

# Affective Computing

Olga Perepelkina  
HSE, 2020

# Знакомство

- Курс – практически ориентированный, будут групповые презентации, практические задания, в конце – защита проектов (об этом чуть позже)
- О лекторе: Ольга Перепёлкина
  - e-mail: [o.perepelkina@neurodatalab.com](mailto:o.perepelkina@neurodatalab.com)
  - Telegram: <https://t.me/ptizzza>
- О студентах

# **Тема 1. Введение в Affective computing**

# План лекции

- Что такое Affective Computing?
- Эмоции – это хорошо или плохо?
- Искусственный интеллект и эмоции
- Структура и цели курса
- Примеры приложений в Affective Computing
- Введение в машинное обучение

# THE MOUNTAIN

THE MOUNTAIN  
is a magazine of  
the outdoors, the  
outdoor life, and  
outdoor sports.  
It is published  
monthly, \$1.00 per  
copy, \$12.00 per  
year.



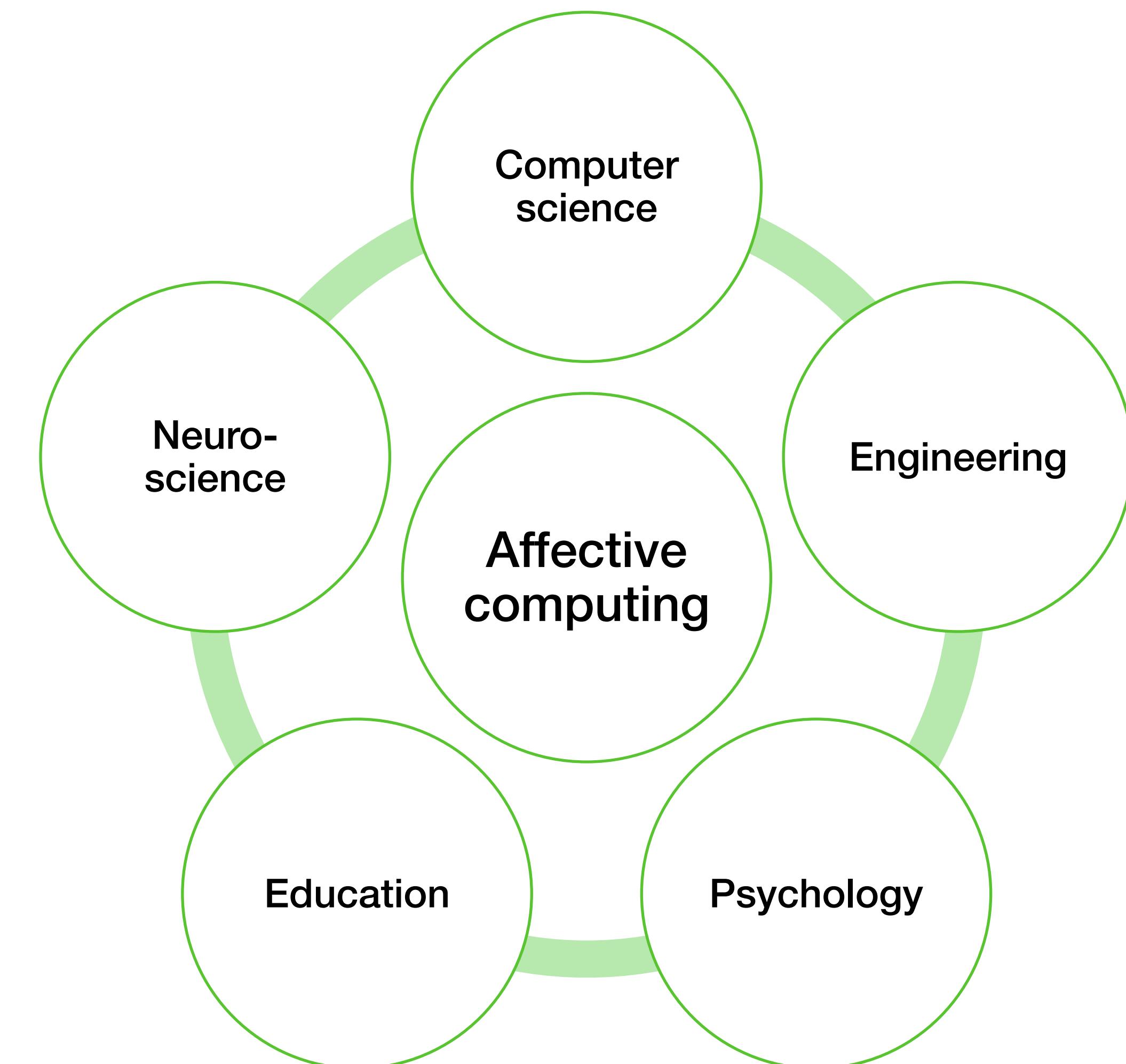
**Feel-O-Meter, 2011, Lindau, Germany**

# Что такое “Affect”

- В области “Affective computing” термин Affect относят к **эмоциям и связанным явлениям**:
  - Эмоции (например, злой, грустный, радостный)
  - Настроения (например, жизнерадостный, мрачный, раздражительный, подавленный)
  - Межличностные отношения (например, отдаленные, холодные, теплые, поддерживающие)
  - Предпочтения / отношения / чувства (например, симпатия, любовь, ненависть)
  - Личностные качества (например, тревожный, безрассудный, угрюмый)

# Что такое Affective Computing?

- Это междисциплинарная область исследований. Сюда входят компьютерные науки, нейронауки, психология, инженерные науки, медицинские науки, образование и другие.



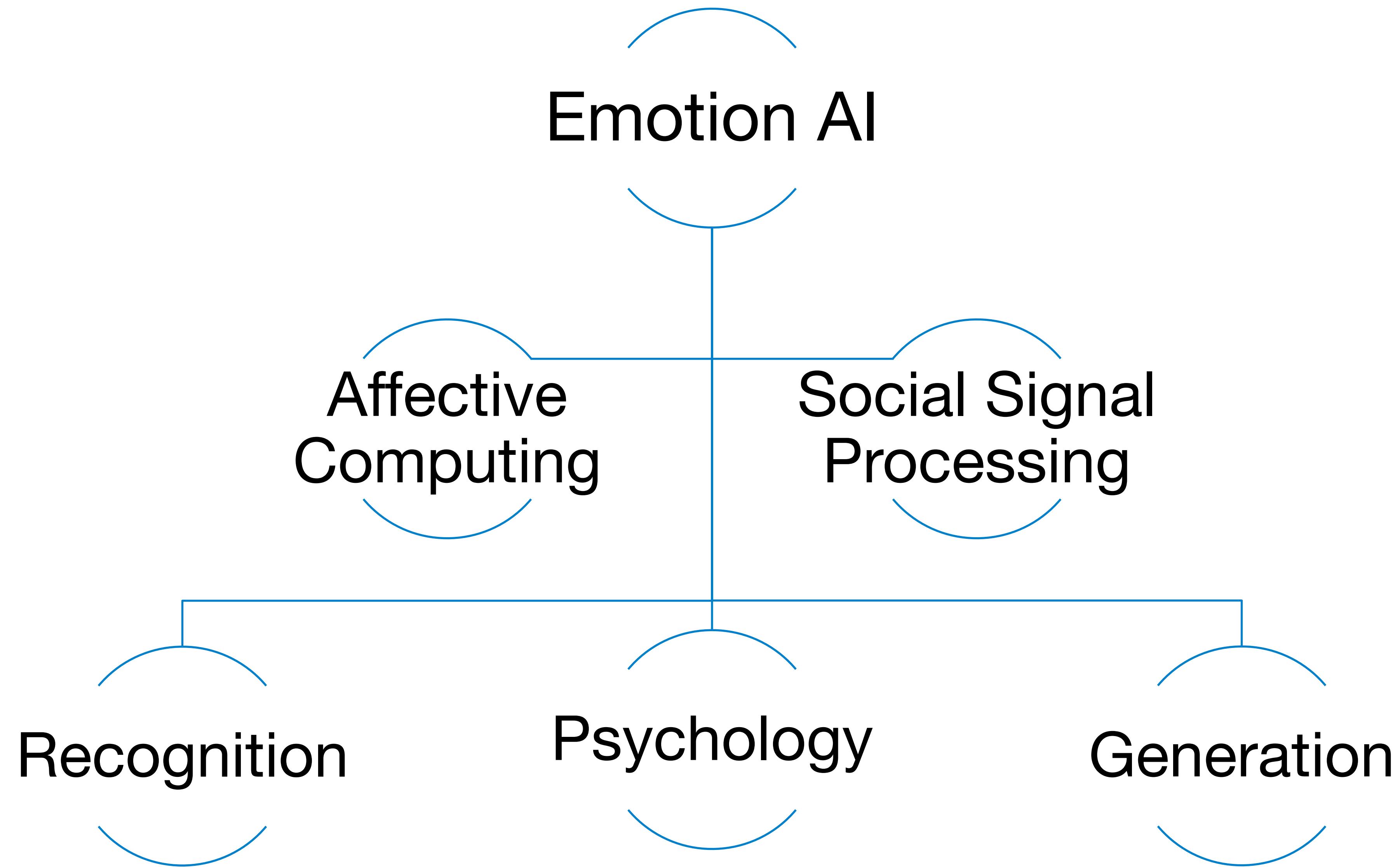
# Что такое Affective Computing?

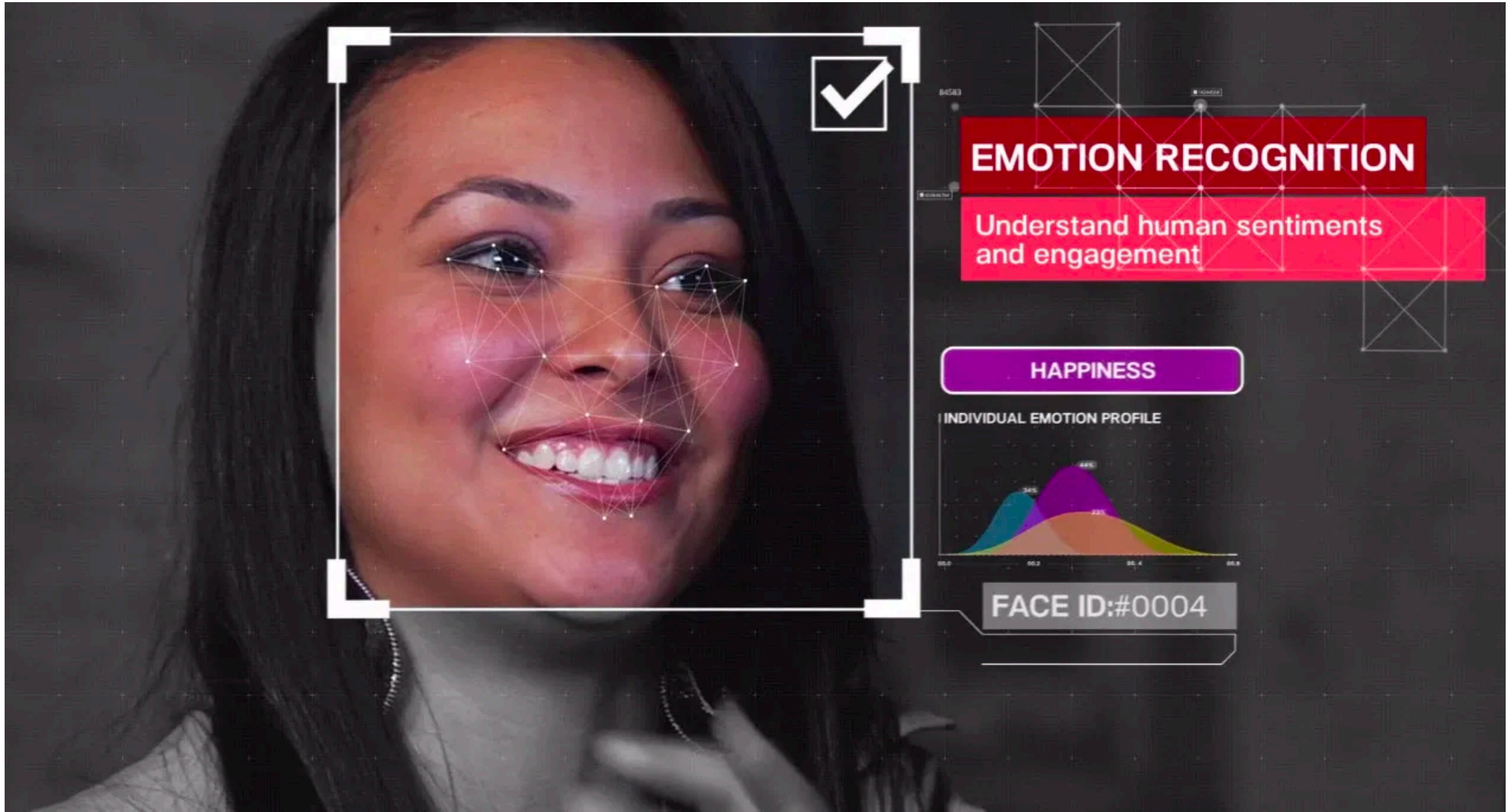
- Исследование и разработка **систем**, которые **распознают, интерпретируют и моделируют** “эмоции” (*affect*) человека, включая:
- Как “эмоции” влияют на взаимодействие человека с компьютером и человека с роботом (human-computer interaction, human-robot interaction)
- Как автоматическое восприятие “эмоций” помогает машинам понимать людей
- Как сделать компьютеры более человечными

# Что такое Affective Computing?

Охватывает следующие темы, но ими не ограничивается:

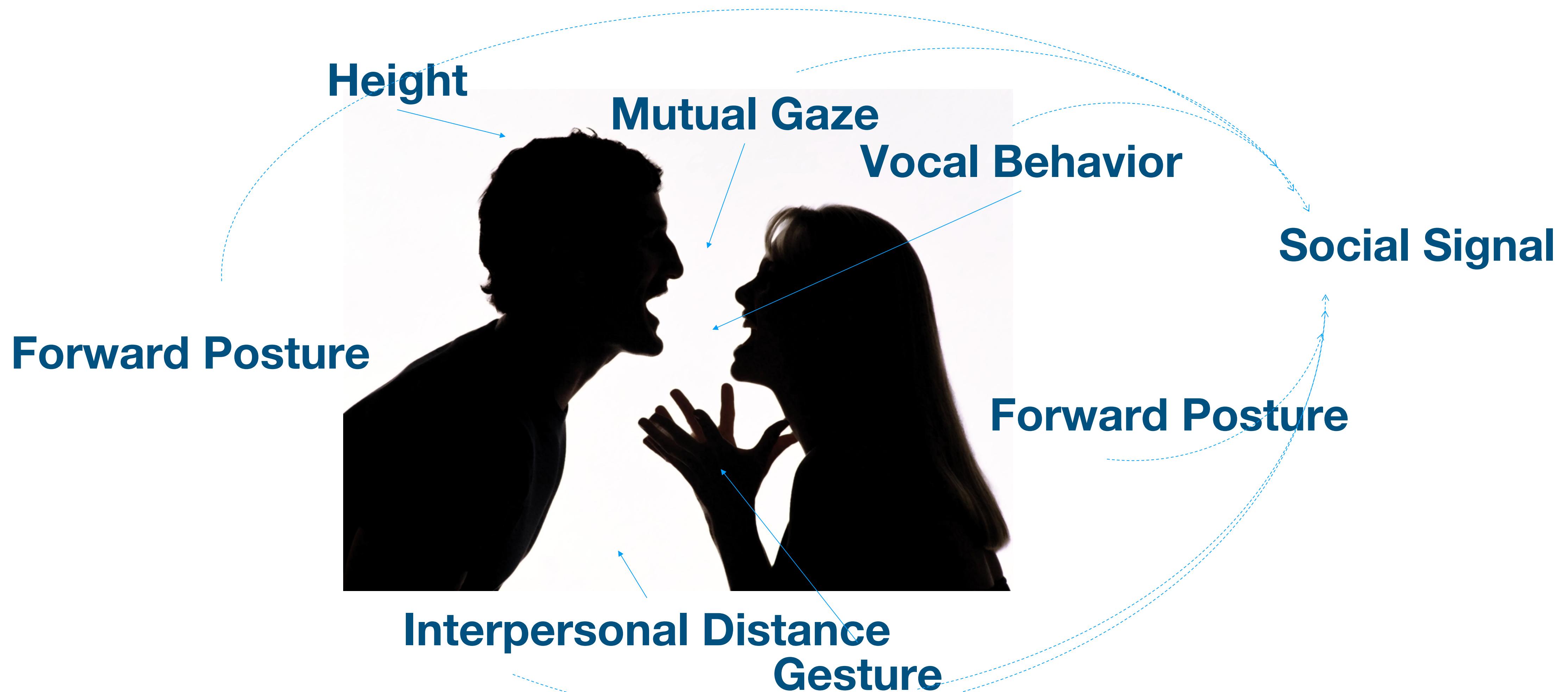
- Распознавание (восприятие) и анализ “эмоций” (например, распознавание выражений лица)
- Психология и исследование поведения в феноменах, касающихся affective computing
- Генерация поведения и взаимодействие с пользователем





# Social Signal Processing

Nonverbal behavior cues



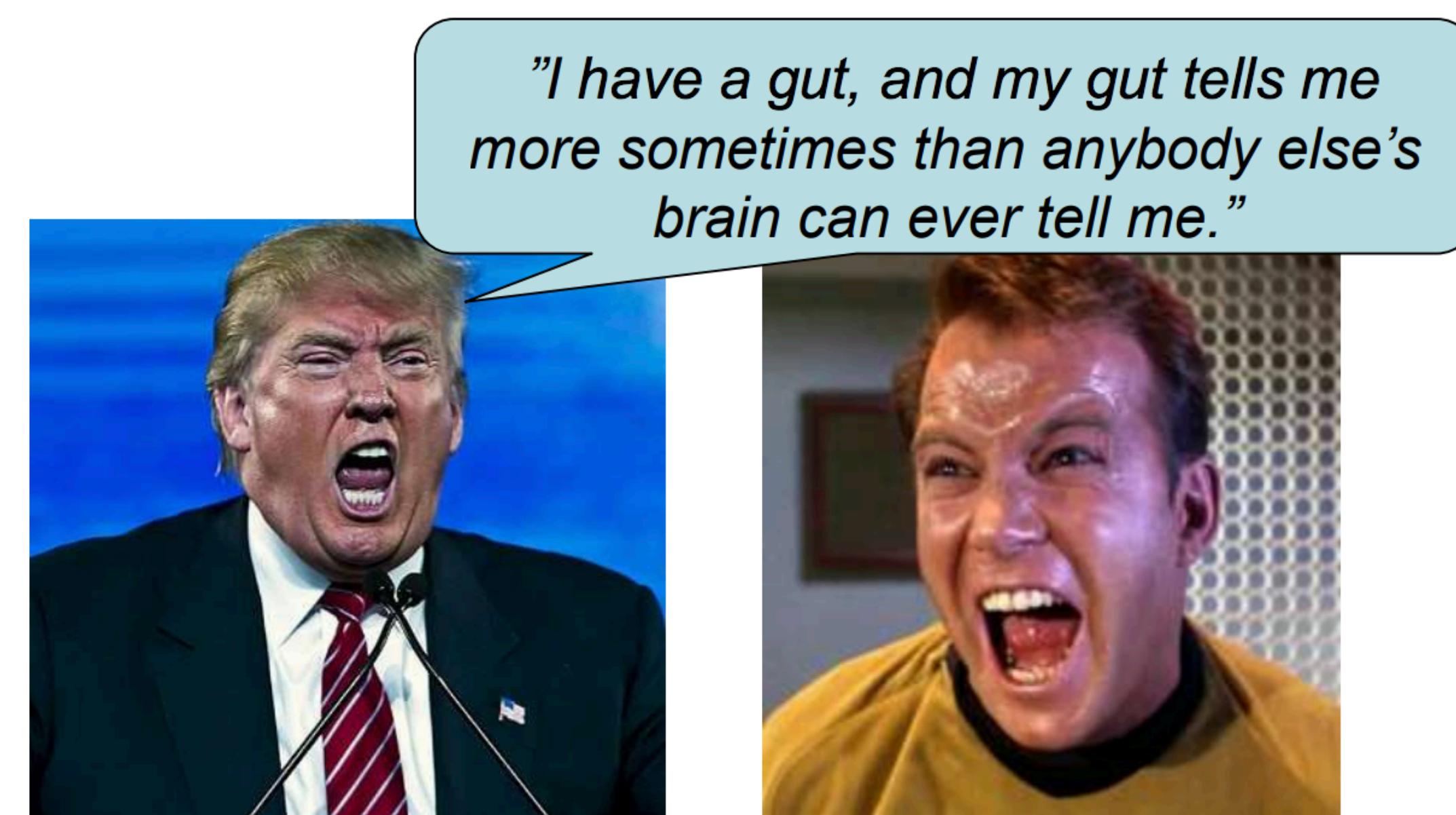
**Эмоции - это хорошо или плохо?  
(для компьютера)**

# Зачем мешать умным машинам, добавляя им эмоции?

- Affective computing предполагает, что искусственный эмоциональный интеллект принесет пользу машинам



Typical view of AI



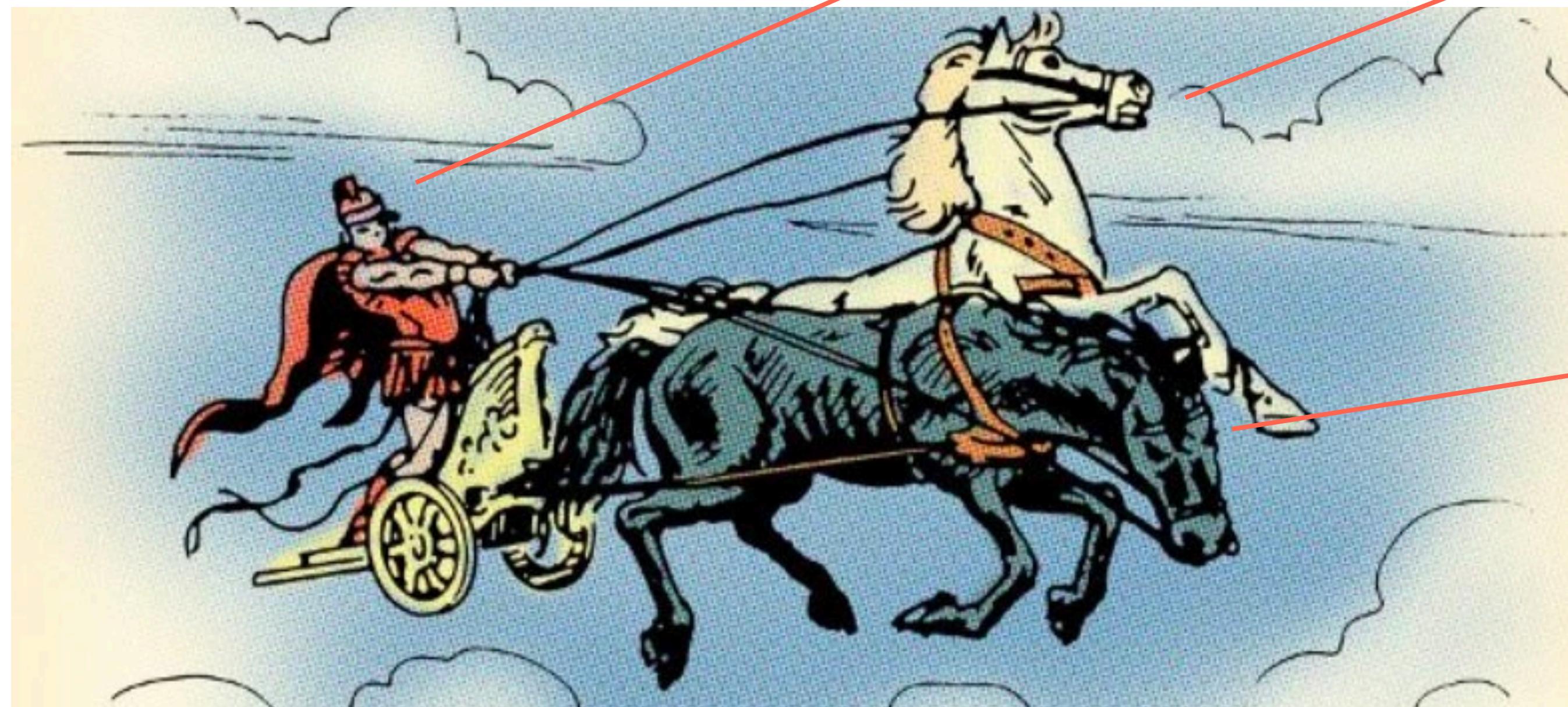
Who do you want  
making decisions?



Typical human

# Эмоции – это хорошо или плохо для человека?

- Старый спор...
- «Война» между эмоциями и разумом
- **Платон:** метафора колесницы



Разум

Моральные импульсы

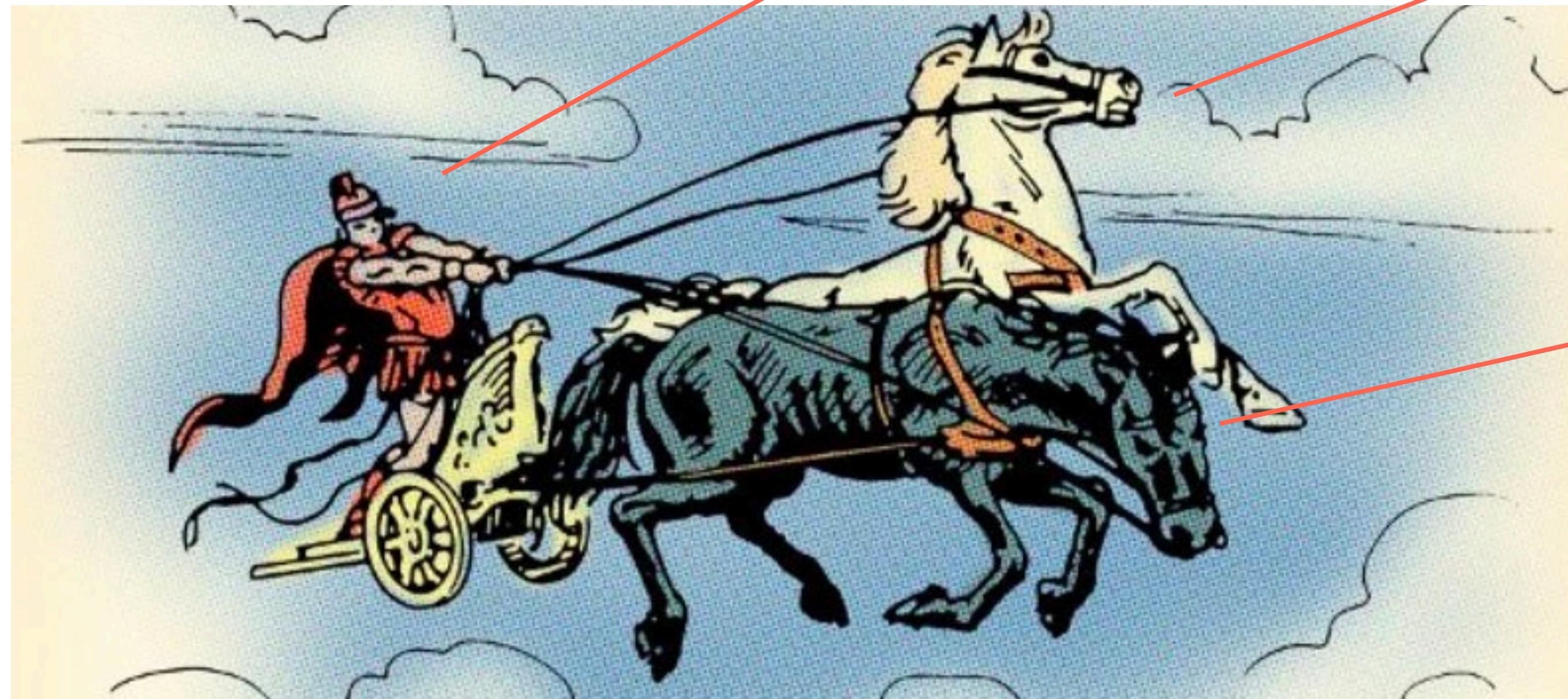
любитель чести, скромности и сдержанности; он не нуждается в прикосновении кнута, но руководствуется только словом и наставлением

Биологические импульсы

кривое неуклюжее животное... напарник наглости и гордости, лохматый и глухой, с трудом поддающийся кнуту и шпоре

# «Война» между эмоциями и разумом

- Фрейд: Ид, Эго, Супер-Эго



**EGO**

Посредник между Ид и реальным миром.  
Часть личности, которая отвечает за  
процесс принятия решений.

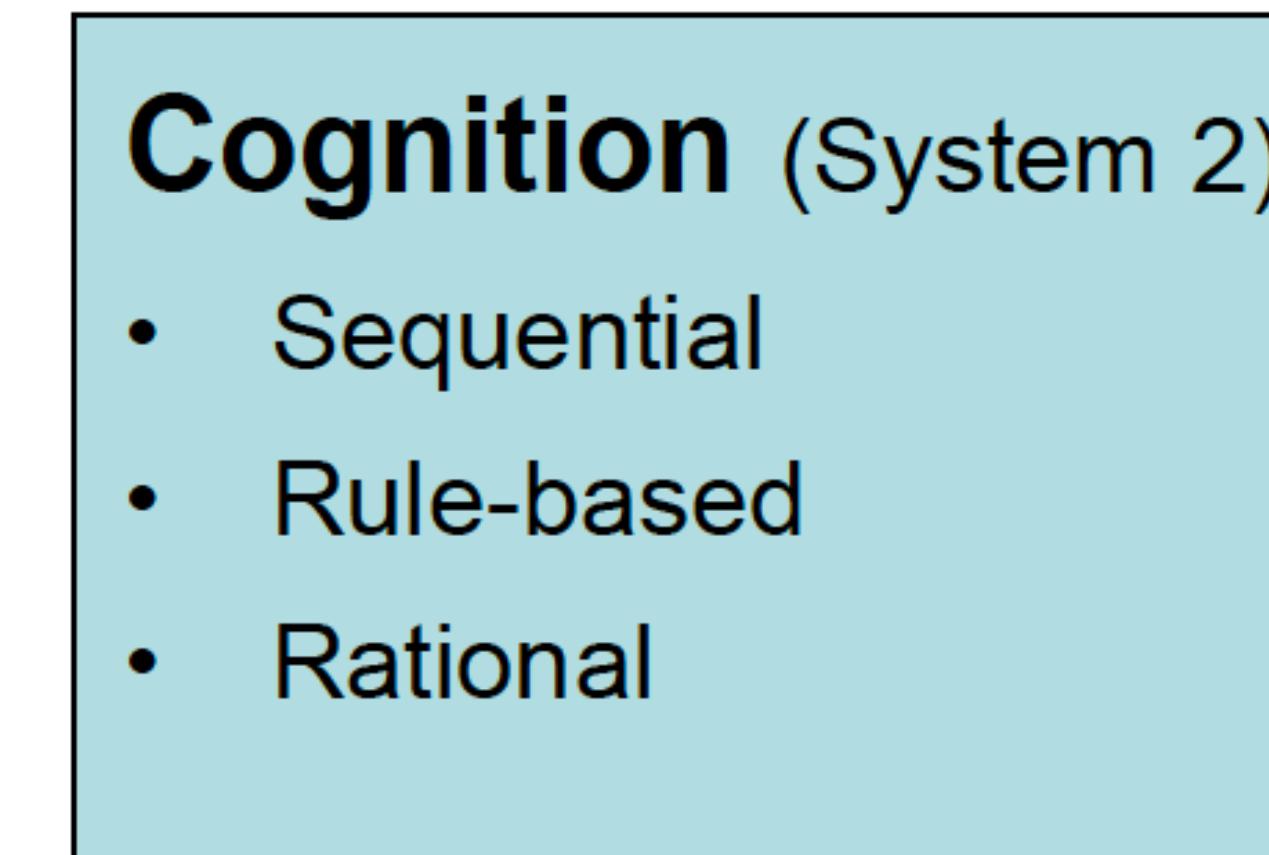
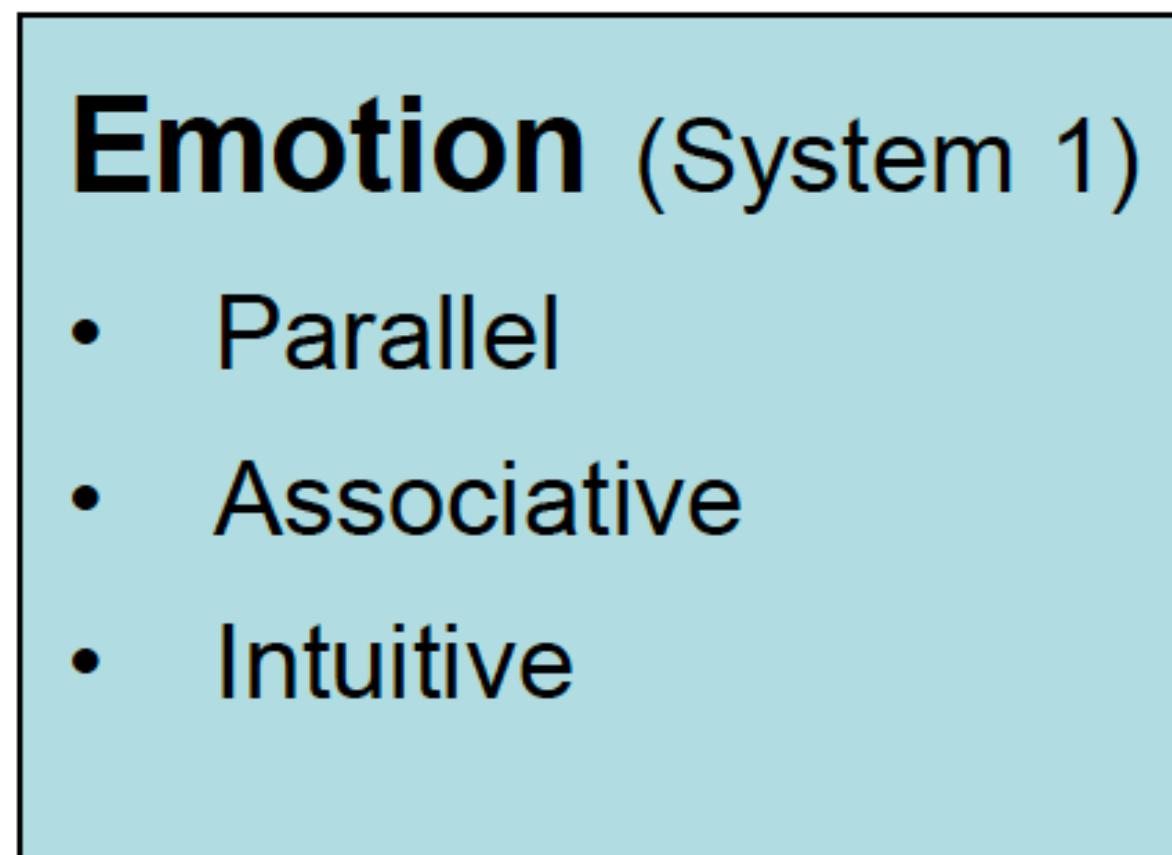
**Super-Ego**

Внутренний моральный компас. Включает  
в себя ценности и мораль общества,  
которые усваиваются от родителей и  
других людей

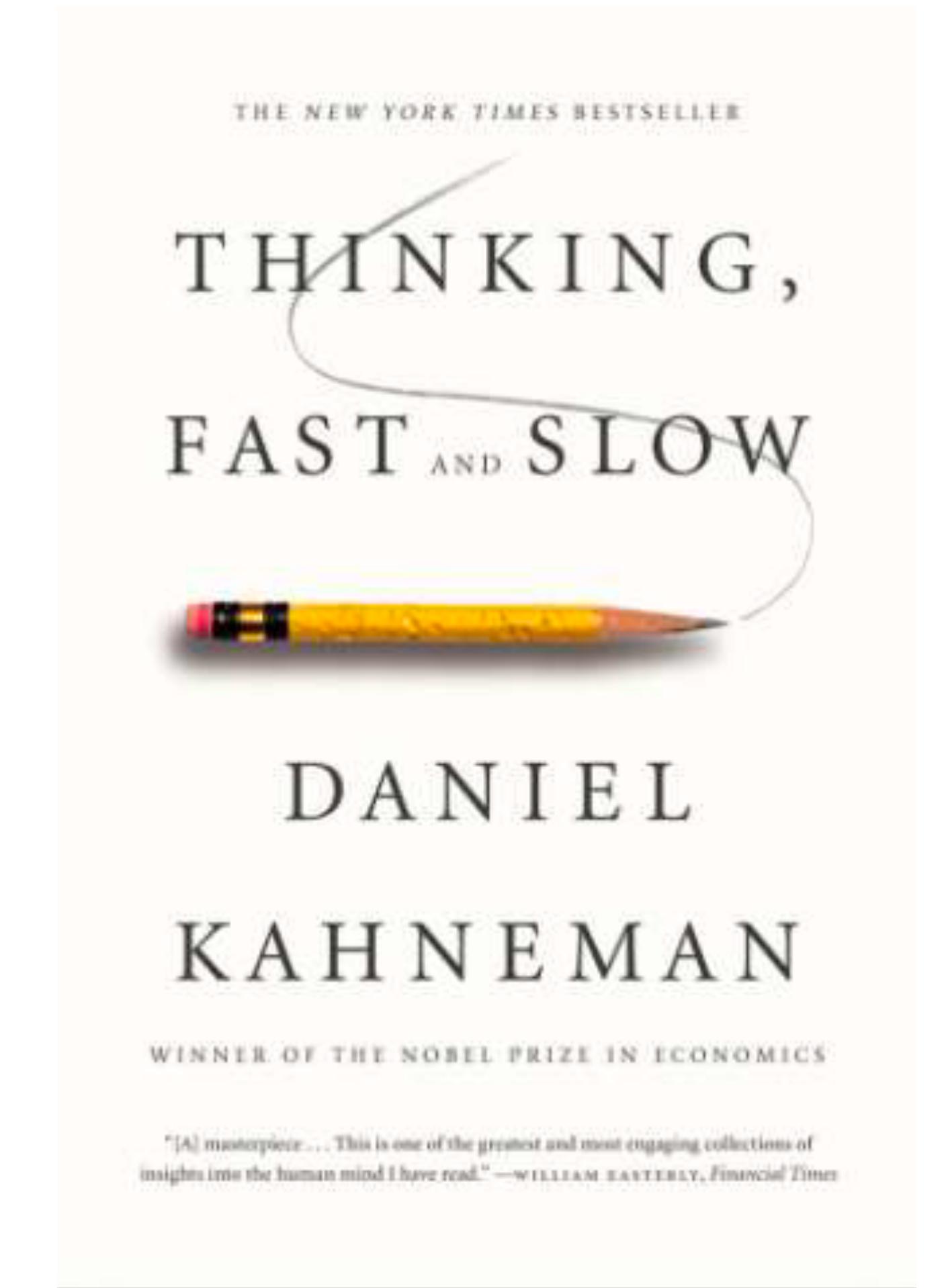
**Id**

Бессознательное. Примитивный  
инстинктивный компонент личности.

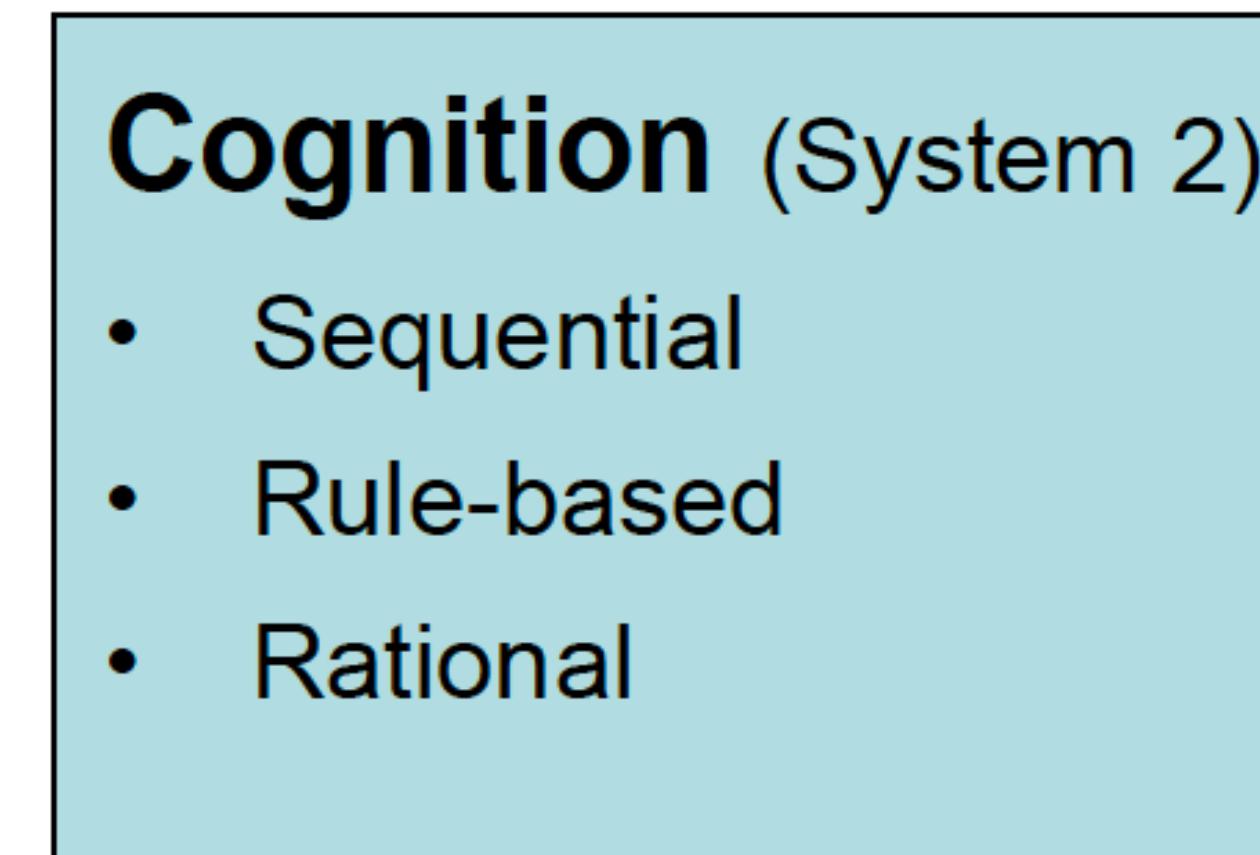
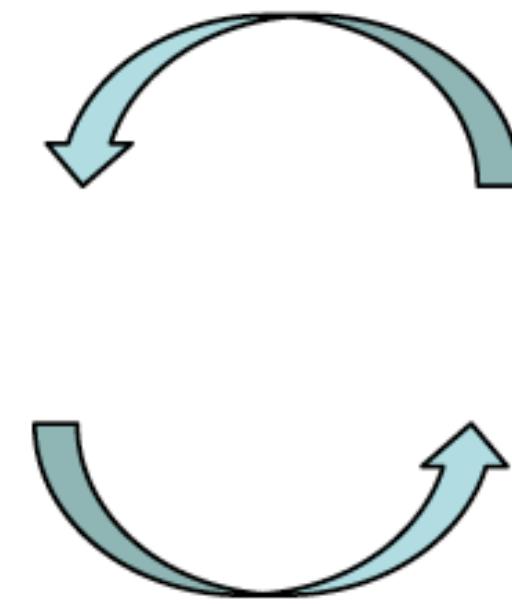
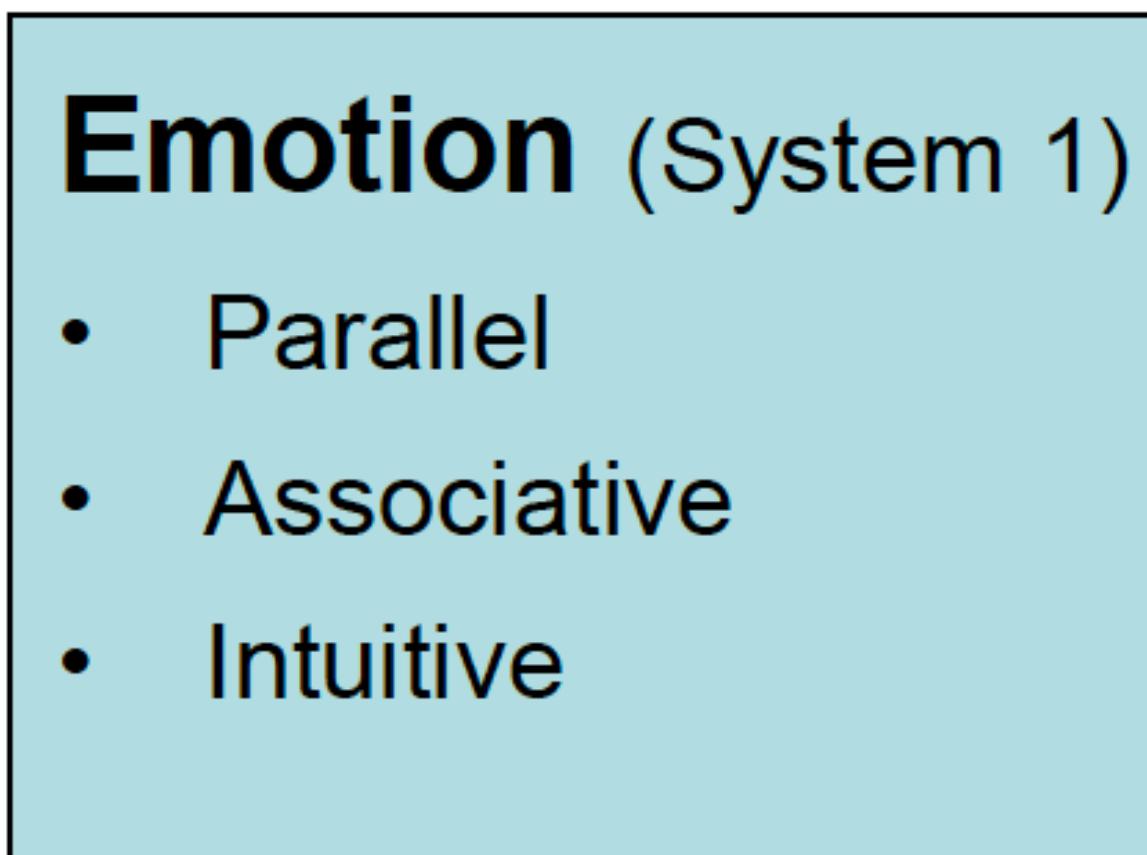
# Теория дуального процесса мышления



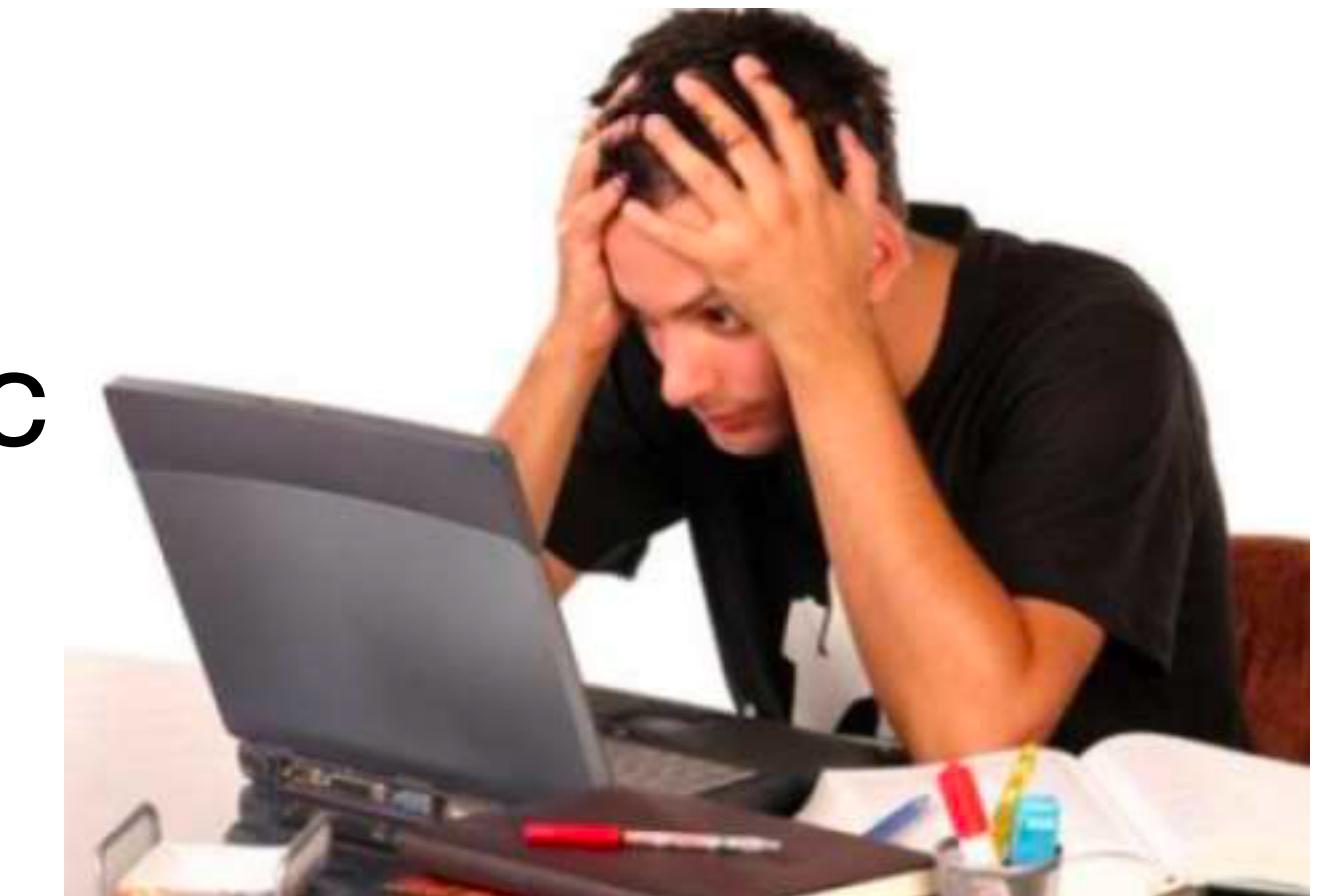
- Система 1: срабатывает автоматически и очень быстро, почти не требуя усилий и не давая ощущения намеренного контроля
- Система 2: выделяет внимание, необходимое для сознательных умственных усилий, в том числе для сложных вычислений
- Технологии могут влиять на эти системы (Affective Computing)



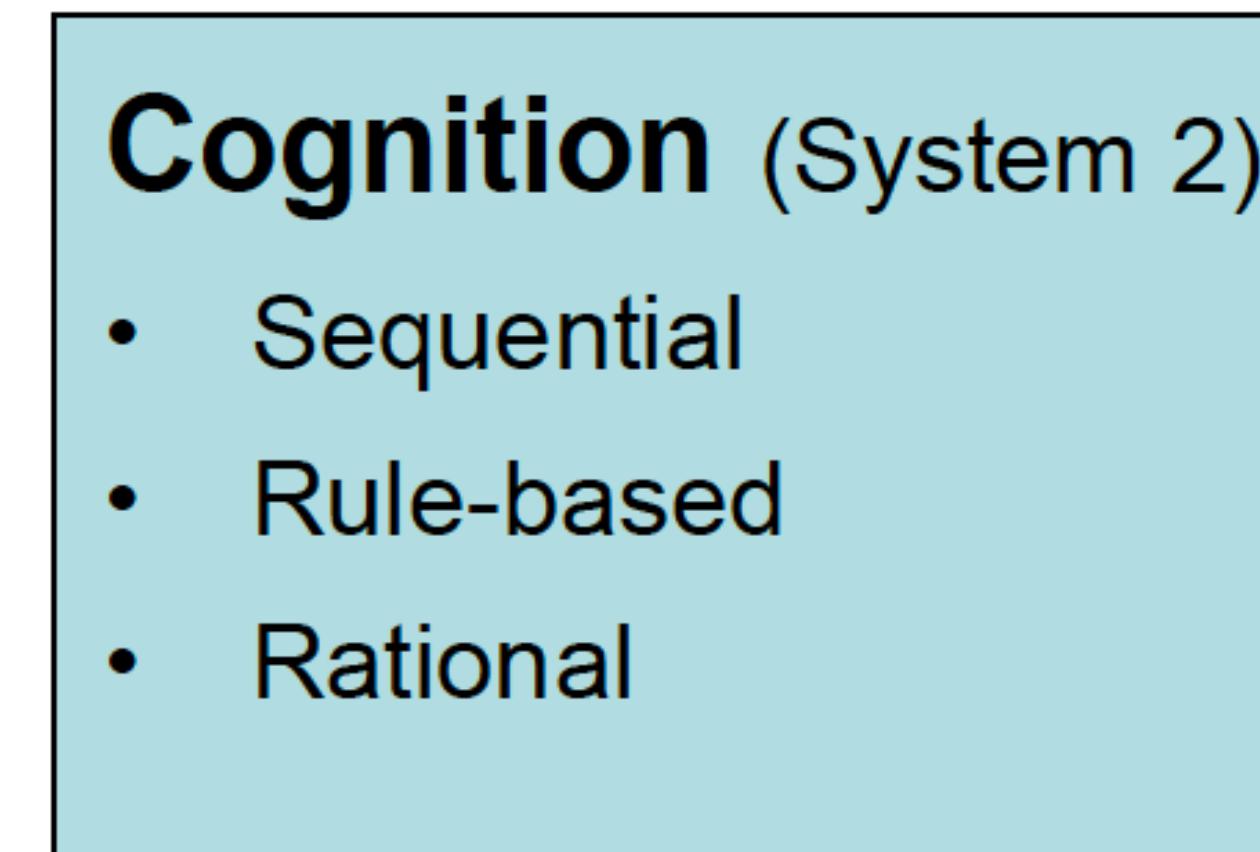
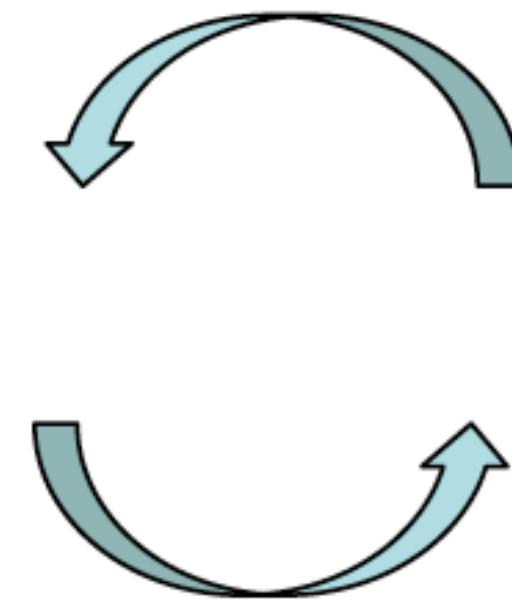
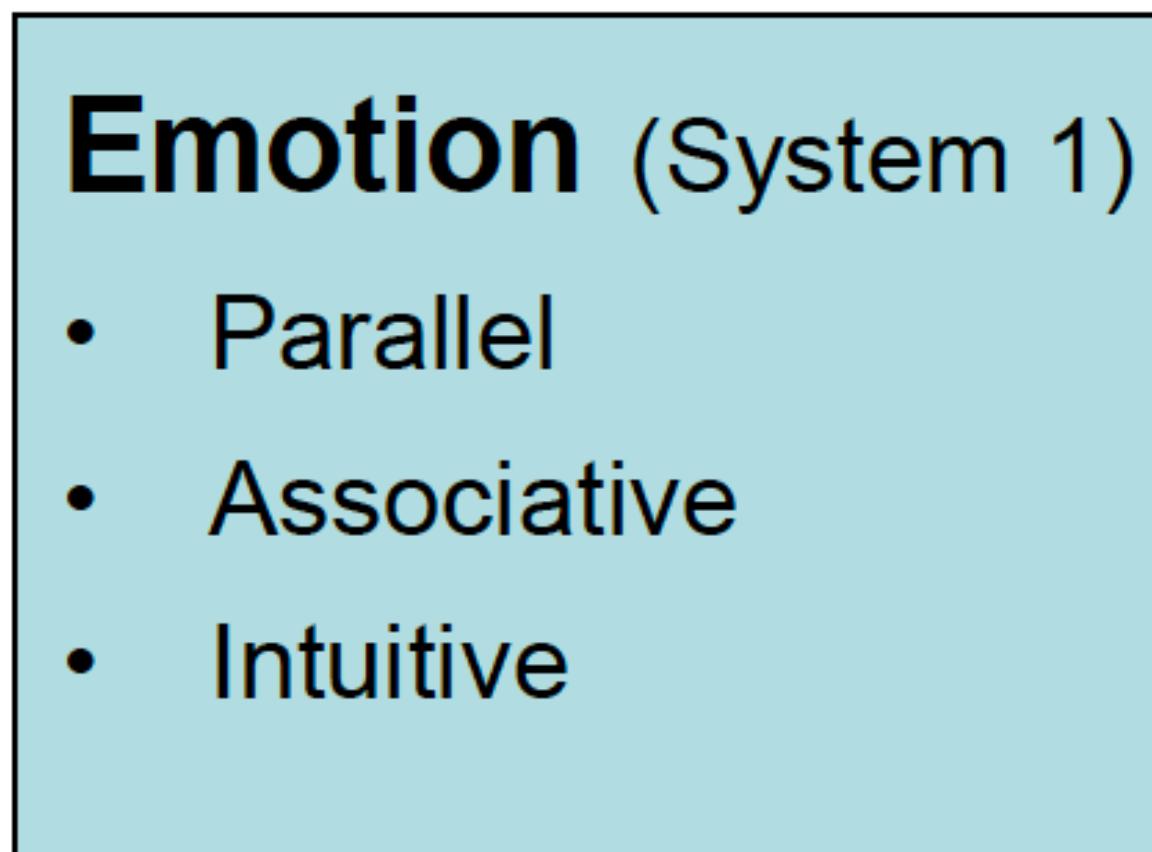
# Теория дуального процесса мышления



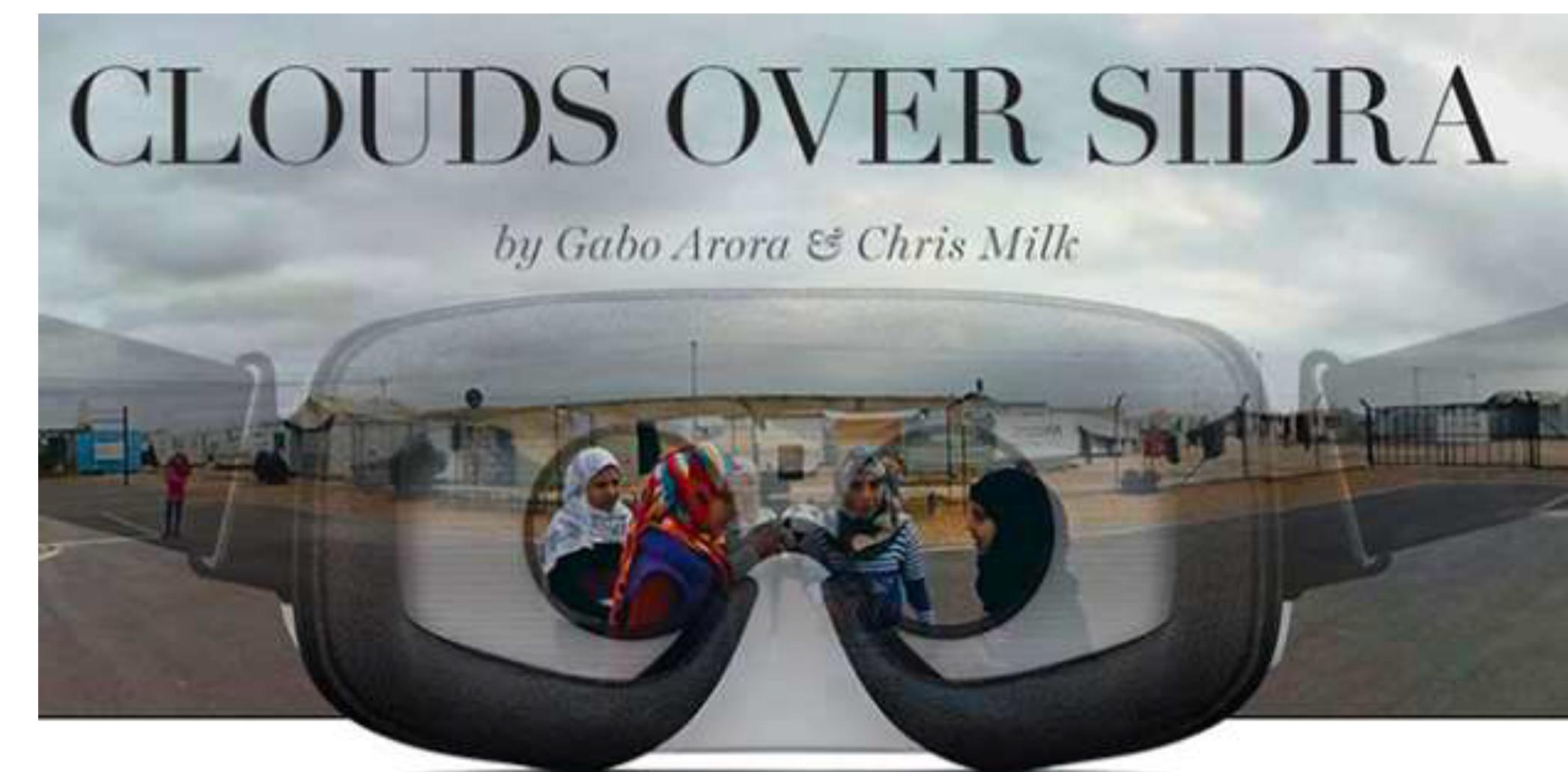
- Автоматическое распознавание эмоций, чтобы выявить фruстрацию и скорректировать процесс обучения, чтобы избежать отрицательных эмоций учащихся



# Теория дуального процесса мышления



- VR как «двигатель эмпатии»
- Идея: поощрять людей опираться на эмоции при принятии решений



**Эмоции: полезны или вредят?  
Очень долгие дебаты**

# Эмоции вредят

- Он использует только свою страсть, которая не может использовать его разум  
- Цицерон
- Страстные люди подобны людям, стоящим на голове; они видят все вещи неправильно - Платон
- Страсти похожи на этих демонов ... Наша единственная безопасность состоит в том, чтобы держать их во сне. Если они проснутся, мы потеряемся - Гете
- Наши упрямые страсти закрыли двери наших душ против Бога - Конфуций

# **Эксперимент: «Азиатская болезнь»**

# Эксперимент: «Азиатская болезнь»

- Представьте, что правительство разрабатывает две программы лечения от необычной болезни, которая, по прогнозам, погубит **600 человек**. Оценка этих двух программ следующая:
- $\frac{1}{2}$  группы должны закрыть глаза

# Эксперимент: «Азиатская болезнь»

- Представьте, что правительство разрабатывает две программы лечения от необычной болезни, которая, по прогнозам, погубит **600 человек**. Оценка этих двух программ следующая:
- $\frac{1}{2}$  группы должны закрыть глаза

**Программа А:** 200 человек спасены

**Программа Б:** с вероятностью  
 $\frac{1}{3}$  спасутся все 600 человек, а с  
вероятностью  $\frac{2}{3}$  не спасется никто

# Эксперимент: «Азиатская болезнь»

- Представьте, что правительство разрабатывает две программы лечения от необычной болезни, которая, по прогнозам, погубит **600 человек**. Оценка этих двух программ следующая:
- Другая  $\frac{1}{2}$  группы должны закрыть глаза

**Программа В:** умрут 400 человек

**Программа Г:** с вероятностью  $\frac{1}{3}$  никто не умрет, а с вероятностью  $\frac{2}{3}$  умрут все

# Эксперимент: «Азиатская болезнь»

- Представьте, что правительство разрабатывает две программы лечения от необычной болезни, которая, по прогнозам, погубит **600 человек**. Оценка этих двух программ следующая:

**Программа А:** 200 человек спасены

**Программа Б:** с вероятностью  $\frac{1}{3}$  спасутся все 600 человек, а с вероятностью  $\frac{2}{3}$  не спасется никто

**72% выбирают программу А**

**Программа В:** умрут 400 человек

**Программа Г:** с вероятностью  $\frac{1}{3}$  никто не умрет, а с вероятностью  $\frac{2}{3}$  умрут все

**78% выбирают программу Г**

# Почему выбирают А?

- Все программы имеют одинаковую ожидаемую полезность
- Люди принимают решение, не высчитывая полезность (только AI)
- Люди представляют результаты и решают в зависимости от того, что они чувствуют
- Конкретные результаты вызывают сильные эмоции

Ожидаемый результат А и Б идентичен: спасены  $200 = 1/3 * 600$

**Программа А:** 200 человек спасены



**Программа Б:** с вероятностью  $1/3$  спасутся все 600 человек, а с вероятностью  $2/3$  не спасется никто

72% выбирают программу А

**Программа В:** умрут 400 человек



**Программа Г:** с вероятностью  $1/3$  никто не умрет, а с вероятностью  $2/3$  умрут все

78% выбирают программу Г

# Почему А и В отличаются?

- Эти эмоции чувствительны к существенным аспектам ситуации
- «Эффект кадрирования»: люди могут сосредоточиться на прибылях или убытках



**Программа А:** 200 человек спасены



**Программа В:** умрут 400 человек



**Программа Б:** с вероятностью  $1/3$  спасутся все 600 человек, а с вероятностью  $2/3$  не спасется никто

**Программа Г:** с вероятность  $1/3$  никто не умрет, а с вероятностью  $2/3$  умрут все

72% выбирают программу А

78% выбирают программу Г

# Эмоции полезны

Эмоции также считаются незаменимыми для принятия правильных решений (и эта точка зрения получает все больше поддержки)

- Страсти – это голос тела. - Руссо
- Страсти – это ветры, надевающие паруса корабля. Иногда они его топят, но без них он не мог бы плавать. - Вольтер
- Людям всё равно, сколько вы знаете, до тех пор, пока они не узнают, насколько вам не всё равно. - Теодор Рузвельт

# Эмоции полезны

- Задача: выбрать постер, чтобы забрать его домой
- Группа 1: просто хватает понравившийся
- Группа 2: тщательно обдумывает и записывает причины выбора
- Через 6 месяцев оцениваем удовлетворенность выбора



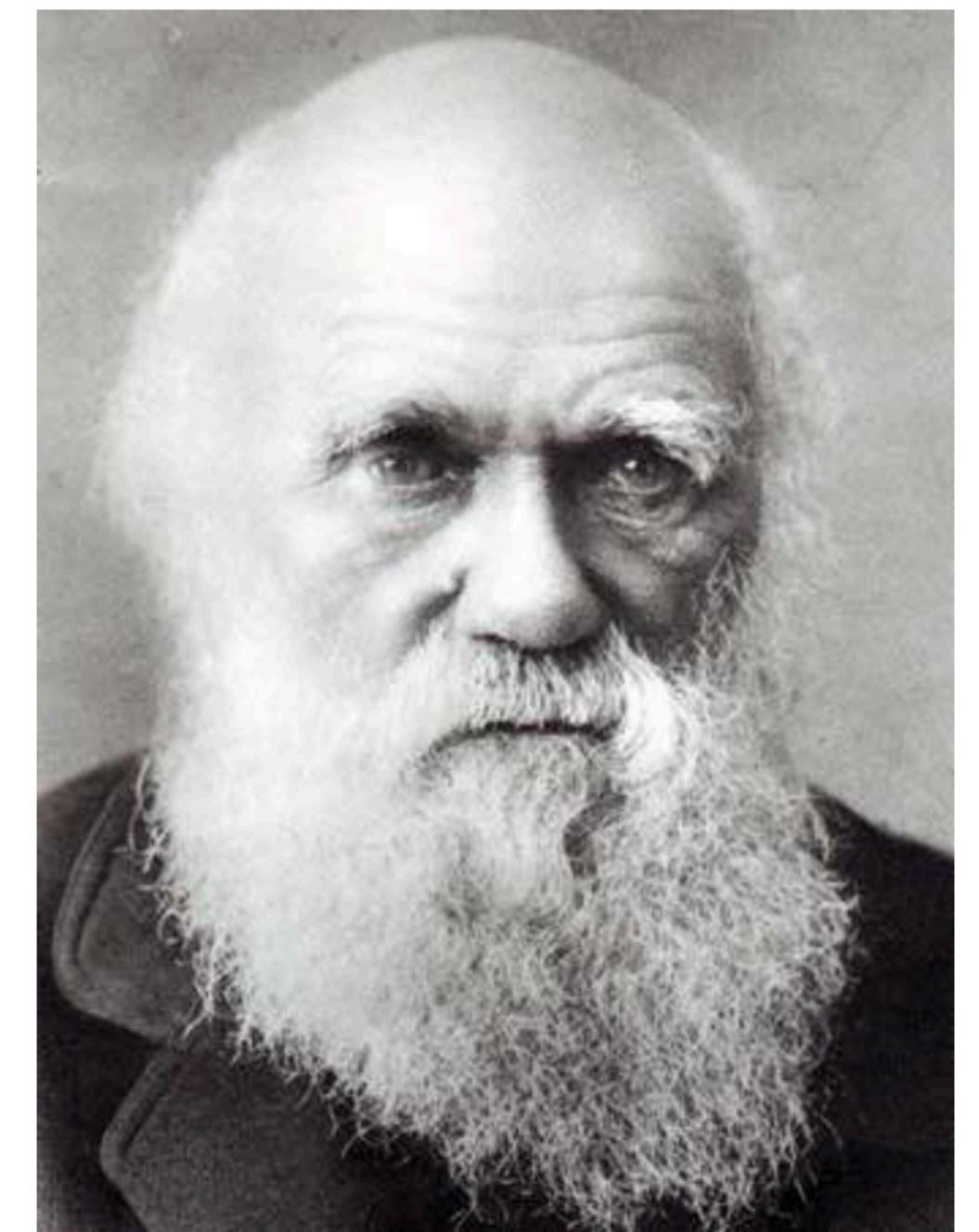
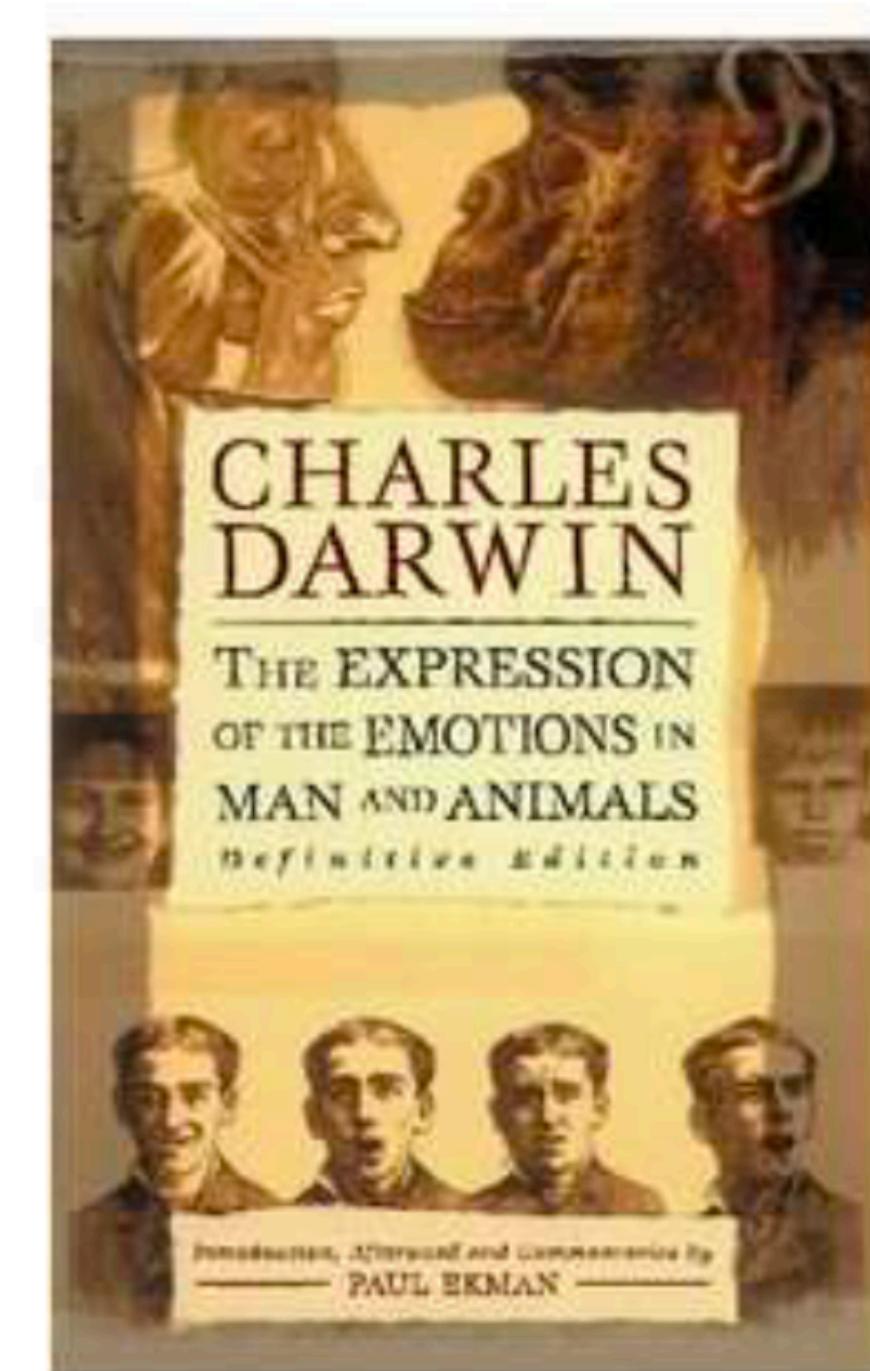
- Анализ причин выбора, сделанного интуитивно и спонтанно, может иметь своим следствием уменьшение удовлетворенности принятым решением
- Wilson, T. D., Lisle, D., Schooler, J. W., Hodges, S. D., Klaaren, K. J., & LaFleur, S. J. (1993). Introspecting about reasons can reduce post-choice satisfaction. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 19, 331–339.

# Эмоции полезны

- Разум есть и должен быть только рабыней страстей - Дэвид Юм (философ, 1700-е)
- Разум необходим для достижения целей
- Но без эмоций не было бы целей
- Эмоции важны для мотивации, побуждений к действиям и даже к разумной деятельности

# Эмоции полезны

- Эволюционная точка зрения:  
эмоции должны быть  
адаптивны, иначе они бы не  
возникли (и не закрепились)

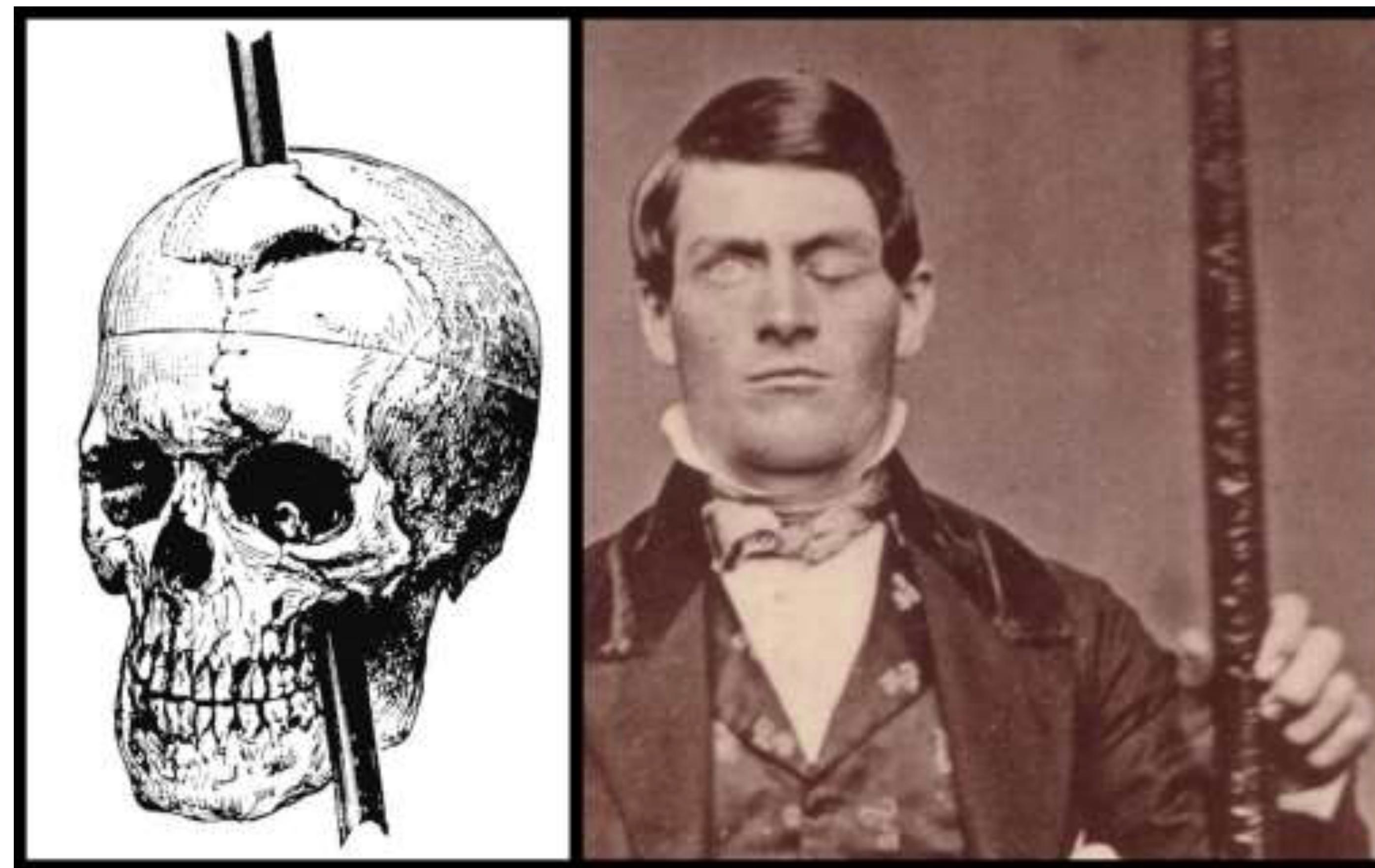


# Дарвиновские принципы

- Принцип «полезных привычек»
- Некоторые лицевые экспрессии дают эволюционное преимущество
- Удивление полезно, так как поле зрения может быть увеличено, а глазные яблоки легко перемещаются в любом направлении
- Некоторые выражения могут уже не быть полезны современным людям
- Оскал в яности является признаком того, что наши предки использовали зубы в борьбе (мы уже нет)



# Эмоции полезны: нейронауки



# Эмоции полезны: нейронауки

- Исследования людей с поражением префронтальной коры головного мозга префронтальной коры головного мозга
- Интеллект не поврежден (измеряется стандартными тестами IQ)
- Но, похоже, не хватает эмоций
- Эти люди кажутся неспособными принимать правильные решения
- **Эмоции необходимы для принятия решений «в реальном мире»**

# Эмоции и искусственный интеллект

- Ulric Neisser (психолог): компьютеры не смогут достичь интеллекта уровня человека, потому что у них нет тела и эмоций.
- Herb Simon (основатель AI): интеллектуальные машины должны иметь механизмы, похожие на эмоции
- Другие ранние исследователи AI также делали акцент на важности эмоций (Johnson-Laird; Minsky)

# Эмоции и искусственный интеллект

- Несмотря на ранний интерес к эмоциям, ИИ начал фокусироваться на рациональном и «бестелесном» познании
  - Шахматы, не «жизнь»
  - Может быть эмоции были слишком сложны?
  - Логика и рациональность, а не эмоции
  - Не-социальные феномены
  - Игнорировали эмоции, игнорировали тело
  - Эта картина стала изменяться

**(очень короткая) история ИИ**

# Искусственный интеллект

- Много определений, нет одного «правильного».
- Свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека; наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ [Wikipedia].
- Обучение машин учиться, действовать и думать, как человек.
- Зачем? Заменить человека / усилить (*расширить*) человека

# Слабый ИИ

- **Слабый (или узкий ИИ)** [Weak or Narrow AI] – ИИ, который применим к «узкой» области.
- Примеры:
  - Автоматические языковые переводчики (Google Translate)
  - Беспилотные автомобили (Tesla)
  - Умные поисковики (Google, Yandex)
  - Рекомендательные системы (Яндекс Дзен)
- Может выполнять определенную задачу/навык, но не учиться новому. Принимает решения на основе запрограммированного алгоритма и обучающих данных.

# Сильный ИИ

- Сильный (Общий) ИИ – это такой ИИ, который может совершать **широкий класс независимых и невзаимосвязанных задач**.
- Он способен обучаться выполнять **новые задачи** и решать новые проблемы. Происходит это путем выучивания **новых стратегий**.
- Сильный ИИ – это комбинация многих стратегий ИИ, которые могут обучаться на опыте, и которые могут решать задачи на уровне **человеческого интеллекта**.

# Супер-сильный ИИ

- Супер-сильный ИИ – это ИИ на уровне человеческого самосознания (и способный себя осознавать) и превосходящий человека по способностям.
- Т.к. понятия сознания и самосознания не до конца понятны и определены, четко определить функции сильного ИИ (и его разработать) затруднительно.

**Когда начали исследовать ИИ?  
Когда появилась первая нейросеть?**

# История ИИ

- **1950-е гг: рождение ИИ.** 1956 – придумали название (Дартмутский семинар).
- **1958 год:** перцепtron (первая нейросеть).
- **1995:** термин Affective computing
- **1997:** Deep Blue (IBM) обыгрывает Гарри Каспарова в шахматы.
- **2011:** Watson (IBM) выигрывает в шоу Jeopardy у двух лучших игроков в мире.
- **2011:** Siri (Apple) умный ассистент появляется в смартфоне.
- **2012:** Google выпускает беспилотный автомобиль, который ездит по Калифорнии.
- **2016:** AlphaGo (DeepMind) обыгрывает чемпиона в Го.
- **2018:** Five (OpenAI) обыгрывает людей в Dota-2.

# Шахматы: человек против компьютера

№	Участник	1	2	3	4	5	6	+	-	=	Очки
1	Каспаров, Гарри	1	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	<b>0</b>	1	2	3	$2\frac{1}{2}$
2	Deep Blue	0	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	<b>1</b>	2	1	3	$3\frac{1}{2}$



# ГО: человек против компьютера

- 2014 год: стартап в области ИИ DeepMind начинает разрабатывать алгоритм AlphaGo.
- 2015 года AlphaGo выиграла у трёхкратного чемпиона Европы Фань Хуэя.
- 2016 год AlphaGo выигрывает партию у Ли Седоля (9-й дан).
- В основе – принципы машинного обучения (и нейросети). Алгоритм обучался на партиях профессионалов.



# Jeopardy! Человек против компьютера

- IBM, вдохновившись успехами с шахматами, решила взяться за викторину.
- Как научить машину понимать вопросы и искать ответы, которые устроят людей?
- Против машины выступили лучшие – Кен Дженнингс, который не проиграл 74 игры подряд и Брэд Раттер, который выиграл больше всего денег (\$ 4,5 млн.).
- Поражение людей было сокрушительным: IBM Watson "унес домой" 77 147 долларов, тогда Дженнингсу достались лишь 24 тысячи, а Раттеру – 21 600.



<https://www.youtube.com/watch?v=P18EdAKuC1U>

# История Affective computing

## Affective Computing: Picard, 1995

M.I.T Media Laboratory Perceptual Computing Section Technical Report No. 321

### Affective Computing

R. W. Picard

MIT Media Laboratory; Perceptual Computing; 20 Ames St., Cambridge, MA 02139  
picard@media.mit.edu, <http://www.media.mit.edu/~picard/>

#### Abstract

Computers are beginning to acquire the ability to express and recognize affect, and may soon be given the ability to "have emotions." The essential role of emotion in both human cognition and perception, as demonstrated by recent neurological studies, indicates that affective computers should not only provide better performance in assisting humans, but also might enhance computers' abilities to make decisions. This paper presents and discusses key issues in "affective computing," computing that relates to, arises from, or influences emotions. Models are suggested for computer recognition of human emotion, and new applications are presented for computer-assisted learning, perceptual information retrieval, arts and entertainment, and human health and interaction. Affective computing, coupled with new wearable computers, will also provide the ability to gather new data necessary for advances in emotion and cognition theory.

Nor will I propose answers to the difficult and intriguing questions, "what are emotions?" "what causes them?" and "why do we have them?"<sup>2</sup>

Instead, by a variety of short scenarios, I will define important issues in affective computing. I will suggest models for affect recognition, and present my ideas for new applications of affective computing to computer-assisted learning, perceptual information retrieval, arts and entertainment, and human health and interaction. I also describe how advances in affective computing, especially combined with wearable computers, can help advance emotion and cognition theory. First, let us begin with a brief scenario.

#### 1.1 Songs vs. laws

Let me write the songs of a nation; I don't care who writes its laws. – Andrew Fletcher

Imagine that your colleague keeps you waiting for a highly important engagement to which you thought you were both committed. You wait with reason, and with increasing puzzlement by his unusual tardiness. You think of promises this delay

## Social Signal Processing: Vinciarelli et al, 2009

Image and Vision Computing 27 (2009) 1743–1759



Contents lists available at ScienceDirect

### Image and Vision Computing

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/imavis](http://www.elsevier.com/locate/imavis)



#### Social signal processing: Survey of an emerging domain

Alessandro Vinciarelli <sup>a,b,\*</sup>, Maja Pantic <sup>c,d</sup>, Hervé Bourlard <sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>IDIAP Research Institute, Computer Vision, CP592, 1920 Martigny, Switzerland

<sup>b</sup>Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), CH-1015 Lausanne, Switzerland

<sup>c</sup>Imperial College, 180 Queens Gate, London SW7 2AZ, UK

<sup>d</sup>University of Twente, Drienerlolaan 5, 7522 NB Enschede, The Netherlands

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 16 May 2008

Accepted 26 September 2008

##### Keywords:

Social signals  
Computer vision  
Speech processing  
Human behaviour analysis  
Social interactions

#### ABSTRACT

The ability to understand and manage social signals of a person we are communicating with is the core of social intelligence. Social intelligence is a facet of human intelligence that has been argued to be indispensable and perhaps the most important for success in life. This paper argues that next-generation computing needs to include the essence of social intelligence – the ability to recognize human social signals and social behaviours like turn taking, politeness, and disagreement – in order to become more effective and more efficient. Although each one of us understands the importance of social signals in everyday life situations, and in spite of recent advances in machine analysis of relevant behavioural cues like blinks, smiles, crossed arms, laughter, and similar, design and development of automated systems for social signal processing (SSP) are rather difficult. This paper surveys the past efforts in solving these problems by a computer, it summarizes the relevant findings in social psychology, and it proposes a set of recommendations for enabling the development of the next generation of socially aware computing.

© 2008 Elsevier B.V. All rights reserved.

Affective computing lab in MIT (MIT media lab, Cambridge)  
<http://affect.media.mit.edu/>

Intelligent behavior understanding group (ICL.  
London) <https://ibug.doc.ic.ac.uk/>

# Affective computing сегодня

- Профессиональное сообщество:
- Научные конференции (с 2005 года):
- Международный журнал (IF 4.6):



**8th International Conference on  
Affective Computing & Intelligent  
Interaction  
(ACII 2019)**

**3rd-6th September, 2019  
Cambridge, United Kingdom**



# Типичные исследовательские темы в Affective Computing

- **Emotion Recognition in:**
  - Speech:
    - Emotion in natural speech
    - Depression detection
  - Text
    - Opinions in twitter; blogs
    - Emotocons
  - Face
    - Understanding impact of aging
    - Recognizing expressions with thermal
  - Physiology
    - Inferring response to music via EEG
    - Detecting stress from skin conductance
- **Synthesis**
  - Emotional speech
  - Emotional facial expressions
- **Games/Entertainment computing**
  - Responses to victory and defeat
  - Affective music player
  - Boredom detection
- **Modeling**
  - Modeling emotional influences on decision-making
  - Modeling factors that elicit emotions
- **Applications**
  - Health – detection and shaping
  - Games/entertainment – detection and shaping; synthesis/realism
  - Education – detections; shaping
- **Behavioral science**

# Текущая точка зрения: эмоции – это хорошо

- Эмоции выполняют **важные функции** не только для людей, но и для любого разумного существа
- Некоторые из этих функций отсутствуют в традиционных AI / рациональных моделях => Таким образом, анализ функции эмоций у людей может **улучшить** искусственный интеллект
- И, независимо от их функции и пользы для компьютеров, компьютеры **должны иметь дело** с эмоциональными людьми => Таким образом, они выигрывают от распознавания и понимания этих процессов

# Функции эмоций

- **Физическая:** влияют на тело
  - Подготавливают к действиям, наполняют энергией тело
- **Когнитивная:** влияют на разум
  - Быстрая, постоянно корректирующаяся оценка значимых событий
  - Прерывание поведения и изменение целей
- **Социальная:** влияют на разум других людей
  - Сигнализация: передача информации о психическом состоянии
  - Координация: ориентируют и координируют групповой ответ

# Функции эмоций

- Эмоции подготавливают **тело** к обстоятельствам, которые вызывают эмоции
  - [Ориентировочная реакция] При удивлении глаза открываются шире, позволяя свету поступать больше, чтобы лучше воспринимать информацию. Рот открывается шире, с дыханием поступает больше кислорода.
  - [Защитная реакция] Защитная поза, кровь поступает к нижним конечностям, подготавливая к действиям

# Функции эмоций

- Эмоции меняют **когнитивные** функции в соответствии с обстоятельствами, которые вызывают эмоции
  - Эмоции меняют восприятие и процесс принятия решений
  - Например, при эмоции гнева:
    - Быстрее воспринимаются угрожающие сигналы (DeSteno et al 2000/2004)
    - Недооценивается риск (Lerner & Keltner 2000/2001)
    - Лучше запоминаются события, вызывающие гнев (Bower, 91)

# Функции эмоций

- Наблюдение эмоций у **другого человека** меняет наши когнитивные процессы, чтобы подготовиться к взаимодействию с этим человеком
- Эмоции влияют на социальные взаимодействия
  - Несчастье вызывает сострадание (Eisenberg et al 89)
  - Гнев вызывает страх (Dimberg&Ohman96)
  - В процессе переговоров люди уступают более разгневанному партнеру (van Kleef et al. 2007)

# Приложения в Affective Computing



BERLIN

LONDON

PARIS

ROME

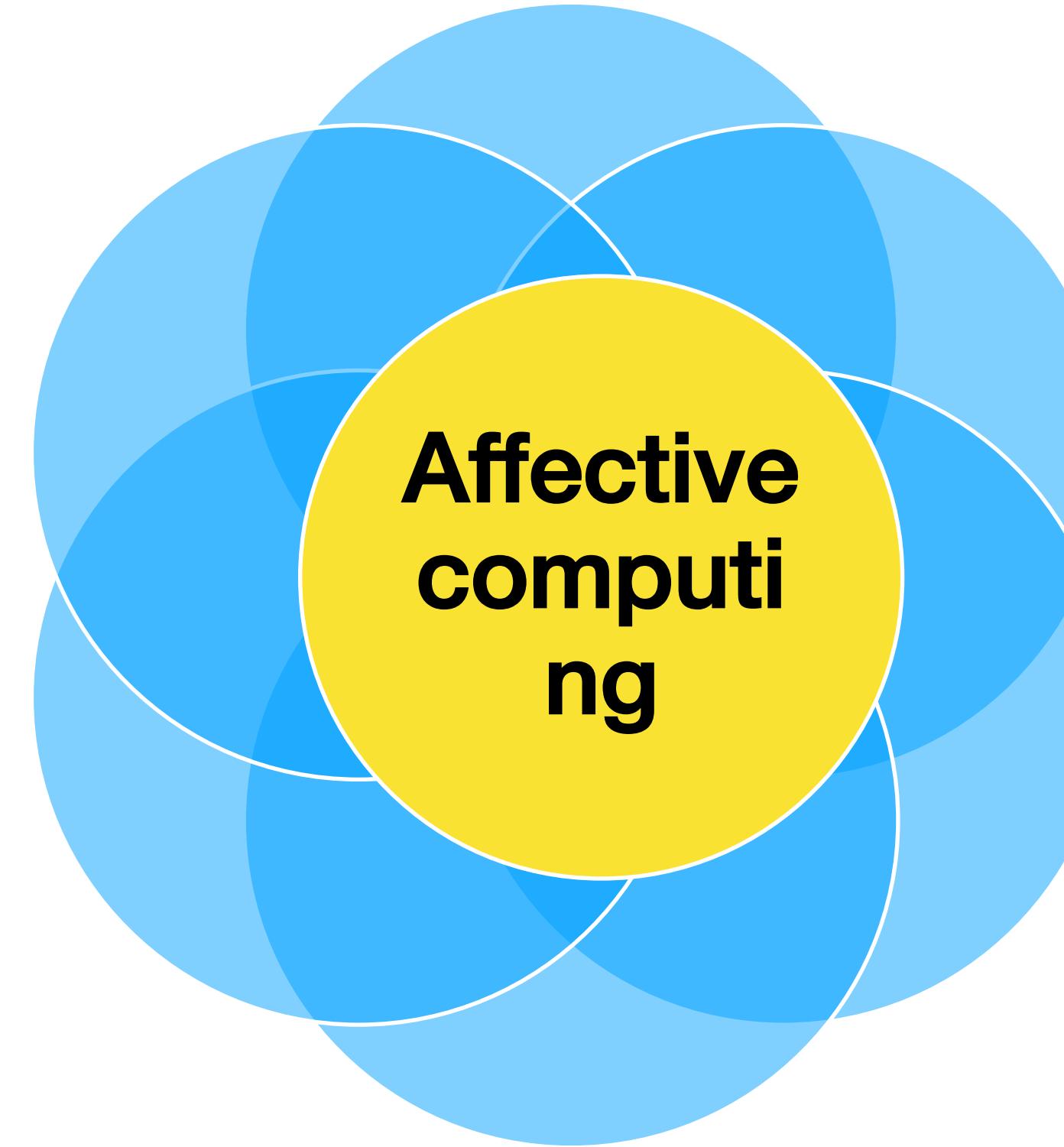
JERUSALEM

CAIRO

MOSCOW

JOHANNESBURG





Gaming, VR

Healthcare

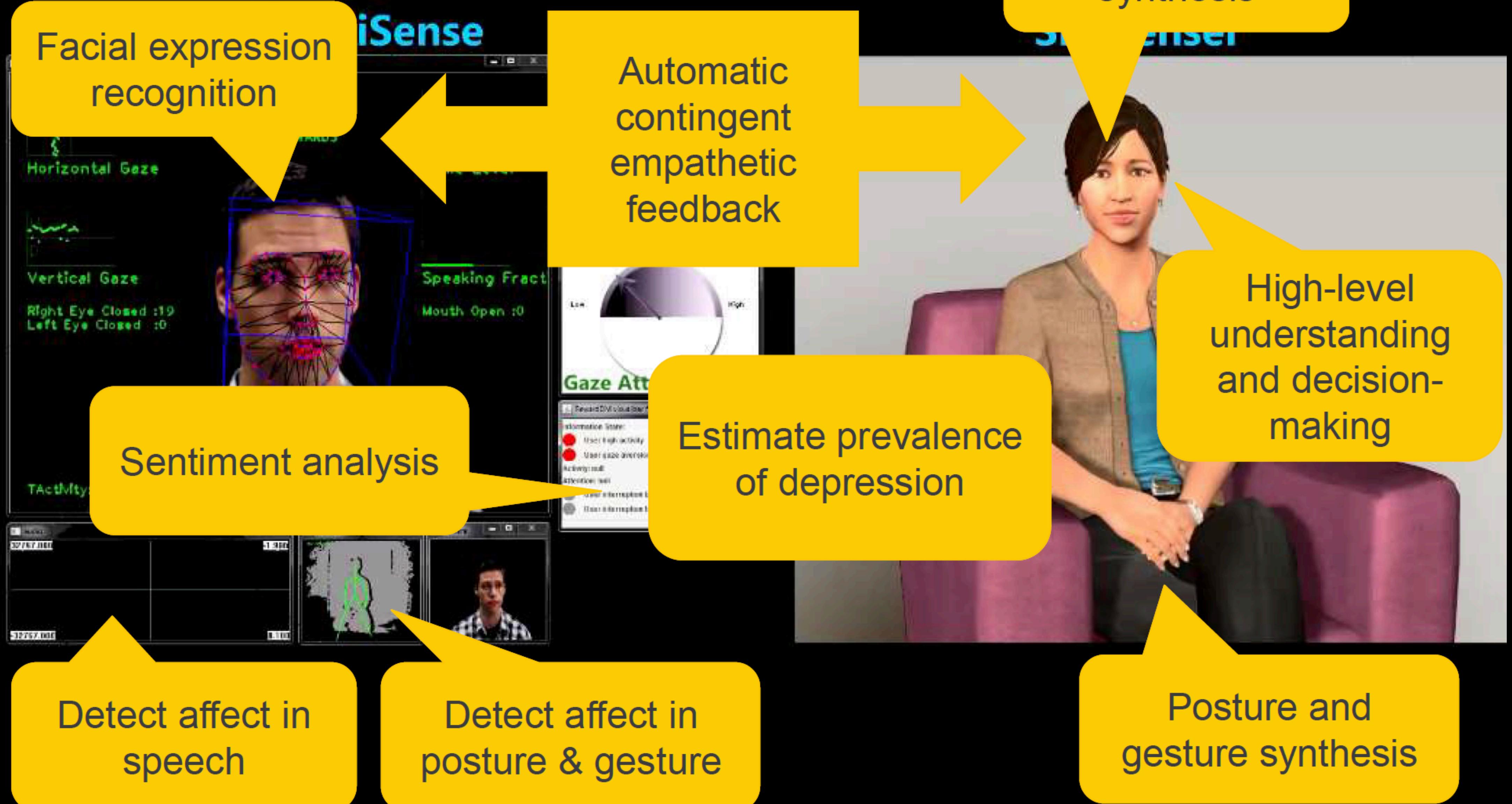
Automotive

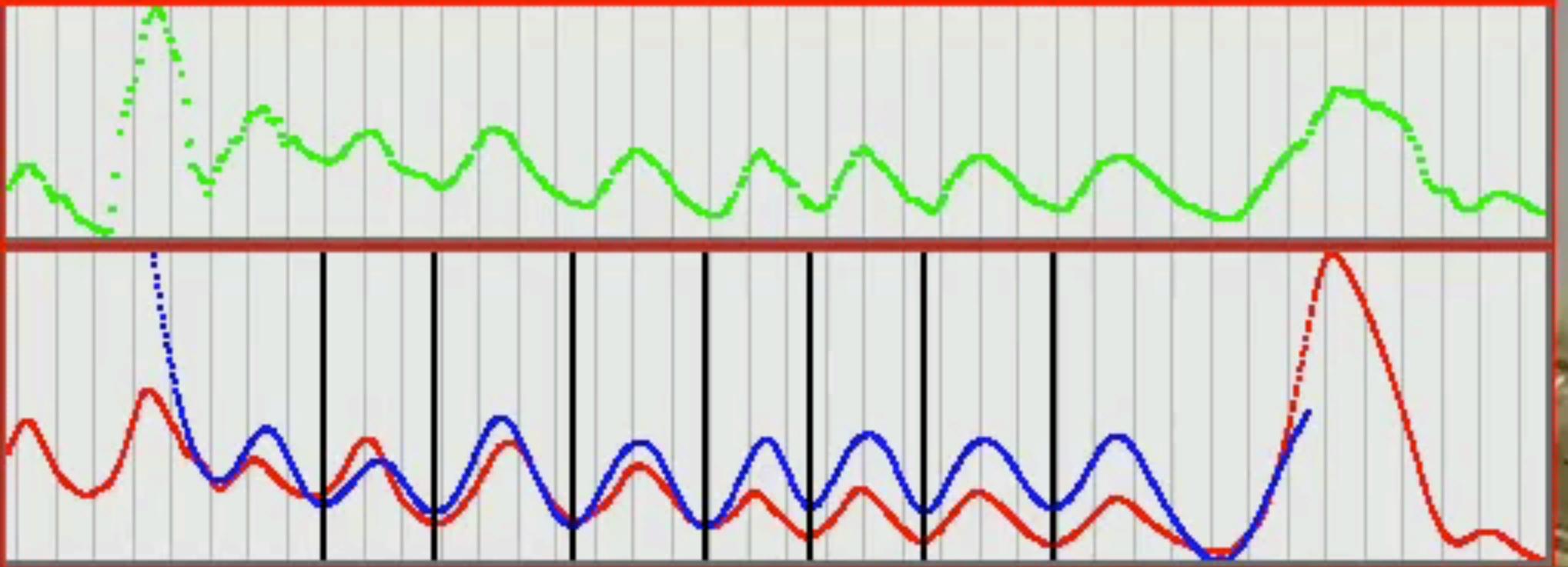
Banking &  
Insurance

Smart  
home, IoT

Robotics &  
Virtual  
assistants

# Example: Medicine





red: wearable breath signal (ECG)

green: video breath signal (raw)

blue: video breath signal (final)

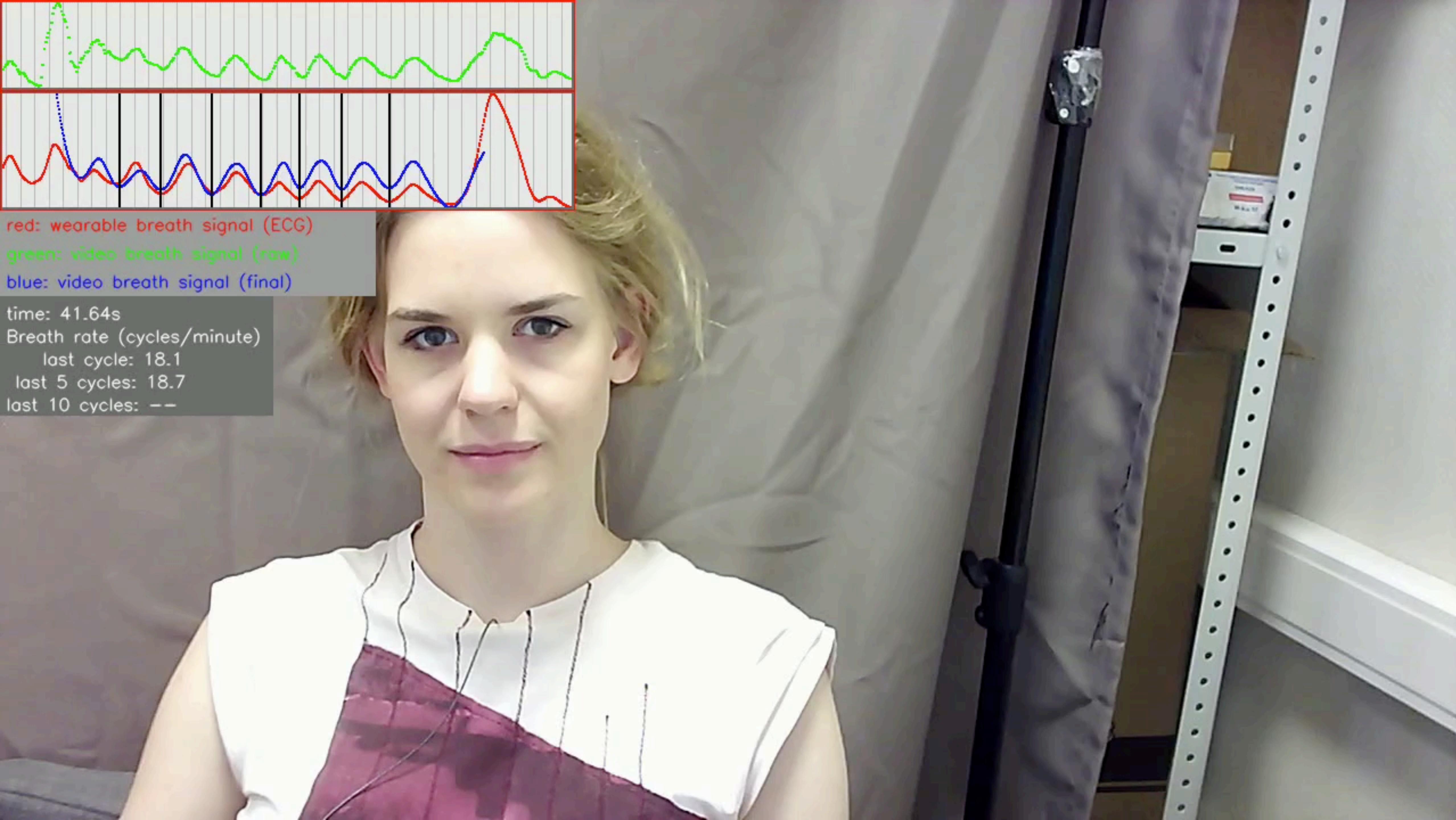
time: 41.64s

Breath rate (cycles/minute)

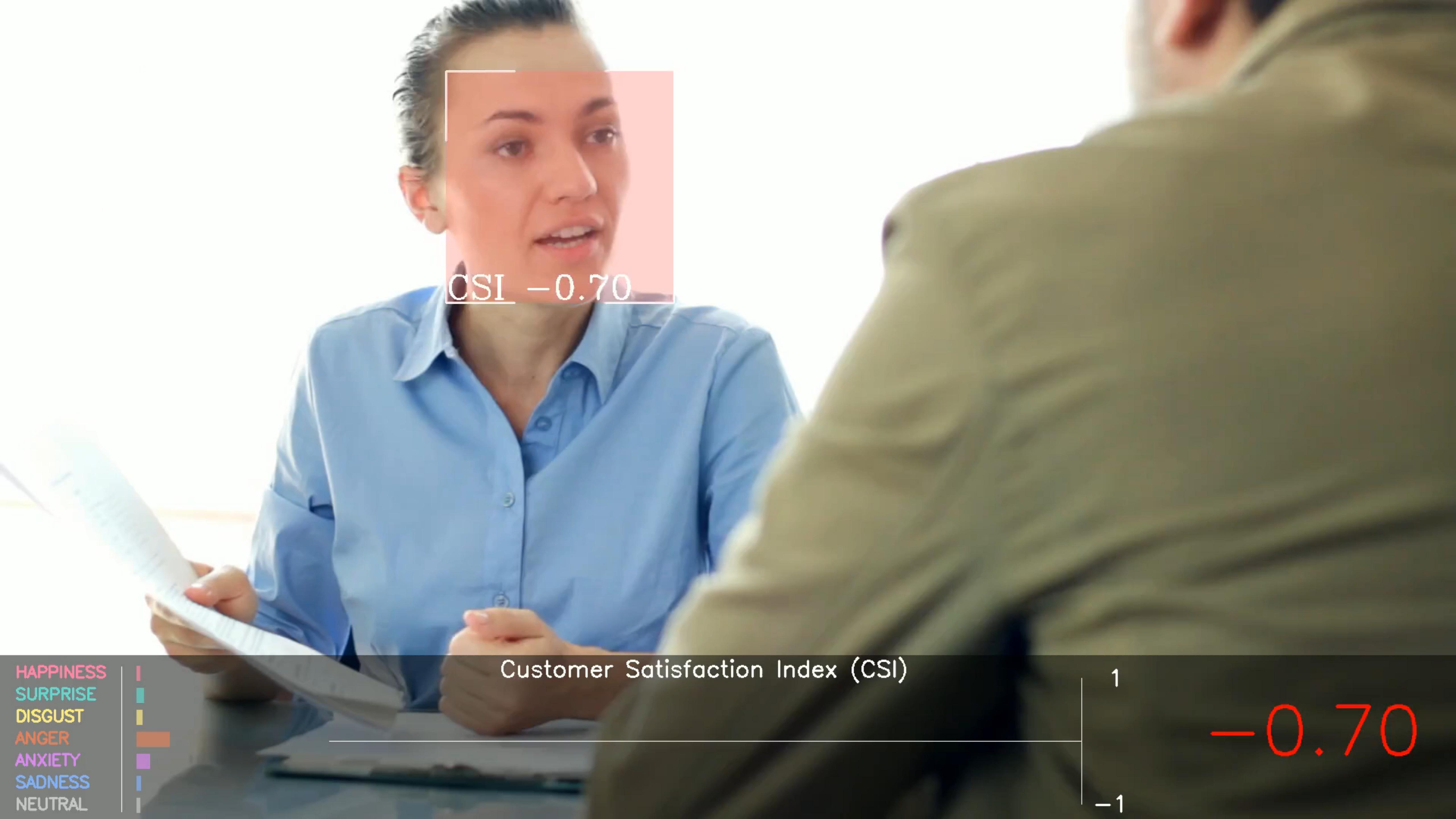
last cycle: 18.1

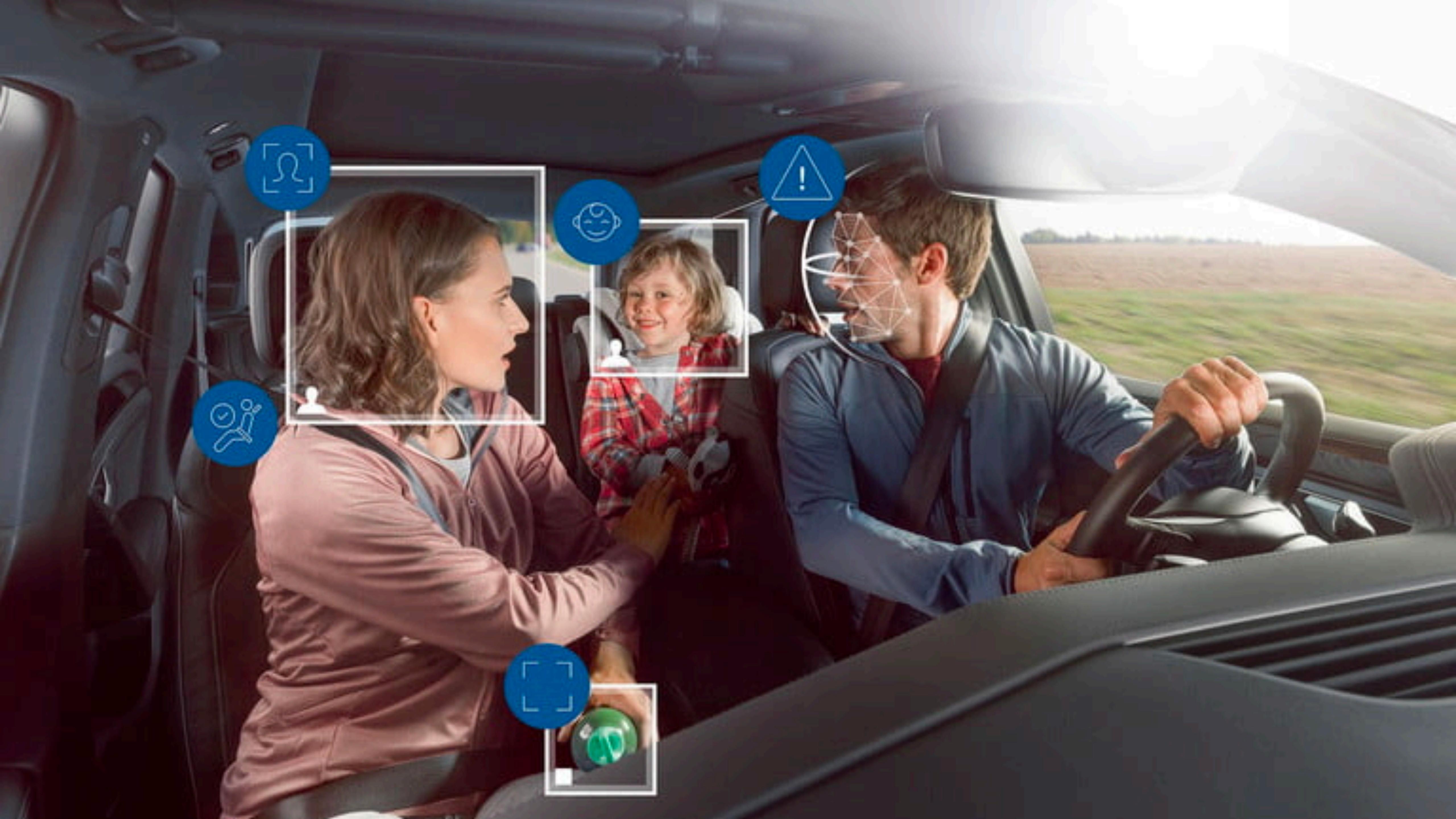
last 5 cycles: 18.7

last 10 cycles: --









О купце

# Цели курса

- Знакомство с концепцией эмоционального искусственного интеллекта (Affective computing), с методами автоматического распознавания, анализа и синтеза эмоций и социального поведения
- Получение теоретических и практических представлений об особенностях выражения эмоций через различные модальности (лицевые экспрессии, движения тела, вербальные и невербальные характеристики речи, физиологические сигналы)
- Освоение основных подходов к анализу аудио, видео, текста и физиологических сигналов в Affective Computing

# Ссылка на курс

[https://github.com/ptizzza/HSE\\_AffectiveComputing](https://github.com/ptizzza/HSE_AffectiveComputing)

# Оценивание

- Групповые презентации 25%
- Практические задания 25%
- Итоговый проект 50%

# Формула оценивания

$$\begin{aligned}O_{\text{окончательная}} &= 0,25 \cdot O_{\text{презентация}} + 0,25 \cdot O_{\text{практика}} + 0,5 \cdot O_{\text{проект}} = \\&= 0,25 \cdot O_{\text{презентация}} + 0,25 \cdot (10 \cdot (0,25 \cdot O_{\text{практическое\_задание}_1} + \\&\quad 0,25 \cdot O_{\text{практическое\_задание}_2} + 0,25 \cdot O_{\text{практическое\_задание}_3} + \\&\quad 0,25 \cdot O_{\text{практическое\_задание}_4})) + 0,5 \cdot O_{\text{проект}}\end{aligned}$$

- Оценки за презентации и финальный проект выставляются по 10-балльной шкале. Оценки за практические задания – по шкале 0 (не выполнено)/1(выполнено).

# Групповые презентации

- Каждый студент должен поучаствовать в одной групповой презентации
- Оценивание: качество проработки и полнота изложения материала (4 балла), ясность и последовательность изложения (4 балла), корректность ответов на дополнительные вопросы (2 балла)
- 20-30 минут на презентацию (с ответами на вопросы)

# Темы презентаций

- 25 января: «Теории эмоций»
- 1 февраля: «Эмоции и невербальная коммуникация»
- 8 февраля: «Эмоции и физиология»
- 15 февраля: «Эмоции и социальное взаимодействие»
- 22 февраля: «Эмоции и личность»
- **Записаться:** <http://bit.ly/372IKla>

# Практические задания

- Выполняются на занятиях
- В случае пропуска можно сдать отчет о выполнении
- Оценка: 1 балл (если выполнено)

# Итоговый проект

- Цель группового проекта – погружение в проблематику Affective Computing и практическое использование знаний и навыков, получаемых в ходе курса.
- Проект включает в себя использование инструментов из области Affective Computing и небольшое исследование с участием испытуемых или существующих баз данных.

# Итоговый проект

- **Группы:** 3-5 человек
- **1 февраля:** защита тем групповых проектов
- **22 февраля:** защита проектов
- **29 февраля:** итоговый текст проекта ([o.perepelkina@neurodatalab.com](mailto:o.perepelkina@neurodatalab.com))

# Защита тем

- 5 минут на презентацию
- Авторы, тема
- Что за проблема? Какая мотивация проекта?
- Как собираетесь решать? Что использовать? гипотезы, экспериментальные условия, методы
- Как распределены задачи в группе по авторам (кто за что отвечает)

# Защита и отчет

- Защита: 10-15 минут на презентацию
- Отчет: 10-15 страниц
- Название, авторы
- Вклад каждого автора в проект
- Проблема/практическая задача/мотивация проекта
- Гипотезы, методы, эксперименты, результаты (можно структурировать в зависимости от типа проекта)
- **Выводы, дальнейшие шаги и идеи**
- Список литературы

# **Введение в AI/ML**

# Автоматическое распознавание эмоций

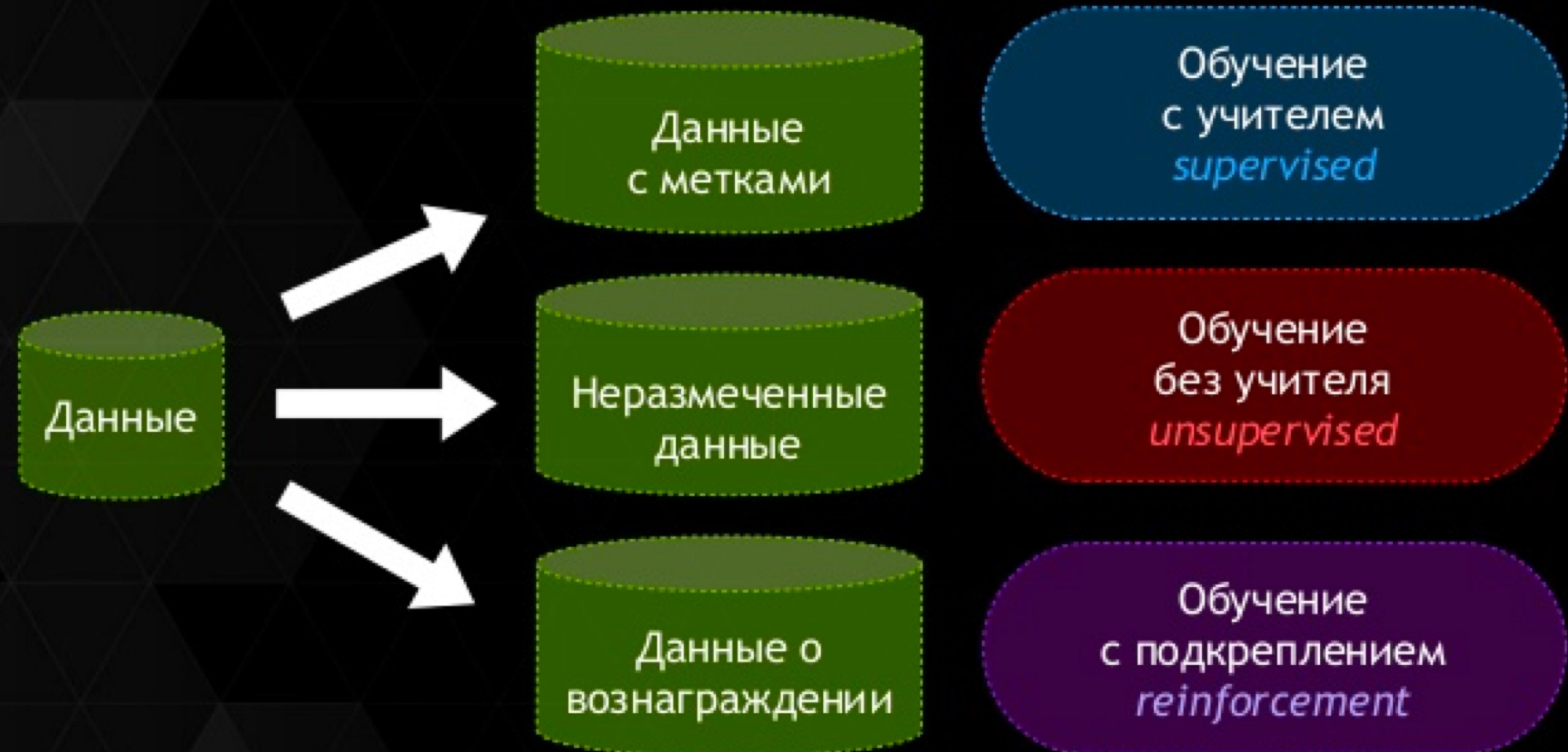


# Примеры машинного обучения

- распознавание лица или голоса вашим телефоном
- вождение автомобиля (Google Self-Driving Car)
- диагностика заболеваний по симптомам (Watson)
- рекомендация продуктов, книг (Amazon), фильмов (Netflix), музыки (Spotify)
- выполнение функции личного помощника (Сири, Кортана)



# МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ



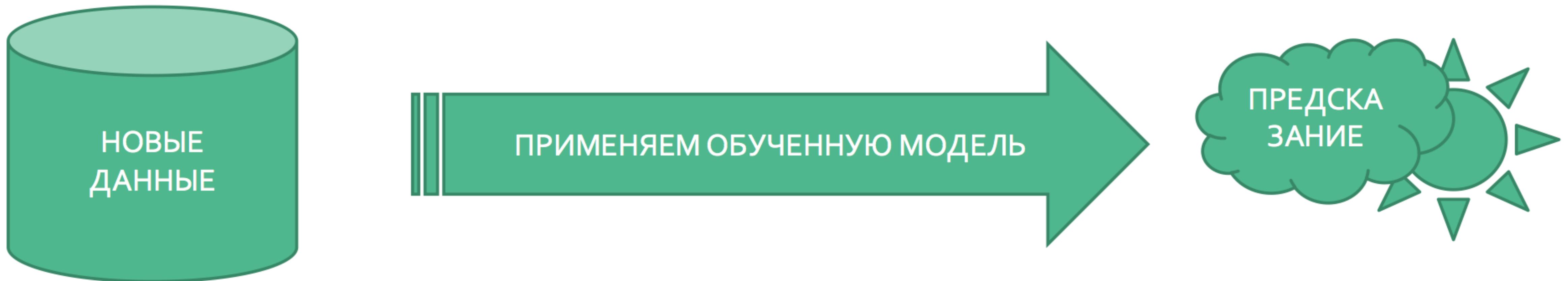
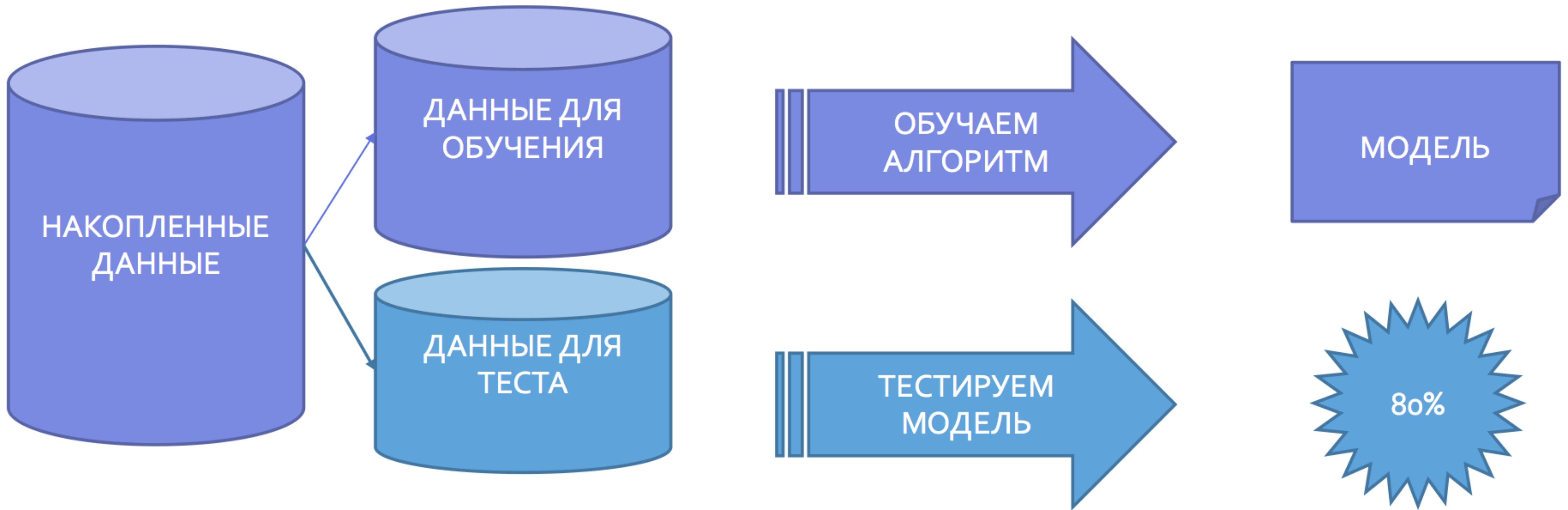
# Задачи машинного обучения

- классификация – отнесение объекта к одной из категорий на основании его признаков
- регрессия – прогнозирование количественного признака объекта на основании прочих его признаков
- кластеризация – разбиение множества объектов на группы на основании признаков этих объектов так, чтобы внутри групп объекты были похожи между собой, а вне одной группы – менее похожи

# **Обучение с учителем**

# Этапы

- Сбор данных и их разметка
- Обучение алгоритма на тренировочной выборке —> строим модель
- Проверка качества работы на тестовой выборке
- Применение алгоритма к новым данным



# ДАННЫЕ

ЧЕЛОВЕК

VISION



HEARING



SMELL



TASTE



TOUCH



# ДАННЫЕ

ЧЕЛОВЕК

VISION



HEARING



SMELL



TASTE



TOUCH



МАШИНА (ML)

IMAGES



SOUND



TABLES



# Выборка

- Описание объекта (**признаки**) и его **значение** (лейбл или число).
- Разделение выборки на **тестовую и тренировочную**.

# ВЫБОРКА

Объект



1	A	B	C	D	E	F	G
1	ID	Age	Gender	District	SATV	SATM	GPA
2	54419	18 M		38	368	253	3.52
3	62516	22 M		5	670	496	1.11
4	55509	21 F		54	639	439	2.68
5	36489	19 M		49	368	465	3.11
6	36387	21 F		36	620	306	2.16
7	95507	20 F		13	512	593	2.83
8	16360	20 M		52	621	377	2.79
9	12838	18 F		44	571	544	2.13
10	73450	20 F		59	647	746	2.08
11	26869	18 F		28	337	371	2.28
12	48552	22 M		63	260	498	3.24
13	23416	19 M		51	476	294	2.31
14	42635	19 F		35	677	241	3.19
15	67448	19 F		55	335	533	1.81
16	34689	21 F		42	585	708	1.80
17	32763	22 F		20	556	787	1.18

Признаки ( $x_1, x_2, \dots, x_7$ )

Лейбл  
(целевая переменная)  
(y)

КРЕДИТ
1
1
1
0
0
1
0
1
1
1
1
1
1
0
1
1
1
1

# ВЫБОРКА

Объект

	A	B	C	D	E	F	G	КРЕДИТ
1	ID	Age	Gender	District	SATV	SATM	GPA	
2	54419	18 M		38	368	253	3.52	
3	62516	22 M		5	670	496	1.11	
4	55509	21 F		54	639	439	2.68	
5	36489	19 M		49	368	465	3.11	
6	36387	21 F		36	620	306	2.16	
7	95507	20 F		13	512	593	2.83	
8	16360	20 M		52	621	377	2.79	
9	12838	18 F		44	571	544	2.13	
10	73450	20 F		59	647	746	2.08	
11	26869	18 F		28	337	371	2.28	
12	48552	22 M		63	260	498	3.24	1
13	23416	19 M		51	476	294	2.31	1
14	42635	19 F		35	677	241	3.19	0
15	67448	19 F		55	335	533	1.81	1
16	34689	21 F		42	585	708	1.80	1
17	32763	22 F		20	556	787	1.18	1

Признаки ( $x_1, x_2, \dots, x_7$ )

Лейбл  
(целевая переменная)  
(y)

# Обучение

- Восстановить **зависимость** между **признаками** объекта и его **значением**.
- Иными словами, построить алгоритм, способный для любого возможного входного объекта выдать достаточно точный ответ.

# Тестирование

- Применяем обученную модель к размеченным данным (которые мы отложили, алгоритм их НЕ видел).
- Выясняем качество алгоритма. Действительно ли он может справляться с поставленной задачей, а не просто «запомнил» признаки и лейблы (то есть переобучился).
- Если тест показывает, что модель хорошая, качество высокая, можем применять к реальным данным в той задаче, для которой мы ее разработали.

# **Обучение с учителем: Классификация**

# Классификация

- Классифицировать объект – значит, указать номер, имя или метку класса, к которому относится данный объект.

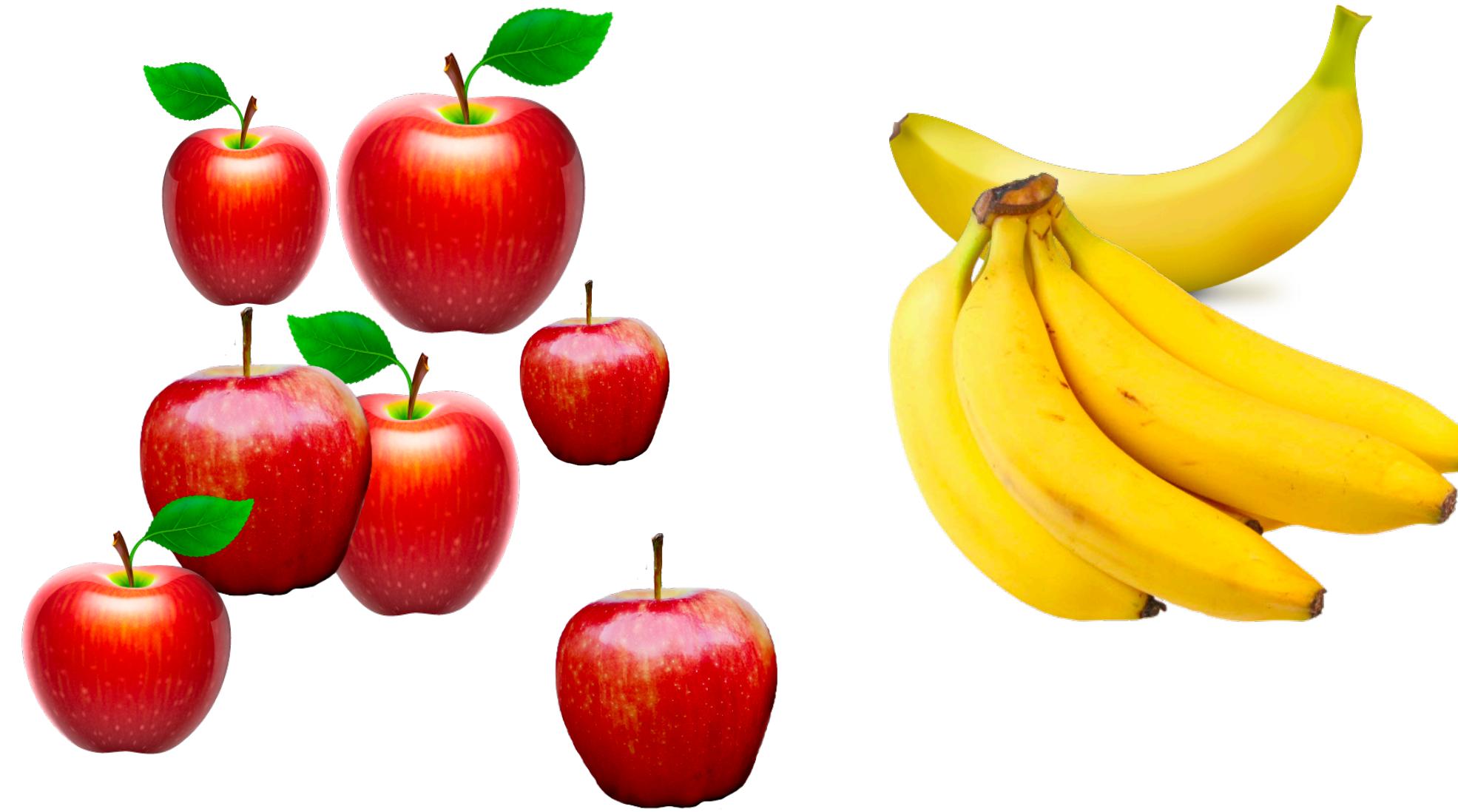
# Классификация: ПРИМЕРЫ

- Классификация писем почты: спам или не спам
- Классификация изображений: котики, собачки, пингвины
- Классификация жанров музыки: поп, рок, классика
- ПРИВЕДИТЕ ЕЩЕ ПРИМЕРЫ

# Классификация: ПРИМЕРЫ

- Классификация эмоций по фотографиям/аудио: радость, грусть, гнев...
- Классификация личностных черт (Big5) по видео/текстам/стилю печати
- Классификация действий: ходит, спит, лежит
- Классификация пола (м/ж)

# Задача классификации



- Признаки (features) и разметка (labels)
- Обучающая и тестовая выборки
- На обучающей алгоритм учится соотносить признаки и разметки, на тестовой – проверяем его качество

X1	X2	X3	Y
Круглый	Красный	С листиком	Яблоко
Вытянутый	Желтый	Без листика	Банан
Круглый	Красный	Без листика	Яблоко

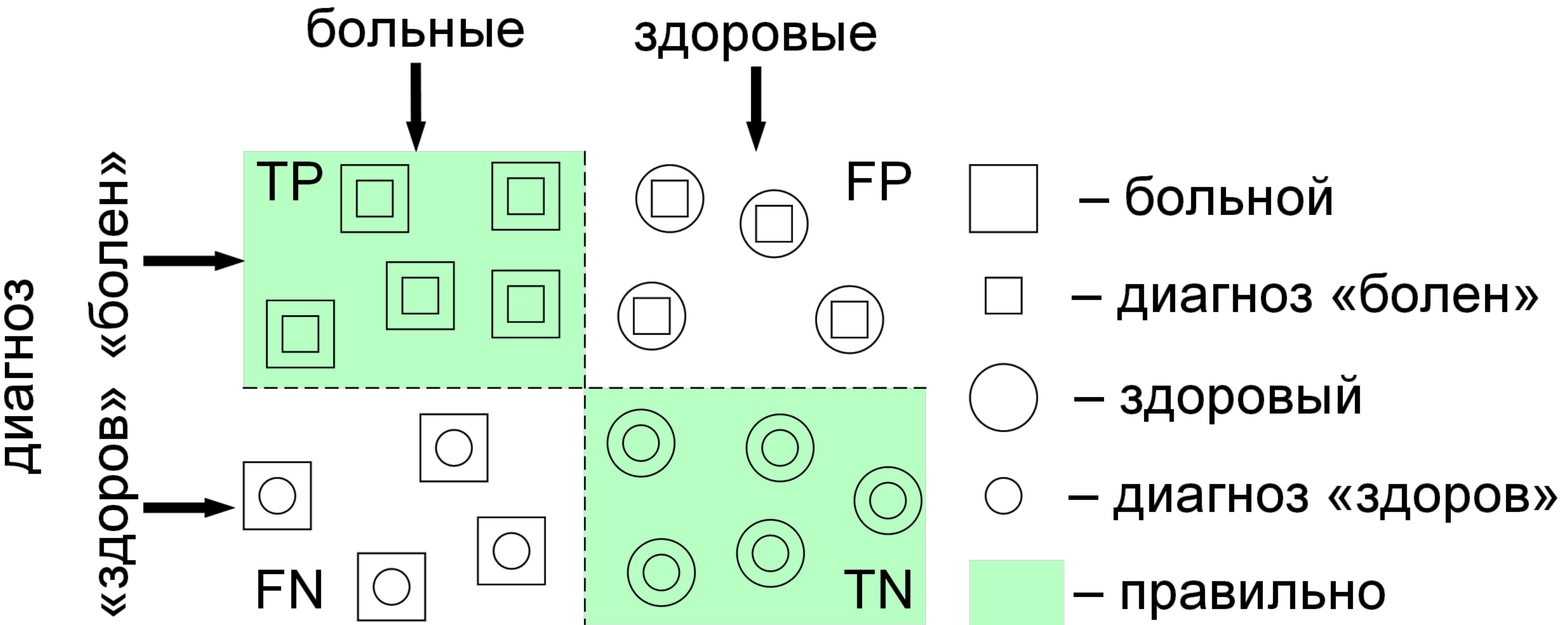
# Метрики классификации

- После того, как мы обучили алгоритм, и применили его к тестовой выборке, хотим понять, как он работает? Какое его качество? Как это сделать?

# Метрики классификации

- После того, как мы обучили алгоритм, и применили его к тестовой выборке, хотим понять, как он работает? Какое его качество? Как это сделать?
- Сравнить предсказание модели с разметкой на тестовой выборке.

# реальность



# Метрики классификации

		Actual Cancer = Yes	Actual Cancer = No	
Predicted Cancer = Yes	True Positive (TP)	False Positive (FP)		
	False Negative (FN)	True Negative (TN)		
Predicted Cancer = No				

Confusion matrix (матрица ошибок)

# ЗАДАЧКА

1: БОЛЕН

0: ЗДОРОВ

ID	МОДЕЛЬ	НА САМОМ ДЕЛЕ
01	1	1
02	1	0
03	0	0
04	0	0
05	1	1
06	1	1
07	0	1
08	1	1
09	1	0
10	1	1

	Actual Cancer = Yes	Actual Cancer = No
Predicted Cancer = Yes	True Positive (TP)	False Positive (FP)
Predicted Cancer = No	False Negative (FN)	True Negative (TN)

TP ?	FP ?
FN ?	TN ?

# ЗАДАЧКА

1: БОЛЕН

0: ЗДОРОВ

ID	МОДЕЛЬ	НА САМОМ ДЕЛЕ
01	1	1
02	1	0
03	0	0
04	0	0
05	1	1
06	1	1
07	0	1
08	1	1
09	1	0
10	1	1

	Actual Cancer = Yes	Actual Cancer = No
Predicted Cancer = Yes	True Positive (TP)	False Positive (FP)
Predicted Cancer = No	False Negative (FN)	True Negative (TN)

TP 5	FP 2
FN 1	TN 2

# ЗАДАЧКА

1: БОЛЕН

0: ЗДОРОВ

ID	МОДЕЛЬ	НА САМОМ ДЕЛЕ
01	1	1
02	1	0
03	0	0
04	0	0
05	1	1
06	1	1
07	0	1
08	1	1
09	1	0
10	1	1

	Actual Cancer = Yes	Actual Cancer = No
Predicted Cancer = Yes	True Positive (TP)	False Positive (FP)
Predicted Cancer = No	False Negative (FN)	True Negative (TN)

TP 50%	FP 20%
FN 10%	TN 20%

# Метрики классификации

- Самая простая метрика качества алгоритма, решающего задачу классификации, – это доля правильных ответов (*accuracy*).

$$\text{Accuracy} = \frac{tp + tn}{tp + tn + fp + fn}$$

# ЗАДАЧКА

1: БОЛЕН

0: ЗДОРОВ

ID	МОДЕЛЬ	НА САМОМ ДЕЛЕ
01	1	1
02	1	0
03	0	0
04	0	0
05	1	1
06	1	1
07	0	1
08	1	1
09	1	0
10	1	1

$$\text{Accuracy} = \frac{tp + tn}{tp + tn + fp + fn}$$

	Actual Cancer = Yes	Actual Cancer = No
Predicted Cancer = Yes	True Positive (TP)	False Positive (FP)
Predicted Cancer = No	False Negative (FN)	True Negative (TN)

TP 50%	FP 20%
FN 10%	TN 20%

Accuracy = ?

# ЗАДАЧКА

1: БОЛЕН

0: ЗДОРОВ

ID	МОДЕЛЬ	НА САМОМ ДЕЛЕ
01	1	1
02	1	0
03	0	0
04	0	0
05	1	1
06	1	1
07	0	1
08	1	1
09	1	0
10	1	1

$$\text{Accuracy} = \frac{tp + tn}{tp + tn + fp + fn}$$

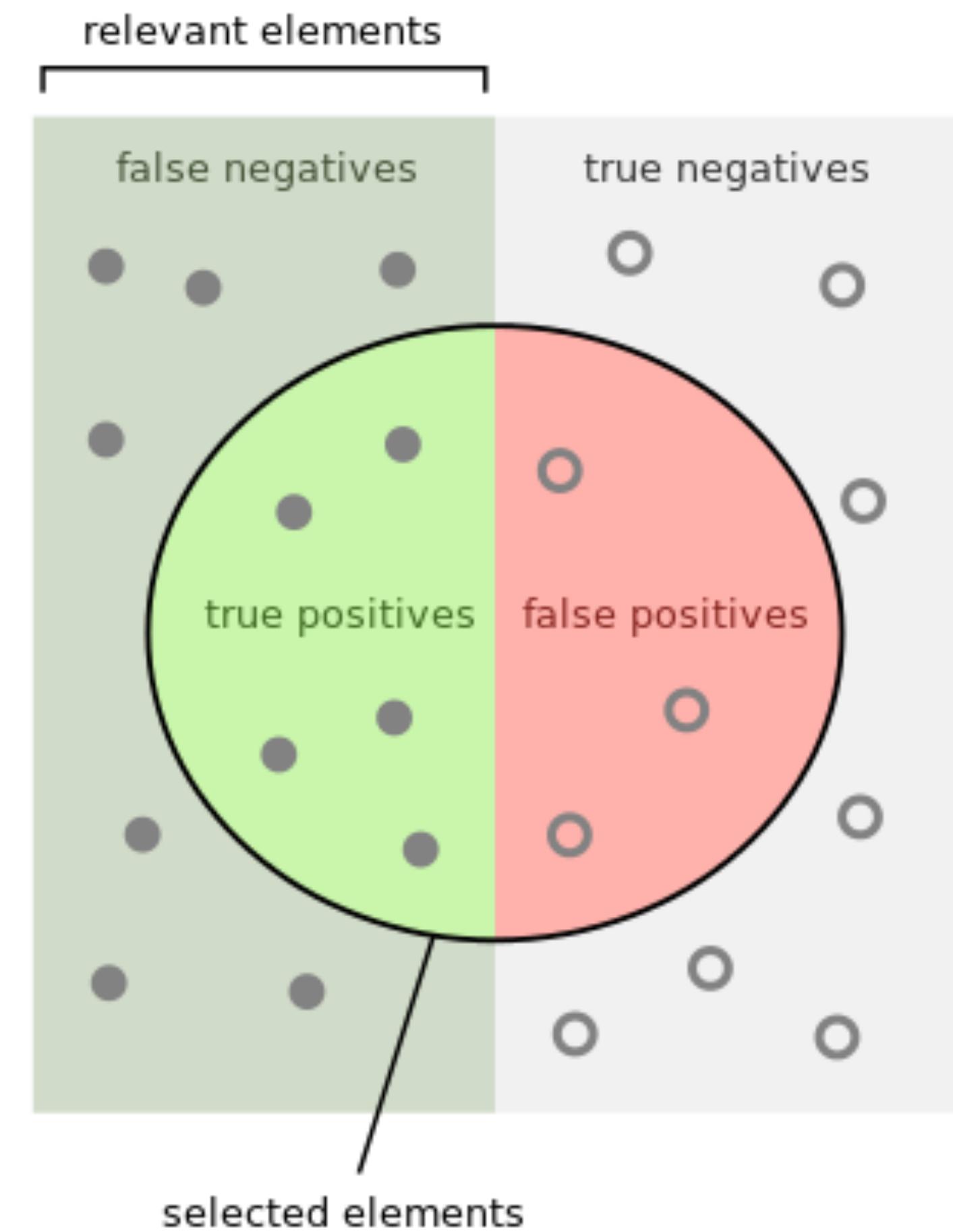
	Actual Cancer = Yes	Actual Cancer = No
Predicted Cancer = Yes	True Positive (TP)	False Positive (FP)
Predicted Cancer = No	False Negative (FN)	True Negative (TN)

TP 50%	FP 20%
FN 10%	TN 20%

$$\text{Accuracy} = (5+2)/(5+2+1+2) = 0.7$$
$$\text{Accuracy} = 70\%$$

# Метрики классификации

- Precision (точность) = количество правильно классифицированных объектов / общее количество предсказанных объектов
  - Сколько найденных объектов оказались правильными?
- Recall (полнота) = количество правильно классифицированных объектов / общее количество настоящих объектов
  - Сколько объектов из всех имеющихся мы нашли?



How many selected items are relevant?

$$\text{Precision} = \frac{\text{true positives}}{\text{true positives} + \text{false positives}}$$

How many relevant items are selected?

$$\text{Recall} = \frac{\text{true positives}}{\text{true positives} + \text{false negatives}}$$

# ЗАДАЧКА

1: БОЛЕН

0: ЗДОРОВ

ID	МОДЕЛЬ	НА САМОМ ДЕЛЕ
01	1	1
02	1	0
03	0	0
04	0	0
05	1	1
06	1	1
07	0	1
08	1	1
09	1	0
10	1	1

$$\text{Precision} = \frac{tp}{tp + fp}$$

$$\text{Recall} = \frac{tp}{tp + fn}$$

TP 50%	FP 20%
FN 10%	TN 20%

$$\text{Precision} = 5/(5+2) = 0.7$$

$$\text{Recall} = 5/(5+1) = 0.8$$

# Домашнее задание

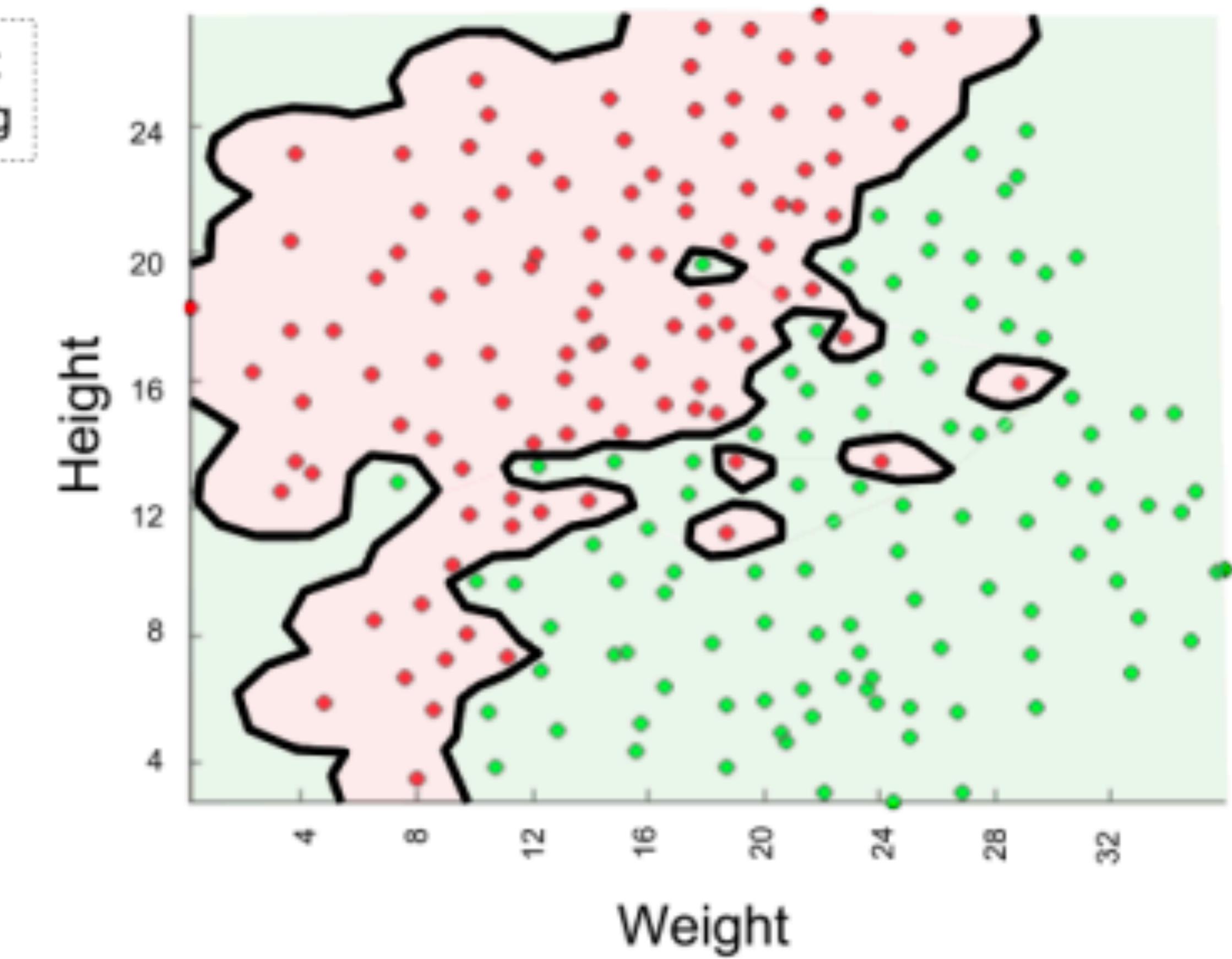
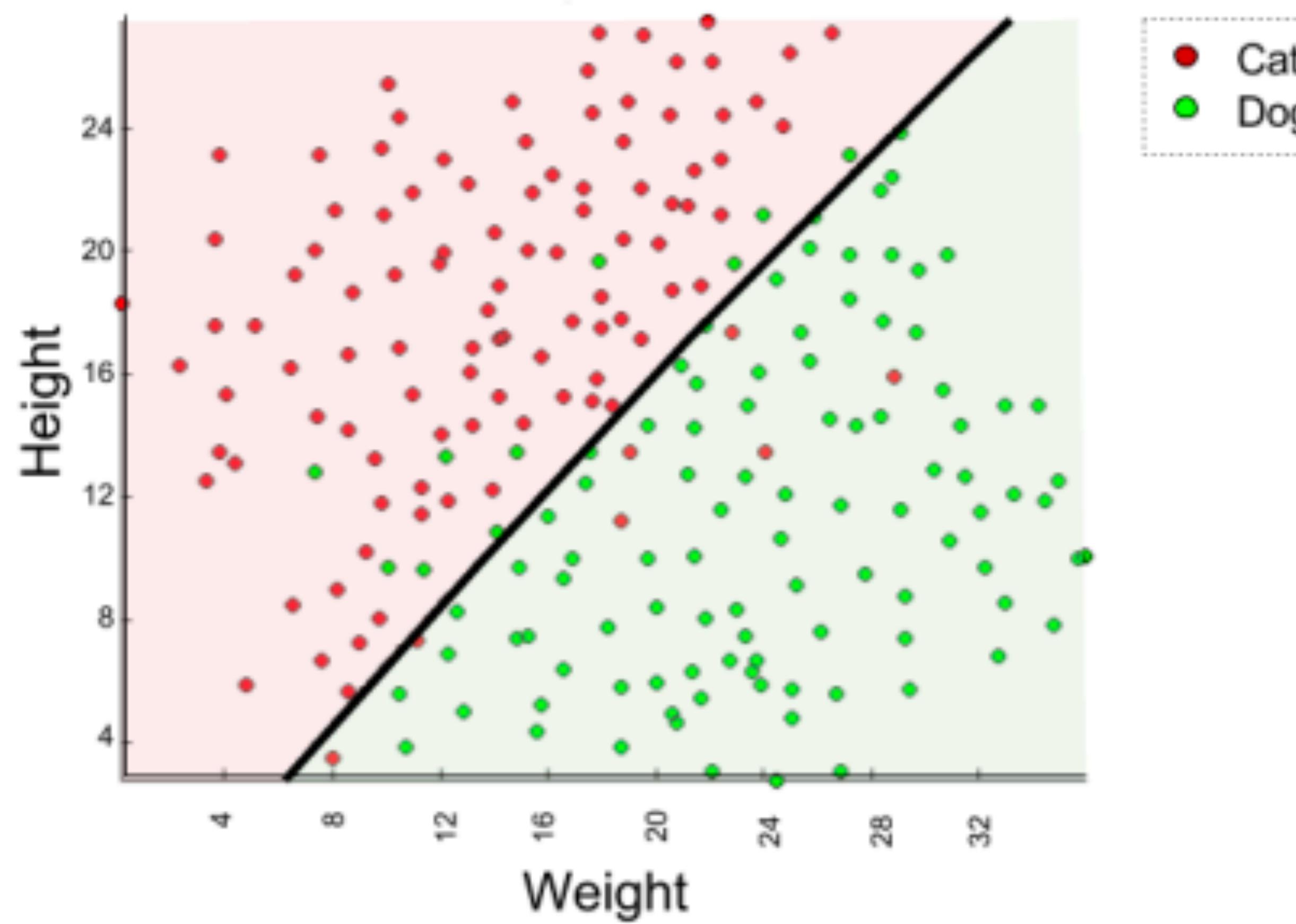
- Метрики классификации
- Скачать файл: <http://bit.ly/368IUqS>
- Дедлайн 24 января

# Домашнее задание

- В файле данные -- 100 объектов тестовой выборки (пациенты больницы).
- Известно, что среди них 1 больной (единица в столбце "На самом деле") и 99 здоровых (нули в том же столбце).
- Вам нужно:
  - 1) тремя разными способами заполнить столбец "Модель". То есть придумать, как алгоритм предсказал (классифицировал) больных и здоровых людей (смотрите пример в слайдах).
  - 2) Посчитать для этих трех способов метрики: accuracy, precision, recall (формулы есть в презентации).
  - 3) Прислать результаты мне - и ваши данные, и результаты. Также приветствуются комментарии, если обнаружите какую-то закономерность (как ведет себя precision и recall).

# Переобучение

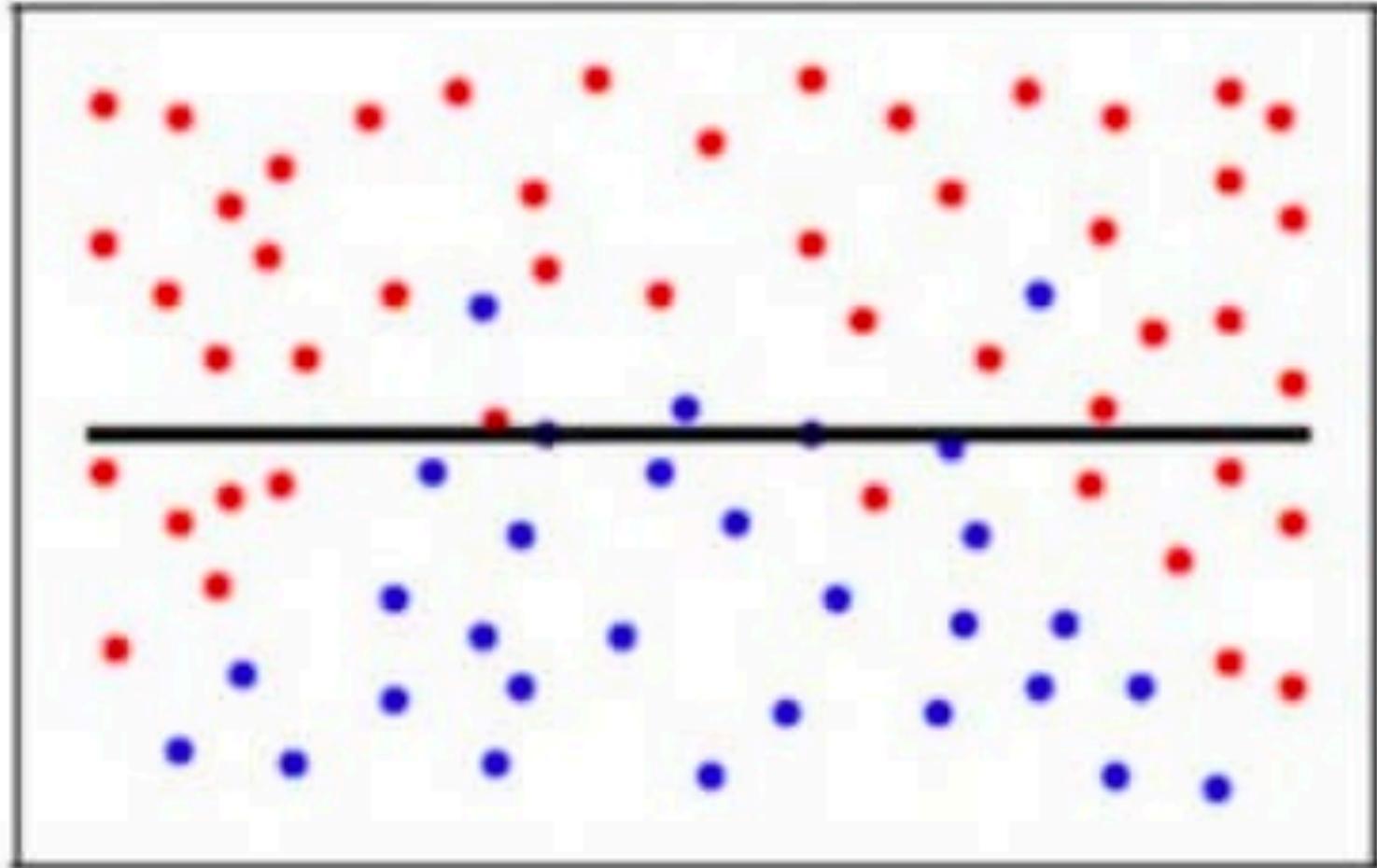
- *Переобучение* (overfitting) – явление, при котором ошибка модели на объектах, не участвовавших в обучении, оказывается существенно выше, чем ошибка на объектах, участвовавших в обучении.
- Причины: модель выучивает какие-то закономерности, которых нет в генеральной совокупности (и в новых данных, к которым она будет применяться).
- Например, в тестовой выборке были шумы или неправильно размеченные объекты.



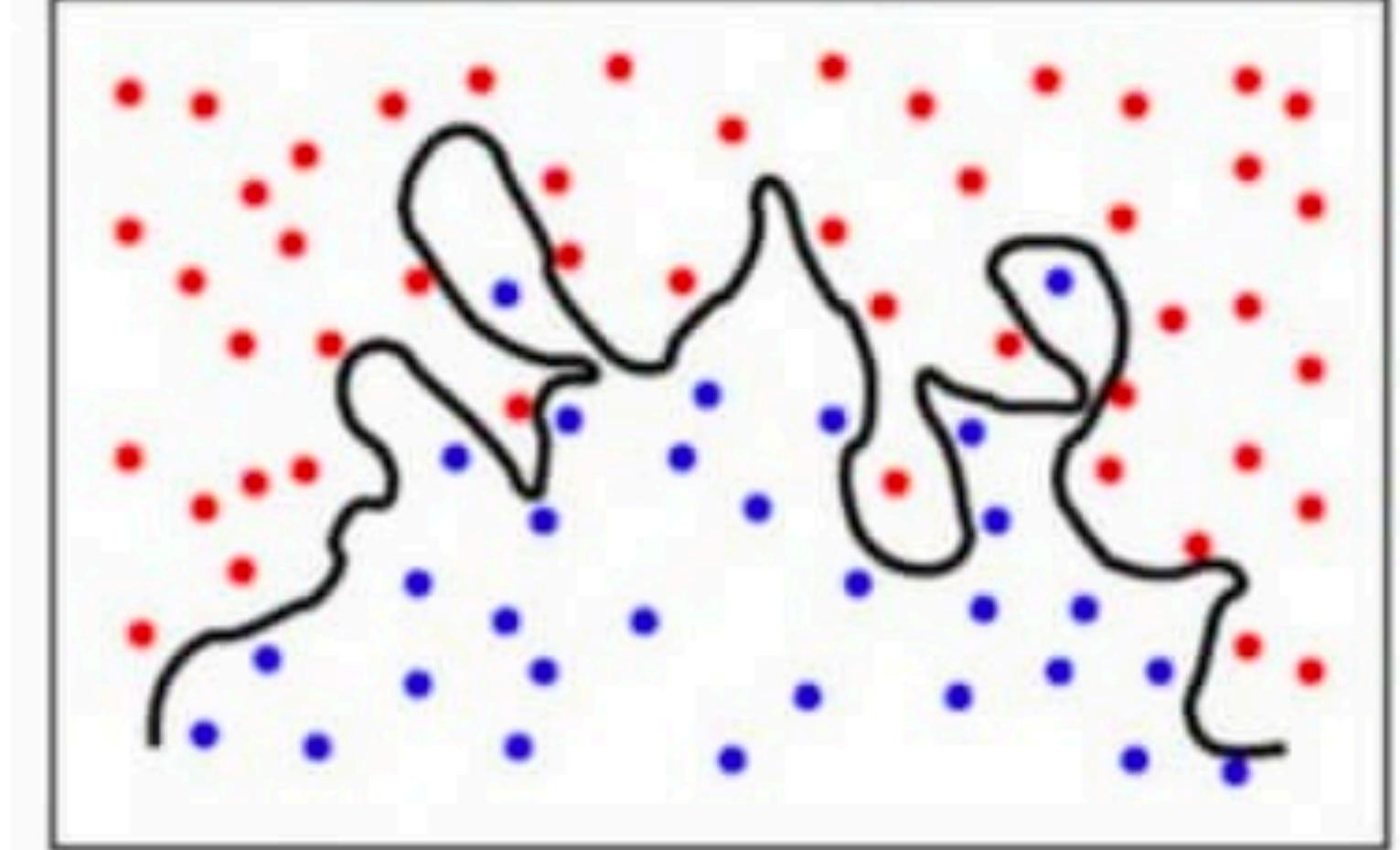
# Недообучение

- *Недообучение* (underfitting) – явление, при котором ошибка обученной модели оказывается слишком большой.
- Недообучение возникает при использовании слишком простых моделей.

## Underfitting



## Overfitting



# **Обучение с учителем: регрессия**

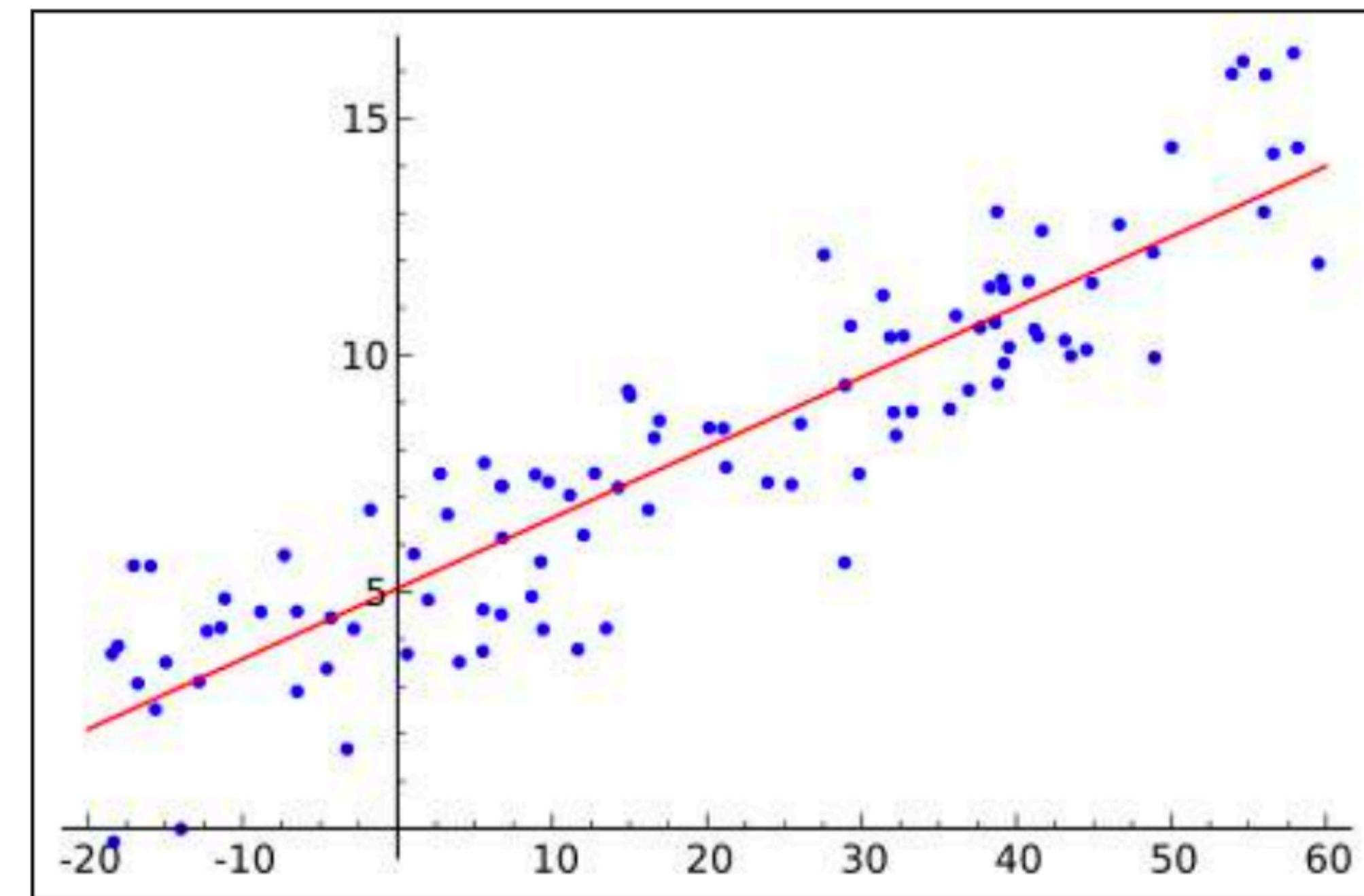
# Задача регрессии

Вход (обучающая выборка):

Признаки N объектов с известными значениями прогнозируемого вещественного параметра объекта

Выход:

Алгоритм, прогнозирующий значение вещественной величины по признакам объекта



# Примеры регрессии

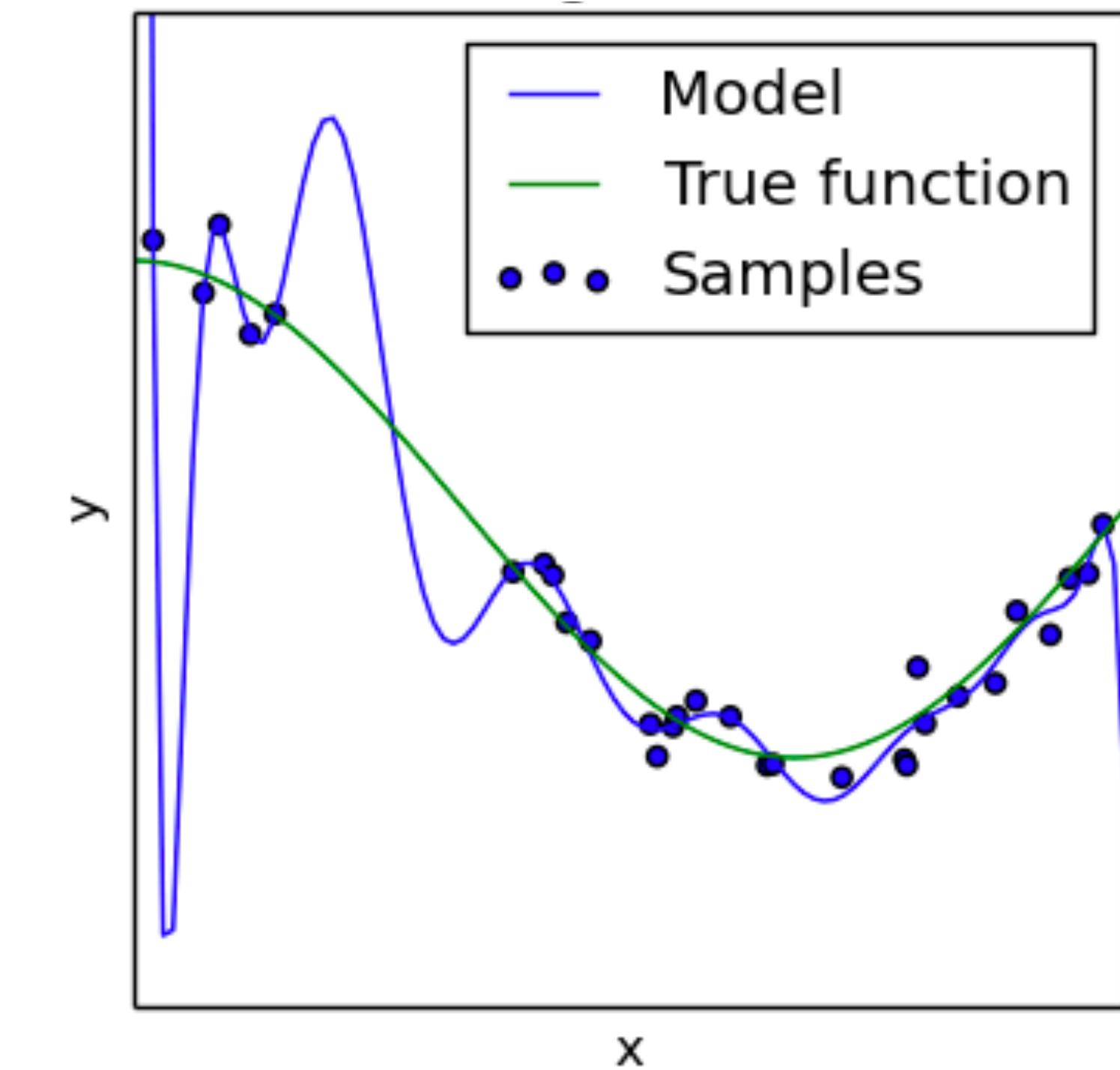
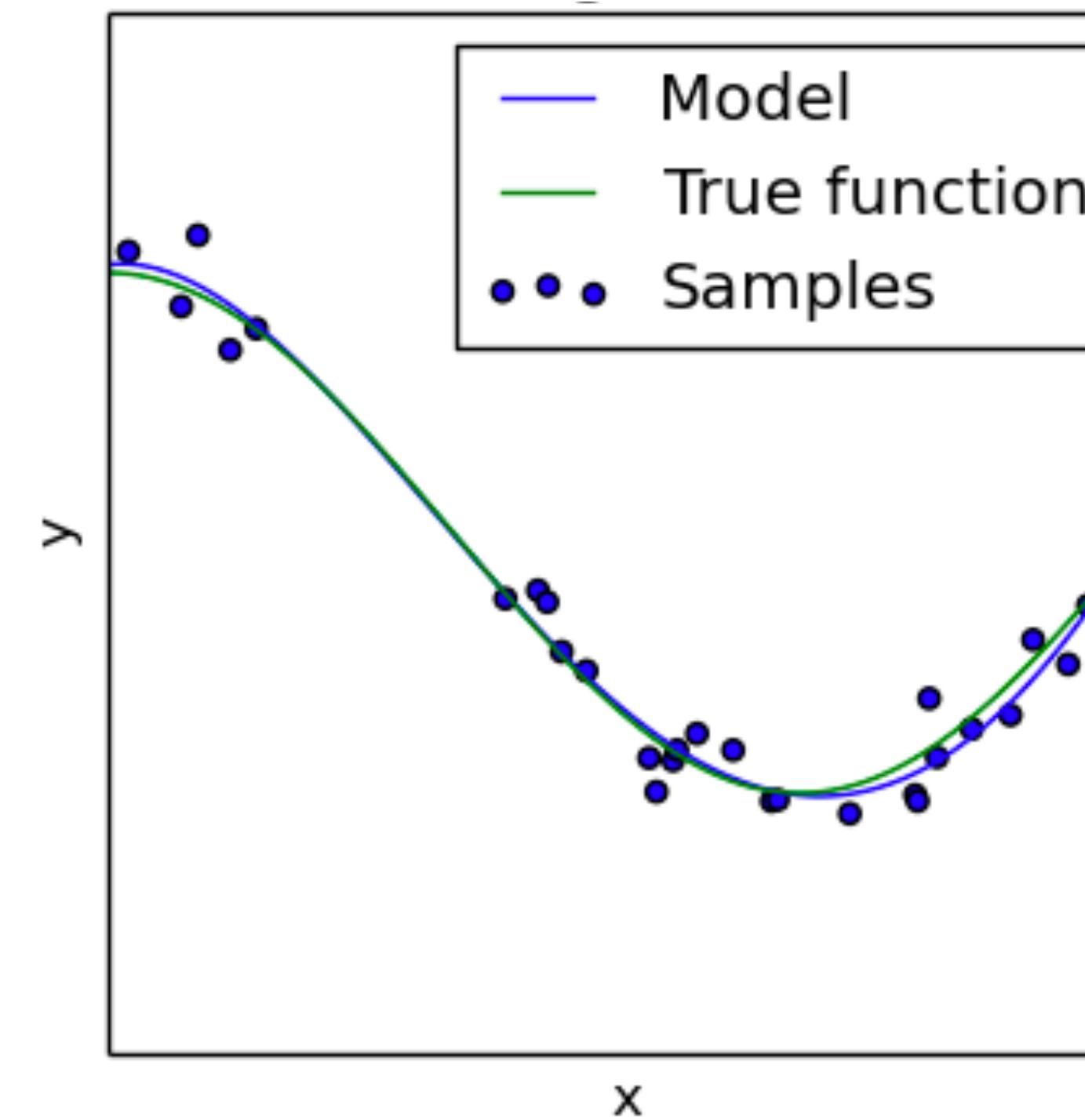
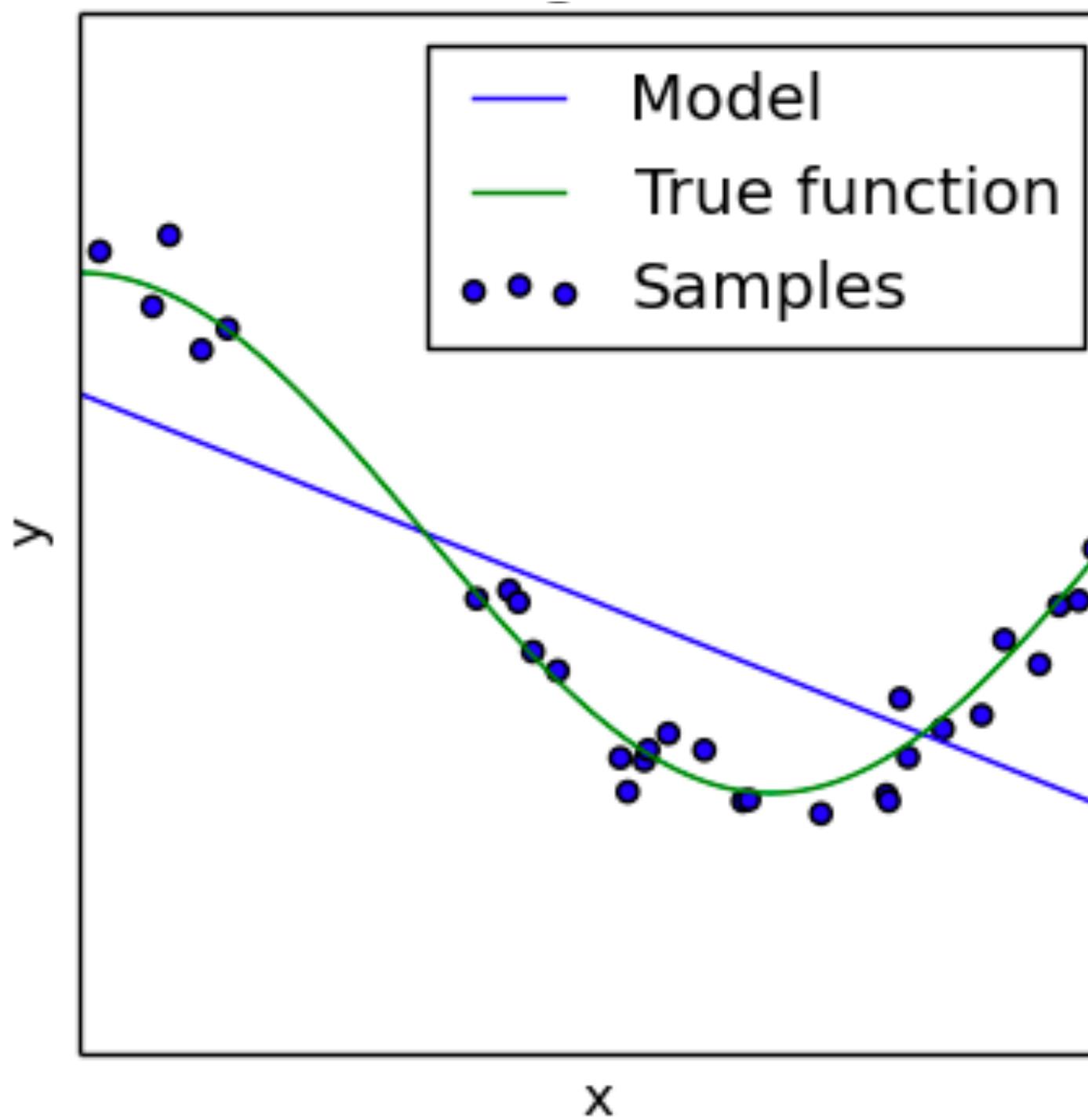
- Предсказание цены квартиры. Признаками – площадь жилья, расположение, наличие мебели.
- Предсказание температуры в конкретный день. Признаками – значения температуры в предшествующие дни в географически соседних точках.
- Предсказание курса валюты. Признаки – значения той же величины в прошлом.

Приведите еще примеры

# Примеры регрессии

- Предсказание arousal/valence по голосовым признакам
- Предсказание частоты сердцебиений по видео
- Предсказание положения части тела на изображении

# Недообучение и Переобучение



# To Do

- Зайти на [репозиторий курса](#)
- Записаться на групповую [презентацию](#) (!!)
- Изучить [материалы](#) по групповым проектам
- Распределиться по группам и начать думать про [проект](#)