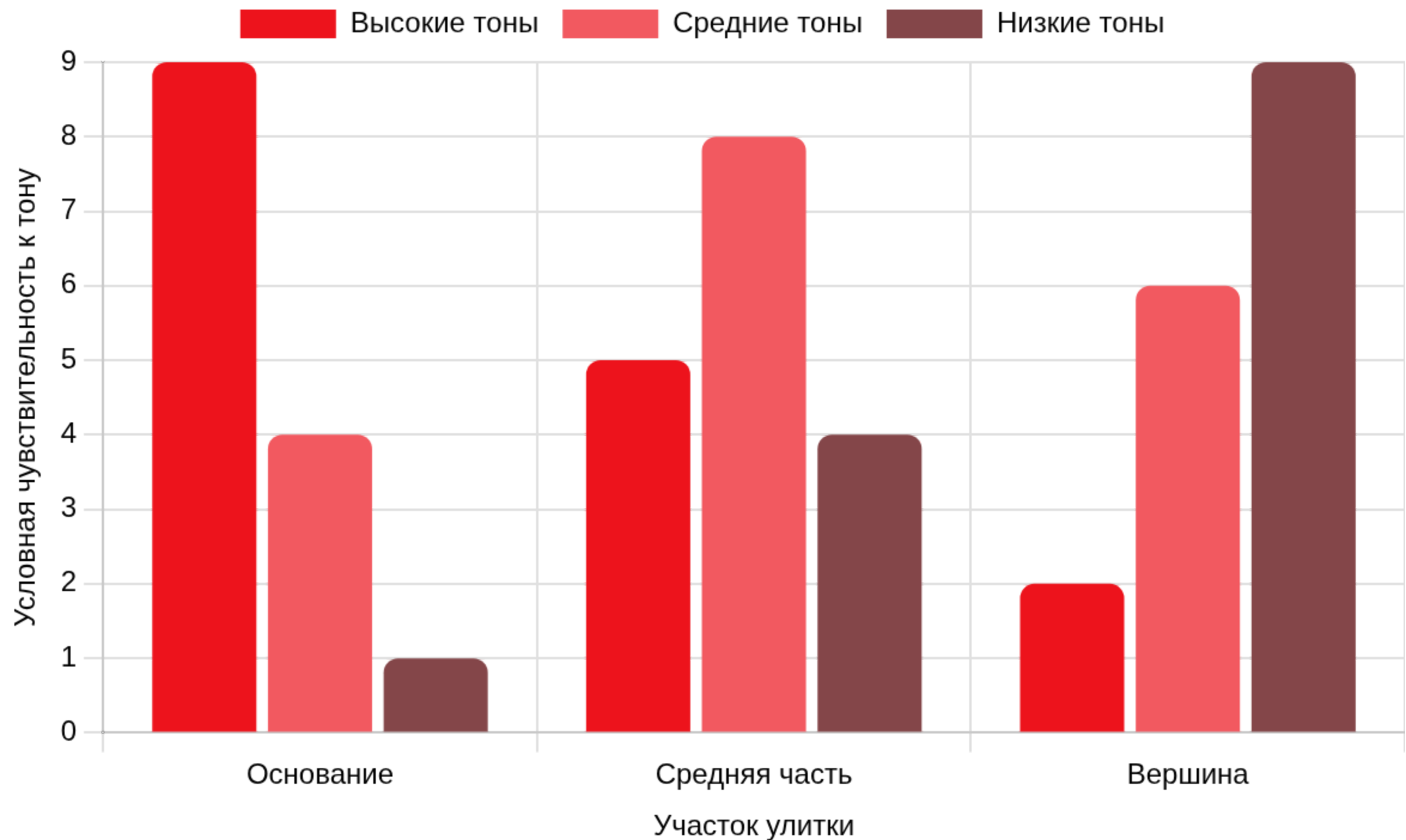
Разные участки улитки реагируют на разные частоты. Высокие тоны активируют одни области, низкие — другие, поэтому слух анализирует звук по высоте ещё до осознанного восприятия.

## Слуховой образ

Импульсы от волосковых клеток идут в мозг, где складываются в узнаваемый образ речи, музыки или шума. Без этой обработки звуки остались бы лишь набором колебаний.



# Открытия в слухе: частоты и орган Корти



Орган Корти преобразует колебания жидкости в улитке в нервный сигнал, а карта частот вдоль улитки помогает мозгу различать высоту тона.

Разные участки улитки настроены на разные частоты: это основа тонопической организации слуха.

Схематическое представление по данным физиологии слуха и работам Г. Гельмгольца о частотном анализе звука.

# Равновесие и ориентация

1.

## Вращение головы

Полукружные каналы реагируют на вращение головы: движение эндолимфы отклоняет чувствительные клетки и сообщает мозгу направление и скорость поворота.

2.

## Наклон и ускорение

Отолиты фиксируют линейное ускорение и наклон тела. Благодаря им человек чувствует, где верх и низ, даже с закрытыми глазами.

3.

## Ориентация в пространстве

Сигналы от вестибулярного аппарата согласуются со зрением и мышечным чувством. Поэтому устойчивость сохраняется при ходьбе, беге и резких поворотах.

# Обоняние: распознавание молекул

## Чувствительные рецепторы

Обонятельные рецепторы расположены в верхней части носовой полости и напрямую контактируют с молекулами воздуха. Поэтому запах ощущается уже при очень малой концентрации веществ.

## Связь с памятью

Сигнал от обоняния быстро достигает мозговых центров, связанных с памятью и эмоциями. Из-за этого знакомый запах нередко вызывает мгновенные ассоциации.

## Роль безопасности

Обоняние помогает распознавать испорченную пищу, дым, газ и другие опасные признаки. В повседневной жизни оно работает как ранняя система предупреждения.

# Открытия в обонянии: комбинаторный код

1

## Разнообразие рецепторов

Аксель и Бакк показали, что обонятельных рецепторов много, и каждое семейство специализировано на распознавании определённых молекулярных признаков запаха.

2

## Комбинаторное сочетание

Одна молекула запаха обычно активирует сразу несколько рецепторов, а один рецептор отвечает на целую группу похожих молекул. Это и есть комбинаторный принцип.

3

## Кодирование запаха

Мозг считывает не один сигнал, а комбинацию активированных рецепторов. Именно поэтому мы различаем огромное число запахов при ограниченном числе рецепторов.

4

## Почему различаются ароматы

Такое открытие объяснило, почему запахи могут быть очень близкими по составу, но восприниматься как разные. Решающее значение имеет не молекула одна, а её «профиль» активации.

# Основные вкусы и их примеры

| Вкус    | Пример |
|---------|--------|
| Сладкий | сахар  |
| Солёный | соль   |
| Горький | кофе   |
| Умами   | бульон |

Обобщение по данным физиологии вкуса; базовые вкусы признаны классическими в современной биологии.

Основные вкусы распознаются разными группами вкусовых рецепторов. Таблица показывает, где они возникают и с какими ощущениями связаны.

Каждый вкус имеет собственный химический сигнал, но итоговое восприятие усиливается запахом, температурой и текстурой пищи.

# Как формируется вкусовое восприятие

## Работа рецепторов

Вкусовые рецепторы находятся не только на языке, но и в ротовой полости. Они воспринимают химические вещества и запускают передачу сигнала по нервным волокнам.

## Передача и анализ

Сенсорный сигнал проходит обработку в стволе мозга и корковых центрах. Там он сравнивается с предыдущим опытом, поэтому вкус зависит и от ожиданий.

## Вклад других ощущений

Температура, консистенция и аромат заметно меняют восприятие. Холодная, тёплая, мягкая или хрустящая пища ощущается по-разному даже при одинаковом составе.

## Сложное восприятие

Именно поэтому вкус нельзя свести только к языку. Это результат совместной работы химических, температурных и обонятельных рецепторов.

# Осязание и боль

## Ощущение прикосновения

Рецепторы кожи улавливают прикосновение, давление и вибрацию. Они помогают определять форму предмета, силу контакта и особенности поверхности без зрительного контроля.

## Температура и боль

Терморецепторы различают холод и тепло, а болевые рецепторы сообщают о потенциальном повреждении. Вместе они создают подробную картину состояния тканей.

## Защитный сигнал

Боль выполняет защитную функцию: она вызывает быстрый рефлекс отдёргивания и учит избегать опасных ситуаций в будущем.

# Карта тела в коре мозга

1.

## Нервная карта тела

Соматосенсорная кора организована как карта тела. Чем точнее и чаще используется участок, тем большую площадь он занимает в коре.

2.

## Приоритет чувствительных зон

Губы, язык и кисти представлены особенно крупно, потому что они обеспечивают тонкую чувствительность и точные движения. Это отражает их важность для речи и труда.

3.

## Точность локализации

Рецептивные поля позволяют определять, где именно произошло прикосновение. Чем они меньше, тем точнее различается место раздражения.

# Мультисенсорность и иллюзии

## Единая картина

Мозг не обрабатывает сигналы отдельно: он объединяет зрение, слух, осязание и другие каналы в единый образ события. Благодаря этому мир воспринимается целостно.

## Зрение влияет на слух

МакГурк-эффект показывает, что видимая артикуляция может изменить то, что мы слышим. Это наглядно доказывает, что речь воспринимается несколькими системами сразу.

## Чувство принадлежности

Иллюзия резиновой руки демонстрирует, как быстро мозг включает внешний объект в схему тела, если зрительные и тактильные сигналы согласованы.

# Итоги: как мы воспринимаем мир

Мы воспринимаем мир не пассивно, а через точную работу рецепторов, нервных путей и корковых центров. Именно поэтому открытия физиологов изменили наше понимание зрения, слуха, обоняния, вкуса и осязания.