

# Человеко-машинное взаимодействие

## Лекция 1

Введение.  
Человек.

ИВТ и ПМ  
ЗабГУ

2018

# Человеко-машинное взаимодействие

Мы угнетены нашими  
электронными рабами.

---

Джефф Раскин

# Материалы курса

[github.com/VetrovSV/HCI](https://github.com/VetrovSV/HCI)

# Основная литература курса



Интерфейс. Основы проектирования взаимодействия. 4-е изд., Аллан Купер и др., 2016



Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем, Джейф Раскин, 2005



Don't Make Me Think, Revisited: A Common Sense Approach to Web Usability (3rd Edition) (Voices That Matter), Steve Krug, 2014;

Не заставляйте меня думать. Веб юзабилити и здравый смысл. 3-е издание. Стив Круг. 2018

Дополнительно

<http://sketchapp.me> - продуктовый дизайн и проектирование интерфейсов

# Outline

Проблемы

Эргономика

Восприятие

Зрение

Слух

Когнитивная психология

# Плохие интерфейсы

Авария на АЭС Три-Майл-Айленд, 1969, США

- ▶ Сигнализация срабатывала если один из 100 параметров выходил за пределы нормы.  
Значения одних параметров были критически важны, других - нет.  
Сигнализация для всех одинакова.
- ▶ Индикаторы и органы управления не были сгруппированы
- ▶ Принтер печатающий диагностические данные печатал медленно. Во время аварии принтер отставал на 2 часа.

# Плохие интерфейсы

Катастрофа A300 над Персидским заливом, 1988

Американский ракетный крейсер сбил гражданский самолёт с пассажирами на борту, приняв его за военный.

Для выбора объекта на радаре для отслеживания и для получения информации о нём использовались отдельные курсоры.



## Плохие интерфейсы

Прицел Нордена - один из самых совершенных и дорогих прицелов для бомбометания времён Второй мировой войны.

На практике давал точность бомбометания сравнимую с примитивными прицелами из-за большой сложности в управлении и расчёте на идеальные условия.

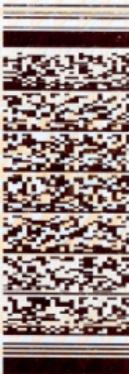


РЖД  
20

АСУ  
«ЭКСПРЕСС»

ЭЛЕКТРОННЫЙ  
ПРОЕЗДНОЙ ДОКУМЕНТ

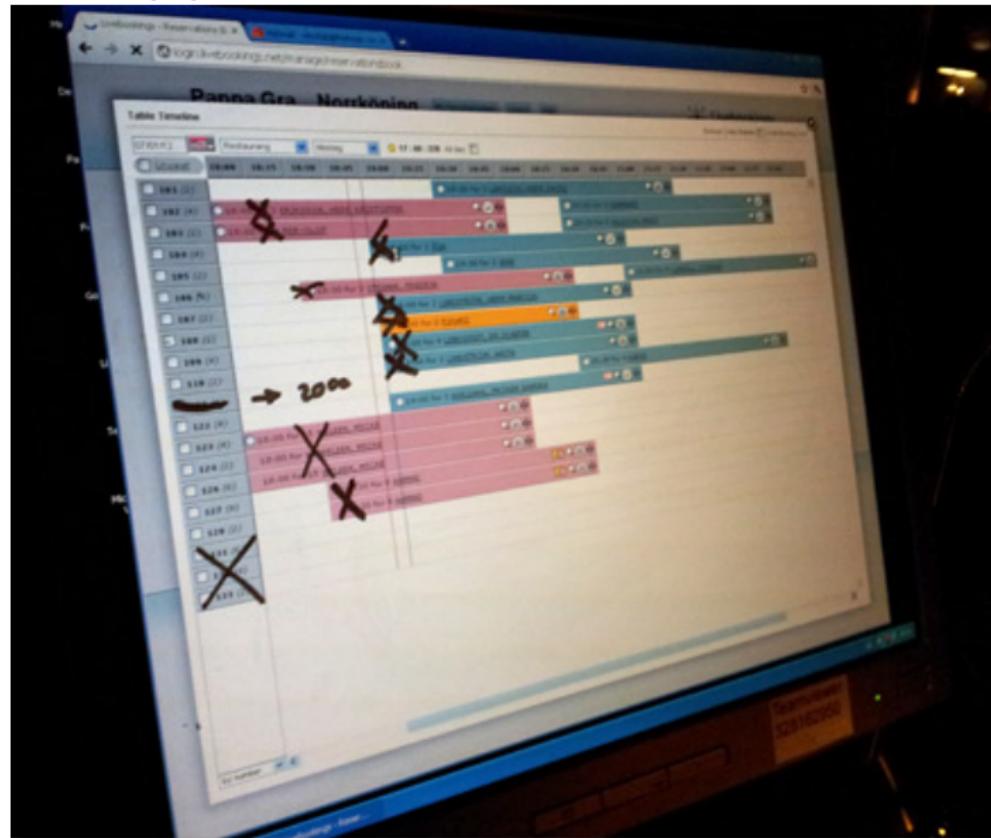
20070072472741



ПОЕЗД	ОТПРАВЛЕНИЕ			ВАГОН	ЦЕНА руб.	Кол-во человек	ВИД ДОКУМЕНТА контрольный купон ОАО "ФПК" 01 ИНН 7703709686
№ шифр	число	месяц	часы	мин.	№ тип	Билет	Плацкарта

001 66 15.09 22.25 04 л 006031.1 002272.2 01 ПОЛНЫЙ И  
МОСКВА БЕЛ-МИНСК ПАСС (2000006-2100001) ФИРМ КЛ.ОБСЛ.16  
МЕСТА 001 ТЕСТ 64  
И\*247274 РЧХ 41 0004875 260814 1612 ММ097М20/282/20-9892/21-5856  
ПНЧ500123450/ИВАНОВ-ИВАН-ИВАНОВИЧ/01011999/RUS/M  
W-V303. З РУБ 41 ЭЛ.ДОК.76492878194163/1 260814 ММ097М20  
ПРИБЫТИЕ ПОЕЗДОМ 001 6 16.09 В 07.25  
ВРЕМЯ ОТПР МОСКОВСКОЕ, ПРИБ - МЕСТНОЕ, СТАНЦИИ СНГ

# Плохие интерфейсы





Спидометр в Мини Купере БМВ



Скотт Келли на МКС в очках дополненной реальности Microsoft HoloLens

Новые технологии требуют новых интерфейсов

Вас ставят в тупик сообщения в диалоговых окнах с кнопками OK,  
Отмена или Да, Нет, Отмена?

Вас ставят в тупик сообщения в диалоговых окнах с кнопками OK,  
Отмена или Да, Нет, Отмена?

Или же Вы закрываете большинство таких окон сразу, даже не  
прочитав содержимое?

Вас ставят в тупик сообщения в диалоговых окнах с кнопками OK,  
Отмена или Да, Нет, Отмена?

Или же Вы закрываете большинство таких окон сразу, даже не  
прочитав содержимое?

Вы когда-нибудь тратили кучу времени чтобы найти нужный раздел  
или ответ на свой вопрос на конкретном сайте?

Вас ставят в тупик сообщения в диалоговых окнах с кнопками OK,  
Отмена или Да, Нет, Отмена?

Или же Вы закрываете большинство таких окон сразу, даже не  
прочитав содержимое?

Вы когда-нибудь тратили кучу времени чтобы найти нужный раздел  
или ответ на свой вопрос на конкретном сайте?

Вам приходилось тратить много времени на выполнение простейшей  
работы за компьютером?

Вас ставят в тупик сообщения в диалоговых окнах с кнопками ОК,  
Отмена или Да, Нет, Отмена?

Или же Вы закрываете большинство таких окон сразу, даже не  
прочитав содержимое?

Вы когда-нибудь тратили кучу времени чтобы найти нужный раздел  
или ответ на свой вопрос на конкретном сайте?

Вам приходилось тратить много времени на выполнение простейшей  
работы за компьютером?

Приходилось тратить кучу времени не на работу, а на то, чтобы её  
результаты в программе не выглядели неряшливо?

Сколько раз программа *сама помогала* Вам устраниТЬ Вашу  
(или свою) ошибку?

Сколько раз программа *сама помогала* Вам устраниТЬ Вашу  
(или свою) ошибку?

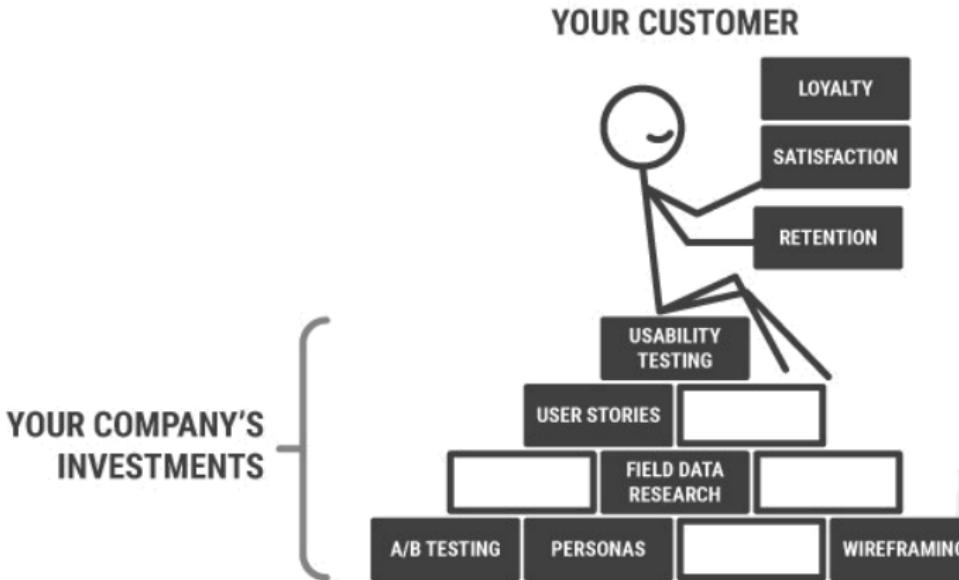
Вы помните много случаев когда программа была не  
инструментом, а *помощником*?

Сколько раз программа *сама помогала* Вам устраниТЬ Вашу  
(или свою) ошибку?

Вы помните много случаев когда программа была не  
инструментом, а *помощником*?

Программы Вас когда-нибудь раздражали?







Программы должны содействовать пользователю



Никогда влияние разного рода устройств на жизнь человека не было так велико. И это влияние растёт.

Тем важнее сделать взаимодействие человека и машины безопасным, комфортным и продуктивным<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>а продукты - конкурентоспособными

# Outline

Проблемы

Эргономика

Восприятие

Зрение

Слух

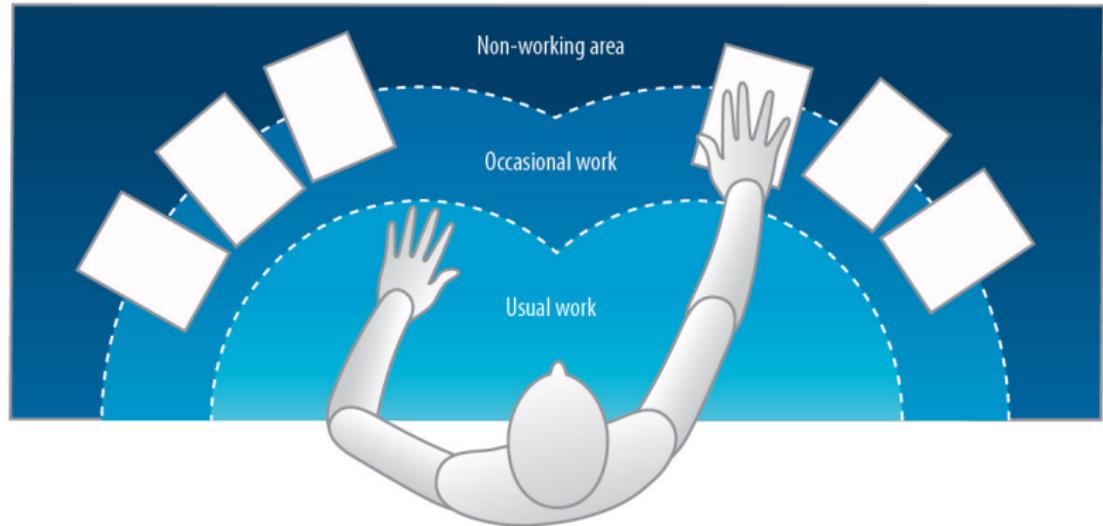
Когнитивная психология

# Эргономика

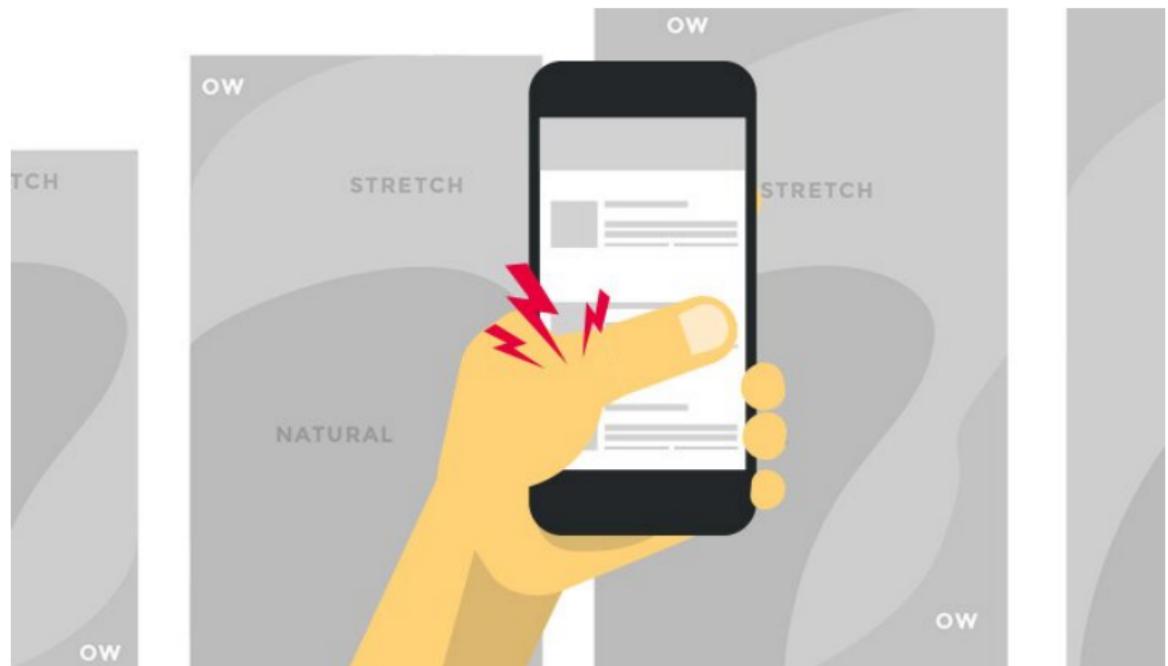
**Эргономика** - дисциплина, изучающая взаимодействие человека и других элементов системы, а также сфера деятельности по применению теории, принципов, данных и методов этой науки для обеспечения благополучия человека и оптимизации общей производительности системы.

**Эргономика** - совокупность свойств объекта или субъекта, соответствующее достижениям эргономики

# Эргономика



## Эргономика



# Эргономика



## Исследуемые параметры

- ▶ **Антropометрическая совместимость** — учёт размеров тела человека (антропометрии), возможности обзора внешнего пространства, положения оператора при работе.
- ▶ **Сенсомоторная совместимость** — учёт скорости моторных операций человека и его сенсорных реакций на различные виды раздражителей.
- ▶ **Энергетическая совместимость** — учёт силовых возможностей человека при определении усилий, прилагаемых к органам управления.
- ▶ **Психофизиологическая совместимость** — учёт реакции человека на цвет, цветовую гамму, частотный диапазон подаваемых сигналов, форму и другие эстетические параметры машины.

# Outline

Проблемы

Эргономика

Восприятие

Зрение

Слух

Когнитивная психология

## Ощущение, восприятие и представление

- ▶ **ощущение** - отражение отдельных чувственно воспринимаемых свойств предметов материального мира: цвета, формы, запаха, вкуса и т.д
- ▶ **восприятие** - целостный образ предмета (образ орудия преступления, места совершения преступления, конкретного человека)
- ▶ **представление** - сохранившийся в сознании чувственный образ предмета, который воспринимался раньше

## дифференциальный порог чувствительности

дифференциальный порог чувствительности (ДПЧ) или порог различия - минимальная разница между интенсивностью двух раздражителей, когда в ощущении они отражаются как различные

*Обычно при измерениях ДПЧ выбирается таким, что в 50% опытах человек смог определить различие в интенсивности раздражителя.*

## дифференциальный порог чувствительности

дифференциальный порог чувствительности (ДПЧ) или порог различия - минимальная разница между интенсивностью двух раздражителей, когда в ощущении они отражаются как различные

*Обычно при измерениях ДПЧ выбирается таким, что в 50% опытах человек смог определить различие в интенсивности раздражителя.*

ДПЧ должен быть величиной относительной или абсолютной?

дифференциальный порог чувствительности

дифференциальный порог чувствительности:

$$k = \frac{\Delta S}{S}$$

$\Delta S$  - изменение интенсивности раздражителя

$S$  - изменение интенсивность

## Закон Вебера — Фехнера

эмпирический психофизиологический закон<sup>2</sup>: интенсивность ощущения чего-либо прямо пропорциональна логарифму интенсивности раздражителя

сила ощущения:

$$p = k \ln \frac{S}{S_0}$$

$k$  - константа, зависящая от субъекта ощущения.

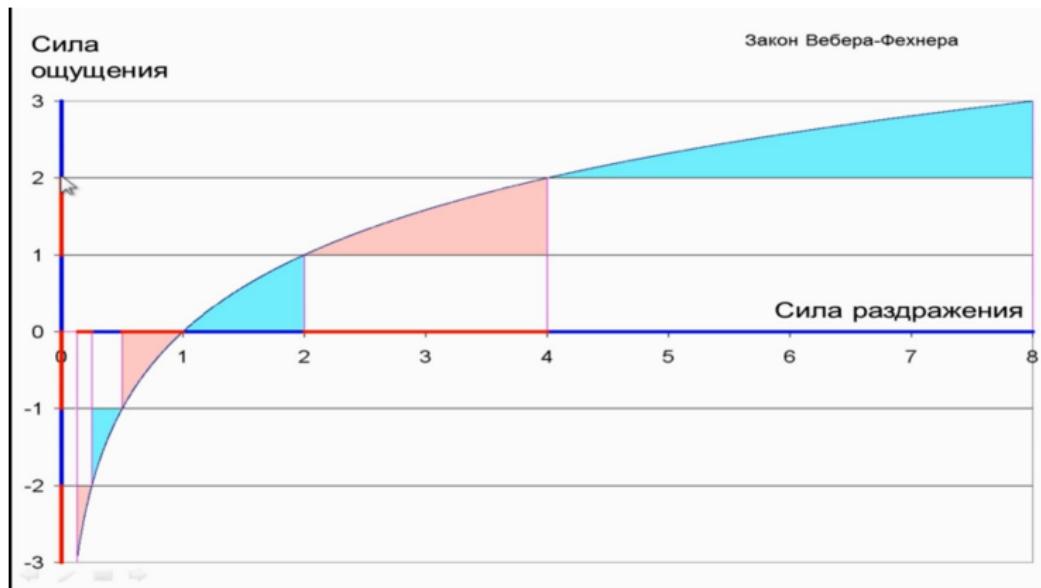
$S$  - значение интенсивности раздражителя;

$S_0$  - нижнее граничное значение интенсивности раздражителя;  
если  $S < S_0$ , раздражитель совсем не ощущается;

---

<sup>2</sup>справедлив для средних значений. см. также закон Стивенса

# Закон Вебера — Фехнера



[youtube.com/watch?v=99Lktlk9lmA](https://youtube.com/watch?v=99Lktlk9lmA) - VSauce: Счет

# Outline

Проблемы

Эргономика

Восприятие

Зрение

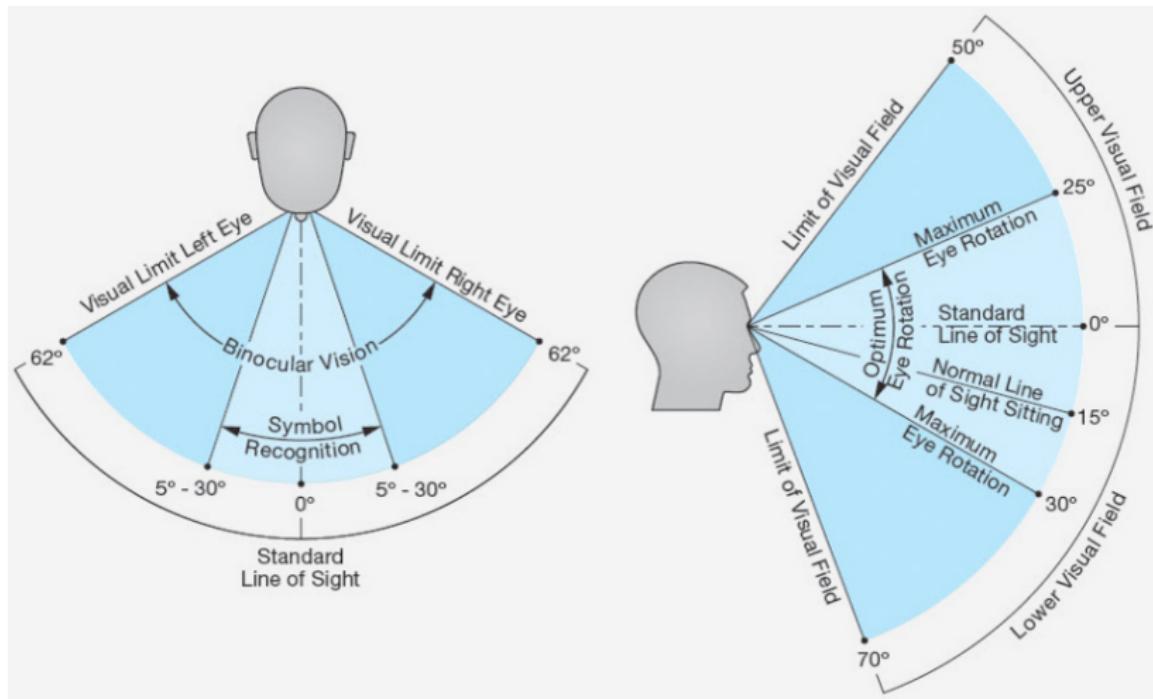
Слух

Когнитивная психология

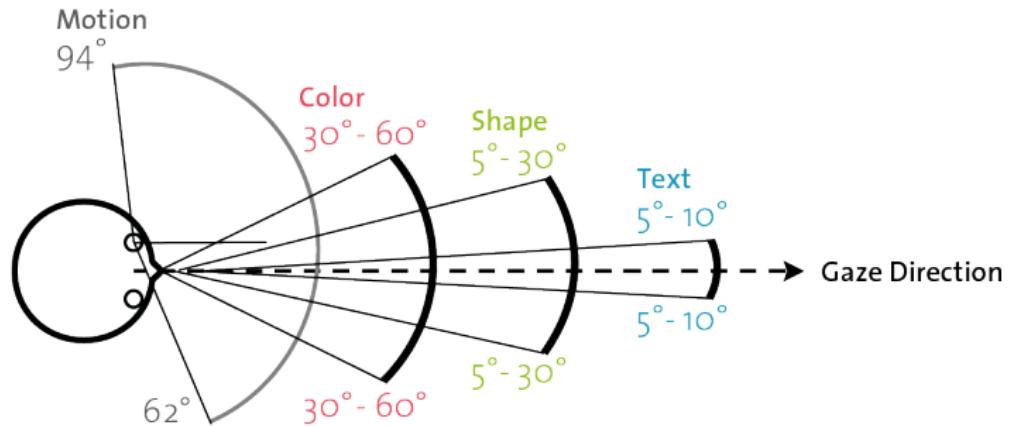
## Зрение

- ▶ Рефлекторная стабилизация изображения
- ▶ Неосознанное распознавание движения (сигнальная система и рефлексы)
- ▶ Быстрая автоматическая фокусировка на расстояниях от 10 см (молодые люди) — 50 см (большинство людей от 50 лет и старше) до бесконечности.
- ▶ Разрешение: 1—2' (около  $0,02^\circ$ — $0,03^\circ$ ), что соответствует 30—60 см на 1 км расстояния

# Зрение



# Зрение



# Контраст

Оптический контраст — различимость предмета наблюдения от окружающего его фона.

Восприятие контраста - самый важный фактор, которая даёт возможность распознавать объекты.

# Контраст

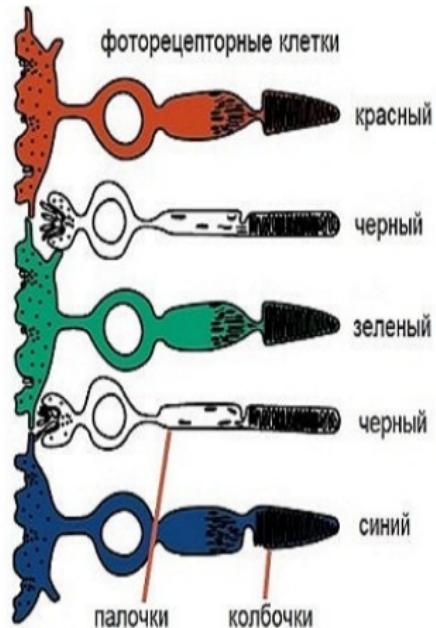
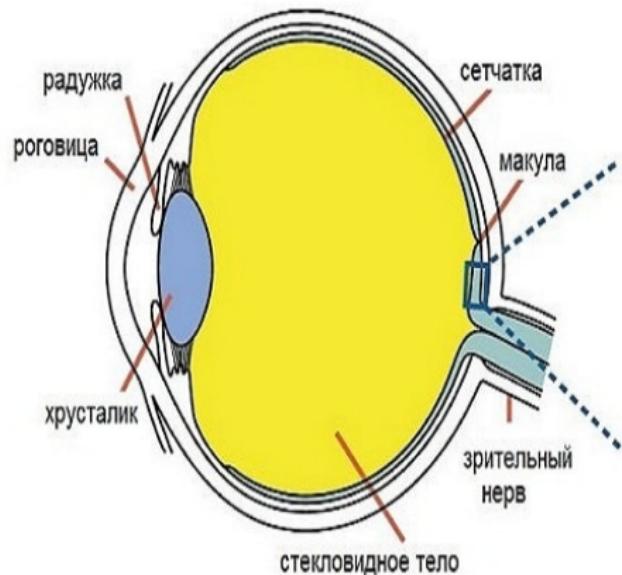
$$K = \frac{B_b - B_s}{B_b}$$

$B_s$  - яркость объекта

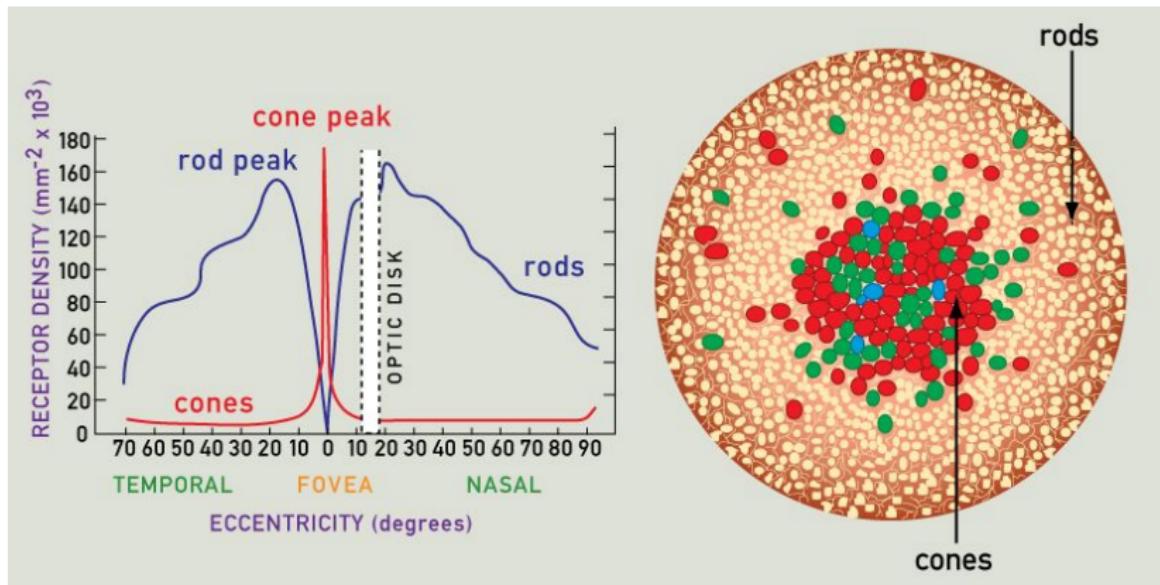
$B_b$  - яркость фона

Для светлого объекта на тёмном фоне яркость объекта и фона в формуле меняются местами.

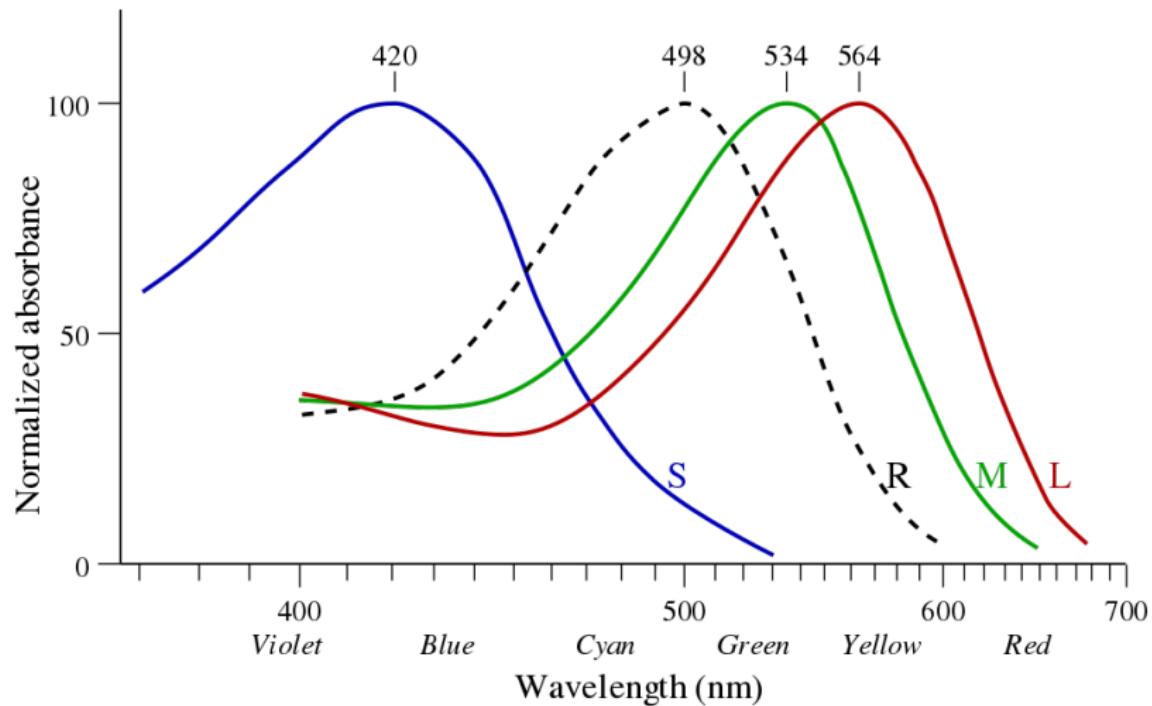
# Палочки и колбочки



# Палочки и колбочки. Распределение на сетчатке



# Восприятие цвета



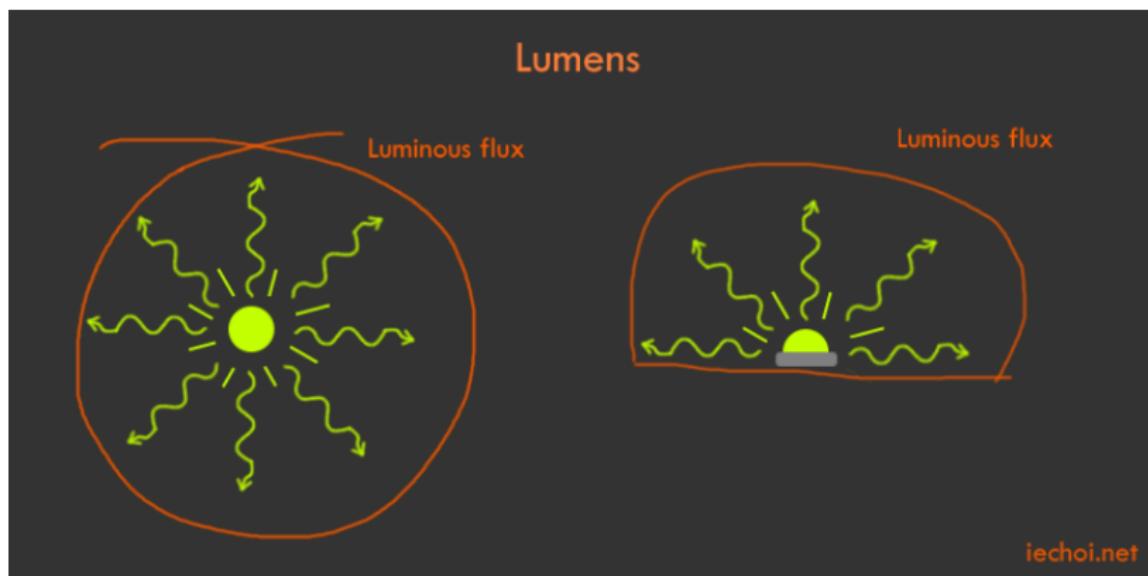
Пунктир - сумеречная восприимчивость

## Люмены, люксы и кандели

**Люмен** (русское обозначение: лм; международное: lm) — единица измерения светового потока.

$$1 \text{ лм} = 1 \text{ кд} \times \text{ср}$$

ср - стерадиан



## Люмены, люксы и кандэлы

Люмен - это то, как человеческий<sup>3</sup> глаз воспринимает<sup>4</sup> свет, а не какую энергию несёт световой поток.

---

<sup>3</sup>растения, фитопланктон и др. животные воспринимают свет иначе

<sup>4</sup>лучше всего на длине волны 555 нм

# Люмены, люксы и канделяры

## Smurt Blub ISB800

- \* Light Source: LED
- \* Watts: 9W
- \* Lumens: 800lm-850lm
- \* Socket: E27
- \* Voltage: 85V-264VAC
- \* Connectivity: WiFi 802.11 b/g/n (2.4GHz)
- \* Multiple Color / Dimmable
- \* Built-in WiFi / No Hub Required
- \* Free iView iHome APP Remote Control
- \* Group Control / Schedule Timers
- \* Works with **Alexa** and **Google Assistant**



## Lumen Calculator

Your Old Lamp	LED Replacement	Lumen Value
 100W	 16 - 20W	 1300 Lumens
 60W	 6 - 8W	 700 Lumens
 40W	 4 - 5W	 400 Lumens
 25W	 3W	 200 Lumens

Керосиновая лампа - 100 лм

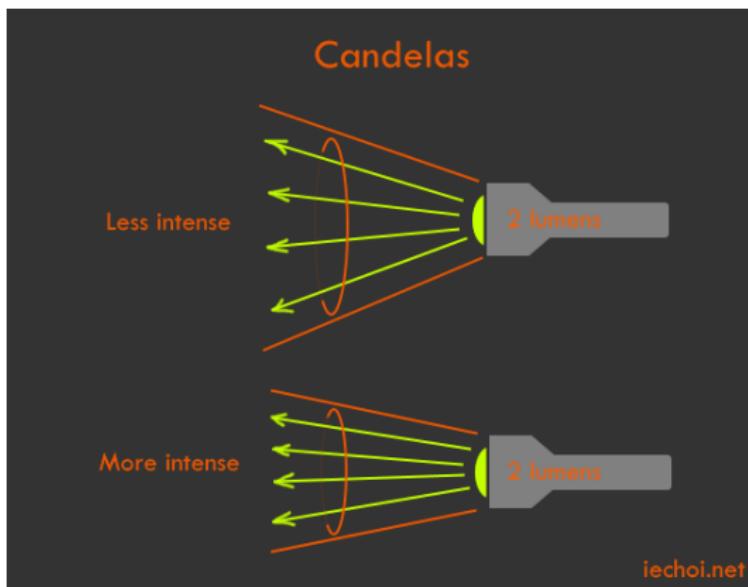
Солнце -  $3.63 \times 10^{28}$  лм

## Люмены, люксы и канделы

Кандела русское обозначение: кд; международное: cd) — единица силы света.

Кандела, в отличии от люмена учитывает то, насколько свет исходящий от источника "плотный".

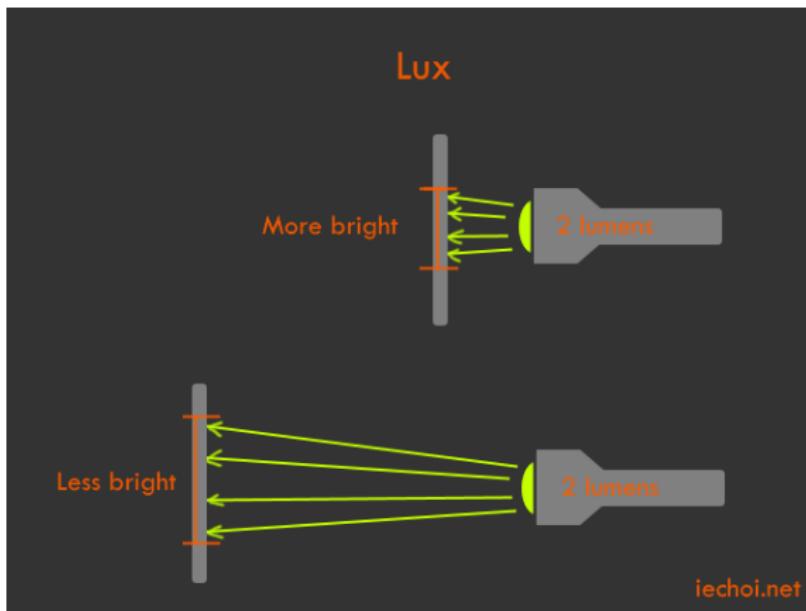
$$1 \text{ кд} = 1 \text{ лм} / 1 \text{ ср}$$



## Люмены, люксы и кандели

**Люкс** (русское обозначение: лк, международное обозначение: lx) — единица измерения освещённости.

$$1 \text{ лк} = 1 \text{ кд}/\text{м}^2$$



## Люмены, люксы и кандели

0,0003 лк - Безлунное звёздное небо

0,27 лк - Полнолуние в ясном небе

100 лк - Очень пасмурный день

**320-500 лк - Рабочий кабинет**

10-25 тыс. лк - Ясный солнечный день (в тени)

135 тыс. лк - Вне атмосферы на среднем расстоянии Земли от Солнца

неправильный уровень освещенности может вызывать головные боли, быструю утомляемость, нарушения зрения и другие неприятности

## Яркость источника света

**Яркость** (  $\text{кд}/\text{м}^2$  ) — отношение освещённости в точке плоскости, перпендикулярной направлению на источник, к элементарному телесному углу, в котором заключён поток, создающий эту освещённость:

## Зрение человека

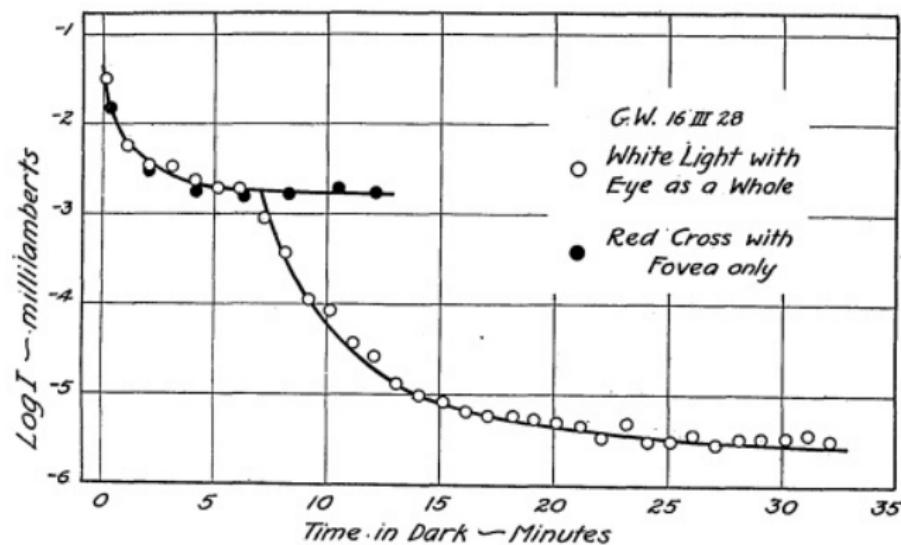
- ▶ Дневное зрение.  $> 10 \text{ кд}/\text{м}^2$
- ▶ Сумеречное зрение. От  $0,01$  до  $10 \text{ кд}/\text{м}^2$
- ▶ Ночное зрение.  $< 0,01 \text{ кд}/\text{м}^2$

$10^{-6} \text{ кд}/\text{м}^2$  - предел для человеческого зрения.

$> 175 \text{ кд}/\text{м}^2$  - тонкое различие цветов.

## Адаптация

Процесс темновой адаптации занимает несколько часов, и уже к концу первого часа чувствительность глаза увеличивается в  $10^4$  -  $10^5$  раз.



Световая адаптация происходит значительно быстрее и занимает при средних яркостях 1-3 минуты.

OLED дисплеи имеют яркость от нескольких кд/м<sup>2</sup> (для ночной работы) до очень высоких яркостей — свыше 100 000 кд/м<sup>2</sup>.

Стандартная яркость дисплея Iphone X  
(заявленная)≈ 625кд/м<sup>2</sup>

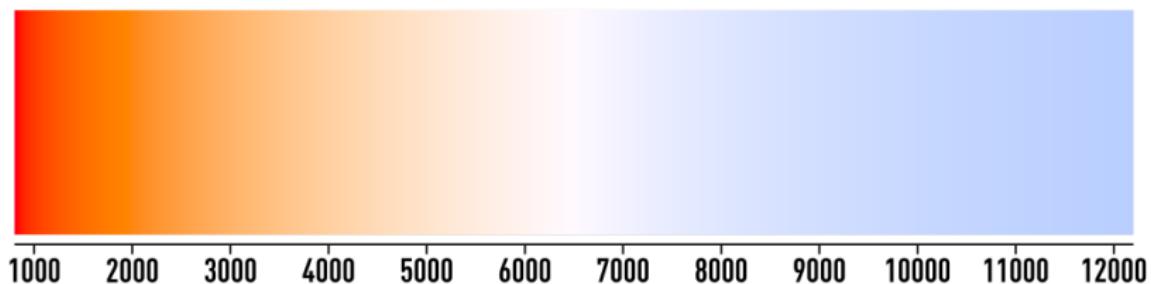
Стандартная яркость дисплея Samsung Galaxy S8 (измеренная)  
≈ 440кд/м<sup>2</sup>

Яркость дисплея Xiaomi Mi Band 3 - ???

см. также wiki: Orders of magnitude (luminance)

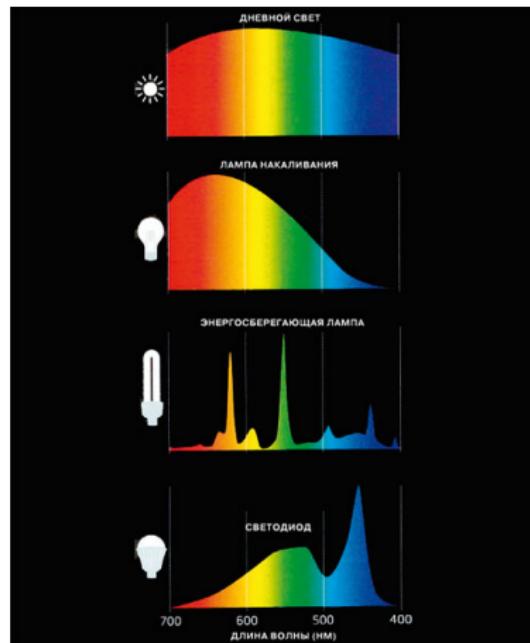
## Цветовая температура

Цветовая температура - температура абсолютно чёрного тела, при которой оно испускает излучение того же цветового тона, что и рассматриваемое излучение.

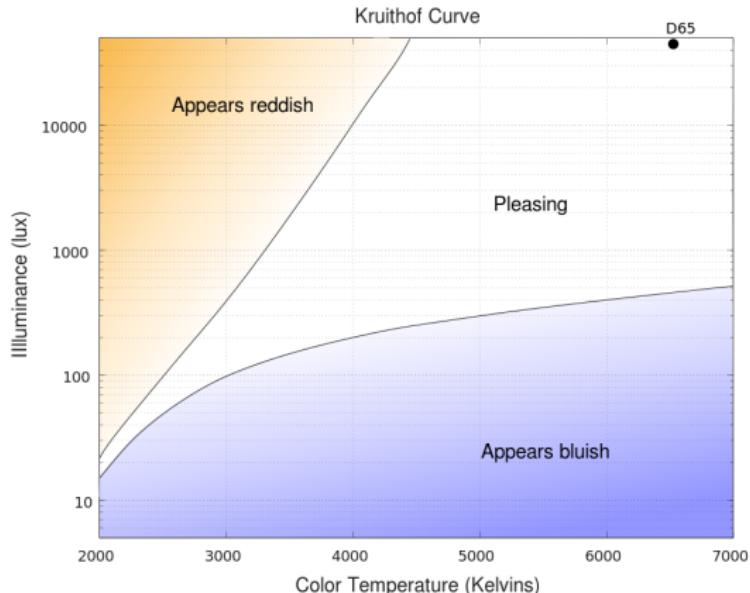


# Цветовая температура

Цветовая температура источника цвета зависит от того, какая длина волны преобладает в его спектре.



# Цветовая температура и освещённость



белая область - соотношение яркости и цветовой температуры  
комфортные для человека

## Цвет и циркадные ритмы

Синий и голубой цвет подавляют выработку мелатонина, который регулирует циркадные ритмы человека<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup><https://www.wikiwand.com/en/Melatonin>

# Цвет и циркадные ритмы



Кабина Boeing 737

## Цвет и циркадные ритмы



## Кабина Airbus 320

## Цвет и циркадные ритмы



Кабина космического корабля Союз ТМА

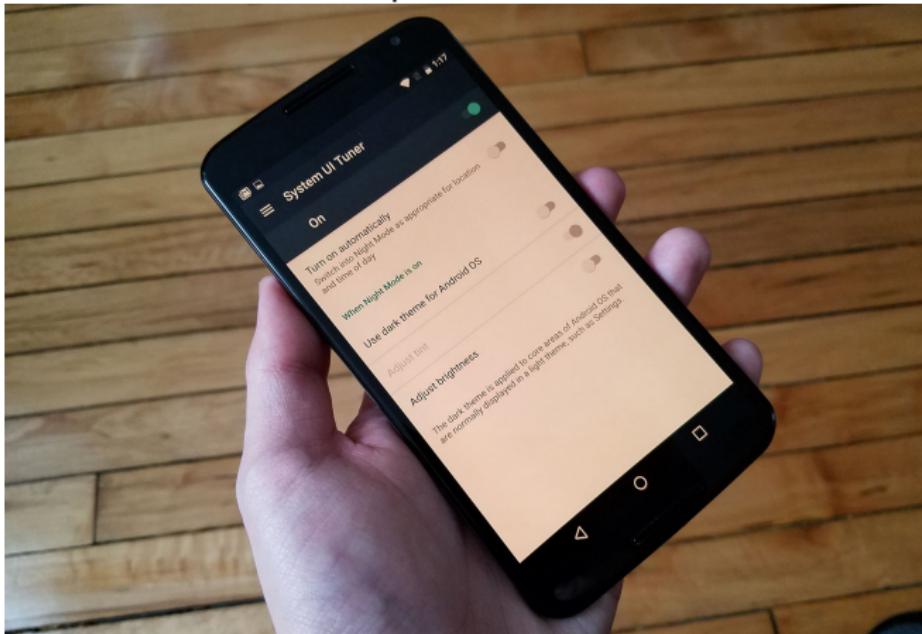
# Цвет и циркадные ритмы



BMW. 1980 г.

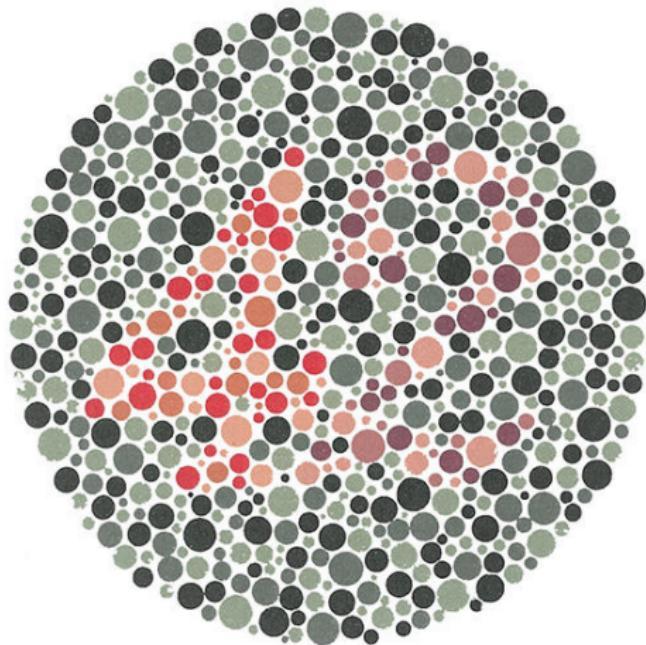
# Цвет и циркадные ритмы

## Ночной режим в Android



f.lux - программа регулирующая цветовую температуру экрана

## Дальтонизм



<https://meduza.io/cards/kak-vidyat-daltoniki> - Как видят дальтоники?

# Дальтонизм

## Нормальное зрение



## Дейтеранопия



## Тританопия



см. Остров дальтоников. Оливер Сакс

## Appearance & Behavior > Appearance

### UI Options

Theme: IntelliJ ▾

Adjust colors for red-green vision deficiency (protanopia, deutanopia) [How it works](#)

Override default fonts by (not recommended):

Name: Ubuntu



Size:

15



Cyclic scrolling in list

Show icons in quick navigation

Automatically position mouse cursor on default button

Hide navigation popups on focus loss

Drag-n-Drop with ALT pressed only

Настройка подсветки синтаксиса для людей с нарушениями восприятия цвета в PyCharm

```
@NonNls private static final String PROJECT_DEFAULT_PROFILE_NAME = "Project Default";

public DefaultProjectProfileManager(@NotNull final Project project,
                                     @NotNull ApplicationProfileManager applicationProfileManager,
                                     @NotNull DependencyValidationManager holder) {
    myProject = project;
    myHolder = holder;
    myApplicationProfileManager = applicationProfileManager;
}
```

The simulation below shows how the same code fragment will look for a person with green color blindness. All symbols are all the same color. The wavy error underline is lighter and less noticeable:

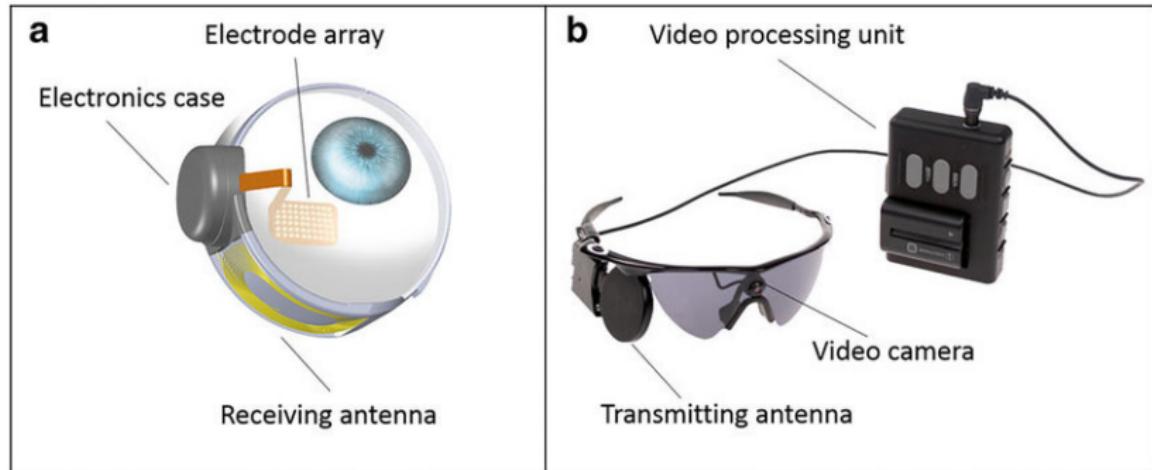
```
@NonNls private static final String PROJECT_DEFAULT_PROFILE_NAME = "Project Default";

public DefaultProjectProfileManager(@NotNull final Project project,
                                     @NotNull ApplicationProfileManager applicationProfileManager,
                                     @NotNull DependencyValidationManager holder) {
    myProject = project;
    myHolder = holder;
    myApplicationProfileManager = applicationProfileManager;
}
```

Симуляция нарушения зрения, в которой красный и зелёный плохо различимы

# Имплантаты

## Argus



habr: Бионический глаз — мифы и реальность

# Outline

Проблемы

Эргономика

Восприятие

Зрение

Слух

Когнитивная психология

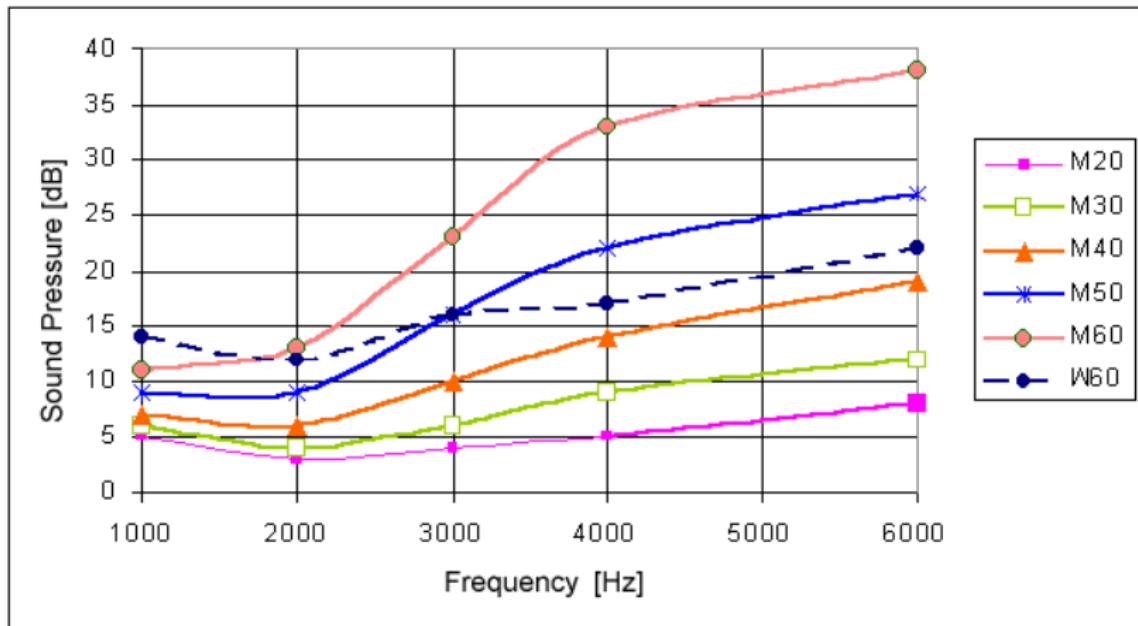
# Слух

Человек способен воспринимать:

- ▶ 16 Гц до 20 кГц при передаче колебаний по воздуху,
- ▶ до 220 кГц при передаче звука по костям черепа

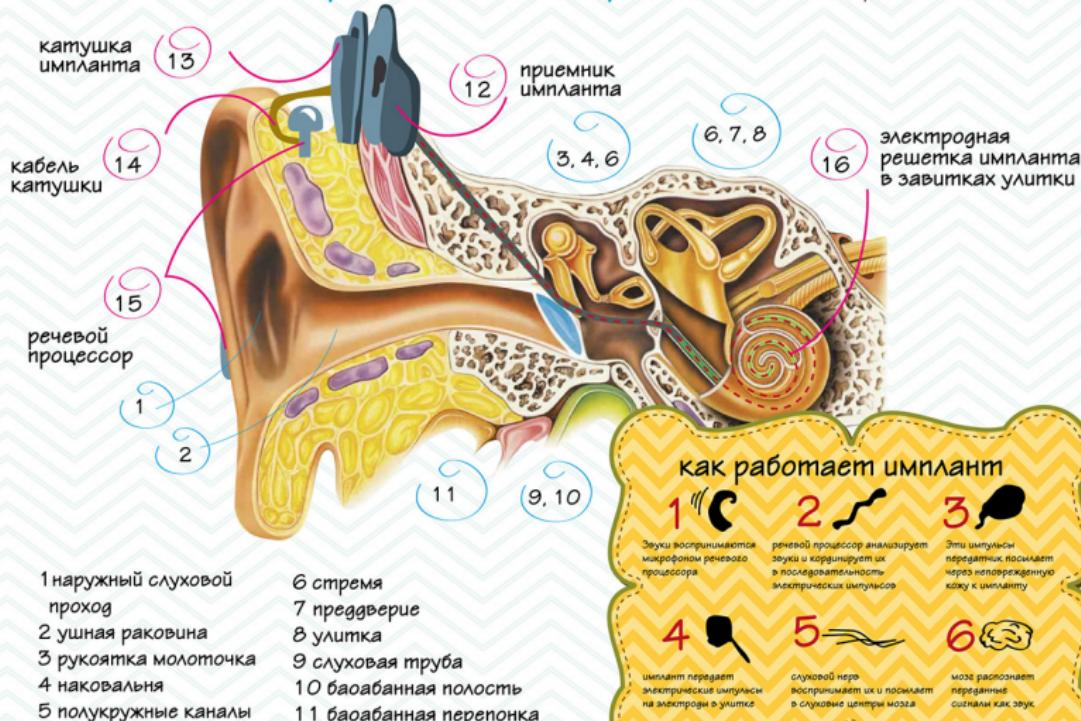
Диапазон частот, которые способен слышать человек, называется **слуховым или звуковым диапазоном**; более высокие частоты называются **ультразвуком**, а более низкие — **инфразвуком**.

## Порог слышимости



# Кохлеарный имплантат

## Как работает кохлеарный имплантат



# Кохлеарный имплантат



# Нарушение восприятия

Агнозия - нарушение различных видов восприятия (зрительного, слухового, тактильного) при сохранении чувствительности и сознания.

Прозопагнозия, или лицевая агнозия — это расстройство восприятия лица, при котором способность узнавать лица потеряна, но при этом способность узнавать предметы в целом сохранена.

См. книгу Оливера Сакса "Человек, который принял жену за шляпу"

# Outline

Проблемы

Эргономика

Восприятие

Зрение

Слух

Когнитивная психология

# Когнитивная психология

Большую часть истории человечество имело дело с механическими машинами.

Однако последние десятилетия преобладают электронные машины, которые должны помочь решать ментальные задачи.

# Когнитивная психология

**Когнитивная психология** (когнетика) — раздел психологии, изучающий когнитивные, то есть познавательные процессы человеческой психики (память, внимание, чувства, мышление и т.д.)

см. также Список когнитивных искажений

## Внимание

Внимание можно считать ресурсом<sup>6</sup>.

Услуга, программа, сайт или устройство никогда не используются в идеальных условиях, когда им уделено всё внимание. Они конкурируют за внимание с другими задачами пользователя или потребителя.

---

<sup>6</sup>см. Ресурсную теорию внимания Д. Канемана

## Локус внимания

Внимание может быть только на чем-то одном.

Идея или предмет на котором сосредоточено внимание называют **локусом<sup>7</sup> внимания** (locus of attention).

Человек может выполнять несколько задач одновременно, но только одна будет локусом его внимания, то есть выполняться сознательно.

---

<sup>7</sup>Локус - место, область

## Локус внимания

Локус внимания  $\neq$  фокус внимания.

Мы можем целенаправленно сфокусировать наше внимание на каком-либо локусе.

Но содержание локуса внимания не всегда меняется сознательно.

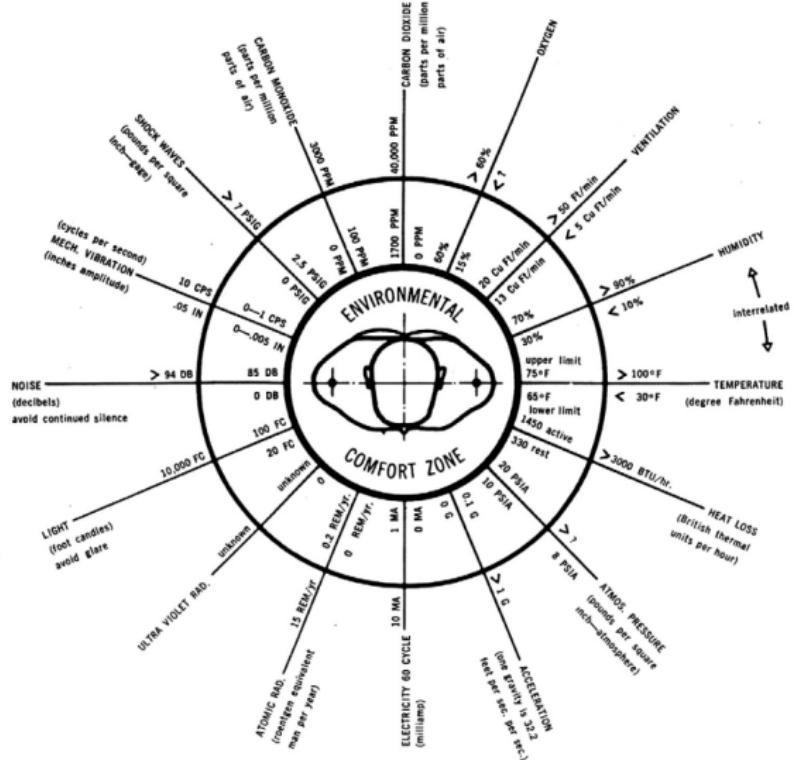
например, если вы слышите, как позади вас внезапно взорвалась петарда, ваше внимание будет направлено на источник звука.

## Ссылки и литература

- ▶ [habr.com/post/289494](https://habr.com/post/289494) - Конспект выходного дня: Миф о многозадачности
- ▶ <https://habr.com/company/sberbank/blog/352836/> - Почему интерфейс должен быть доступным для всех и как это сделать

# Ссылки и литература

- ▶ Henry Dreyfuss. The Measure of Man - (антропометрические диаграммы)



## Ссылки и литература. Дополнительно

- ▶ Дизайн-трилогия: Гельветика, Овеществление, Урбанизированный  
Helvetica (2007), Objectified (2009), Urbanized (2011)

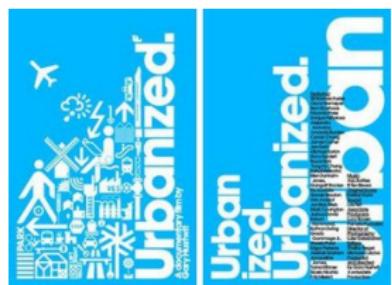
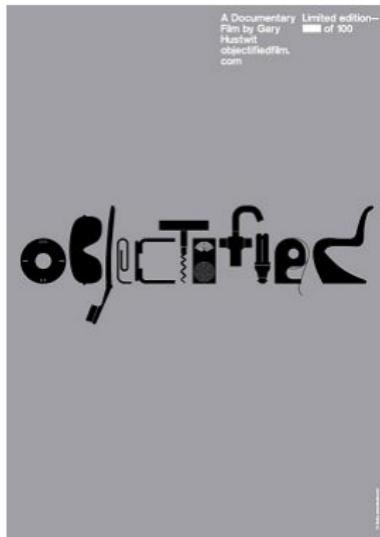
Meet the cast:

ABCD  
EFGHIJK  
LMNOP  
QRSTUV  
WXYZ

Now see the movie:

**Helvetica**

A documentary film by Gary Hustwit



## Ссылки и литература. Дополнительно

- ▶ настоящий дизайн и др. лекции о дизайне  
Макс Розенфельд. [youtube.com/watch?v=5qRBmqUpkBllist=PLPlZJYr72gdSyrEF\\_RM1f5wKtjogdV3th](https://youtube.com/watch?v=5qRBmqUpkBllist=PLPlZJYr72gdSyrEF_RM1f5wKtjogdV3th)

## Для вдохновения

- ▶ Фильм "Она"

