



# Машинное обучение в науках о Земле

Михаил Криницкий

К.Т.Н.

Зав. лабораторией машинного обучения в науках о Земле МФТИ  
с.н.с. Института океанологии РАН им. П.П. Ширшова

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ

# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ



**Искусственный интеллект (ИИ)** - это наука и инженерная технология создания интеллектуальных машин, и в особенности интеллектуальных компьютерных программ. ИИ связан со сходной задачей использования компьютеров для понимания человеческого интеллекта, но не обязательно ограничивается биологически правдоподобными методами.

Дж. МакКarti, 1956г.

**ИИ** - научное направление, в рамках которого **ставятся и решаются задачи** аппаратного или программного **моделирования** тех **видов человеческой деятельности**, которые **традиционно считаются интеллектуальными**

# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

ISO/IEC 22989:2022 (<https://www.iso.org/standard/74296.html> )

Определения ИИ:

def. #2121393

branch of computer science devoted to developing data processing systems that perform functions **normally associated with human intelligence**, such as reasoning, learning, and self-improvement

def. #2123769

interdisciplinary field, usually regarded as a branch of computer science, dealing with models and systems for the performance of functions **generally associated with human intelligence**, such as reasoning and learning

def. #2123770

capability of a functional unit to perform functions that are generally **associated with human intelligence** such as reasoning and learning

AI system:

engineered system that generates outputs such as content, forecasts, recommendations or decisions for a given set of human-defined objectives

# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

**2007 г.\***: коллекция более, чем 70 определений интеллекта

**2019 г.\*\***: Francois Chollet – наиболее современная попытка дать определение интеллекта с акцентом на AI и его алгоритмическую реализацию

The intelligence of a system is a measure of its skill-acquisition efficiency over a scope of tasks, with respect to priors, experience, and generalization difficulty.

Интеллект системы – это мера эффективности ее способности приобретать навыки в различных задачах при условии заданных априорных предпосылок, опыта и сложности необходимых обобщений.

\*Legg, Shane, and Marcus Hutter. "A collection of definitions of intelligence." *Frontiers in Artificial Intelligence and applications* 157 (2007): 17. <https://doi.org/10.48550/arXiv.0706.3639>

\*\*Chollet, François. "On the measure of intelligence." arXiv preprint arXiv:1911.01547 (2019). <https://arxiv.org/abs/1911.01547>

# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

**2007 г.\***: коллекция более, чем 70 определений интеллекта

**2019 г.\*\***: Francois Chollet – наиболее современная попытка дать определение интеллекта с акцентом на AI и его алгоритмическую реализацию

**2024 г.\*\*\***: Gignac and Szodorai – наиболее современная попытка дать определения человеческому и искусственному интеллектам

**human intelligence** is a human's maximal capacity to achieve a novel goal successfully using perceptual-cognitive processes.

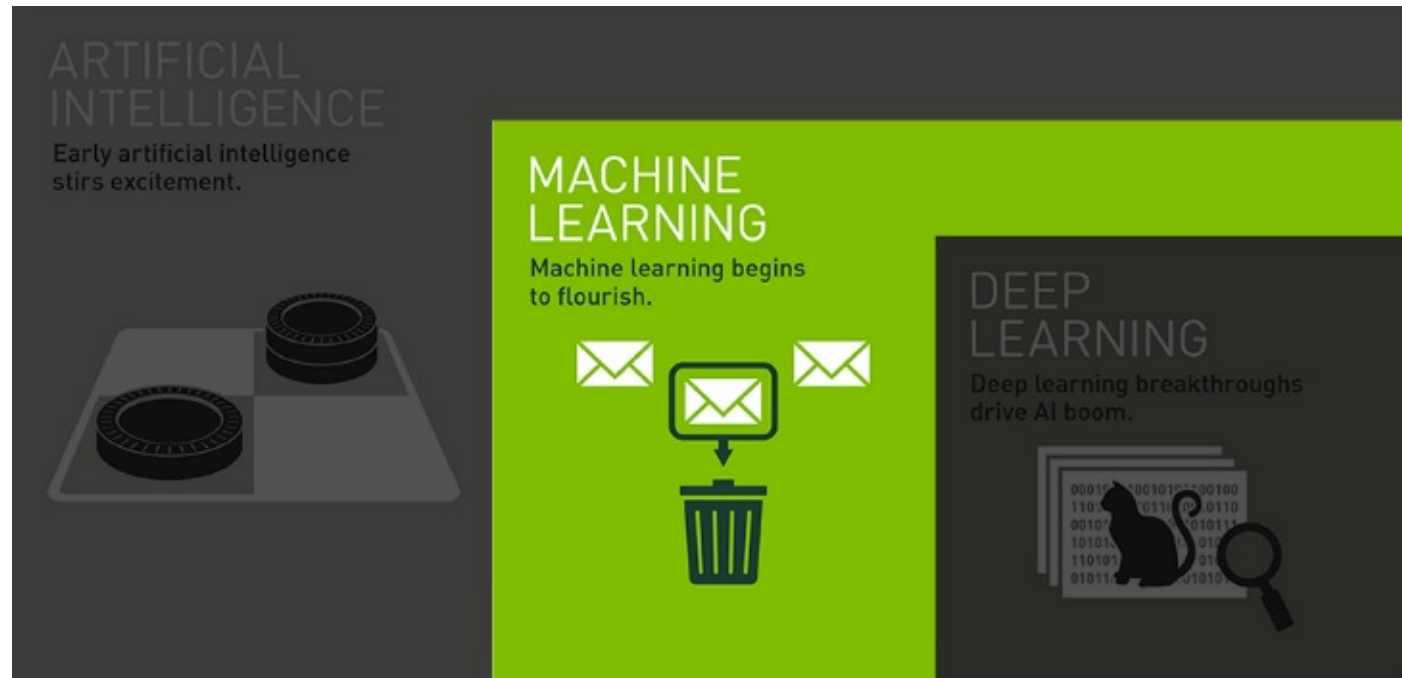
**artificial intelligence** is the maximal capacity of an artificial system to successfully achieve a novel goal through computational algorithms

\*Legg, Shane, and Marcus Hutter. "A collection of definitions of intelligence." *Frontiers in Artificial Intelligence and applications* 157 (2007): 17. <https://doi.org/10.48550/arXiv.0706.3639>

\*\*Chollet, François. "On the measure of intelligence." arXiv preprint arXiv:1911.01547 (2019). <https://arxiv.org/abs/1911.01547>

\*\*\* Gignac, Gilles E., and Eva T. Szodorai. "Defining intelligence: Bridging the gap between human and artificial perspectives." *Intelligence* 104 (2024): 101832.

# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ

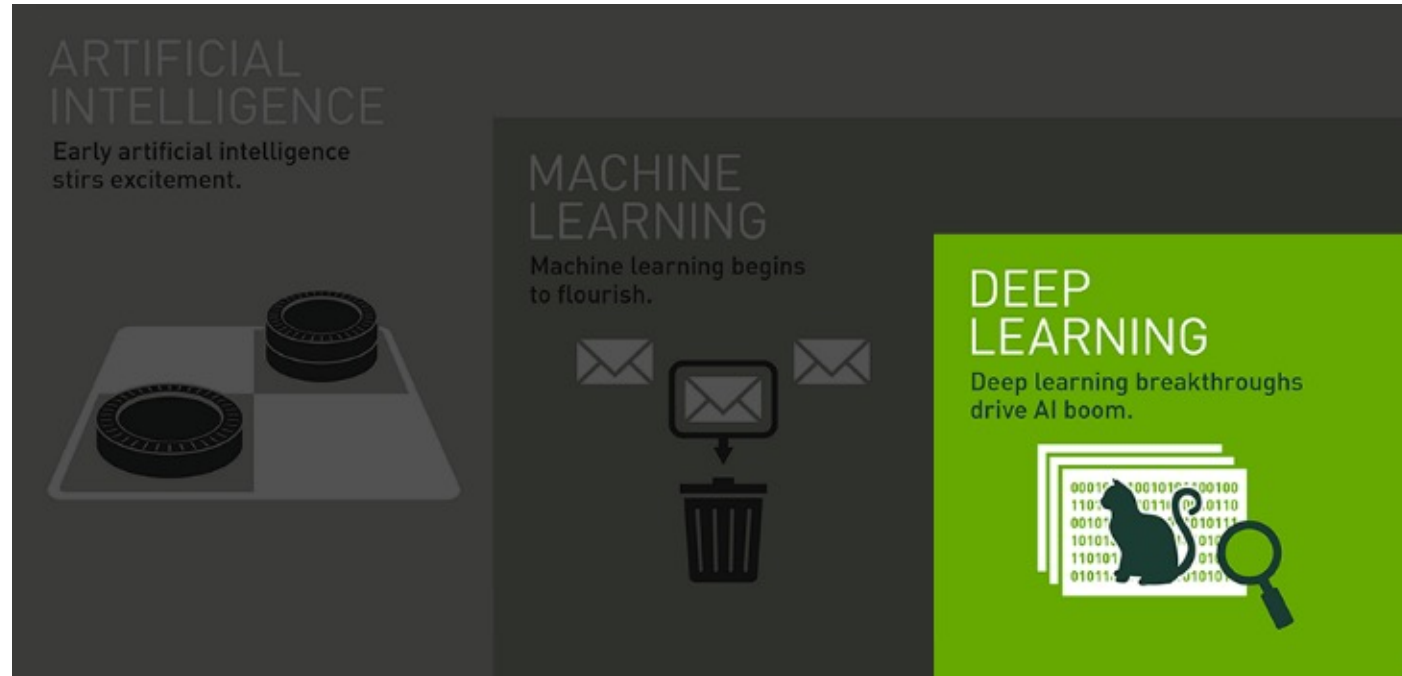


## Машинное обучение (МО)

«область компьютерных наук, придающих способность компьютерам обучаться без необходимости явно их программировать»<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>A. L. Samuel, Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. IBM Journal of Research and Development, vol. 3, no. 3, p.p. 210-229, July 1959. doi: 10.1147/rd.33.0210

# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ



## Глубинное обучение (Deep Learning, DL)

Совокупность **методов машинного обучения**, основанных на обучении представлениям данных, а не специализированным алгоритмам, предназначенным для решения конкретных задач.



# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

## ЧЕМ ЗАНИМАЮТСЯ ФИЗИКИ?

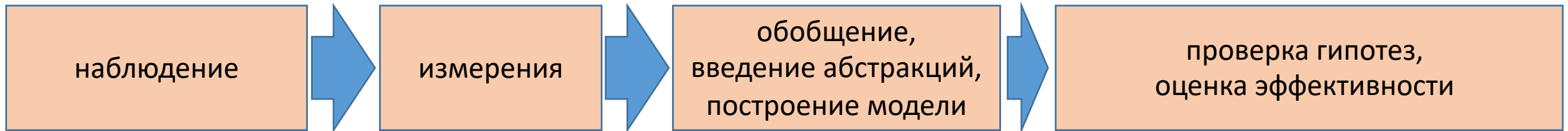
ПРЕДЛАГАЮТ МОДЕЛИ наблюдаемых процессов (**какие?..**)

ПРОВЕРЯЮТ - ОЦЕНИВАЮТ ЭФФЕКТИВНОСТЬ (**как?..**)

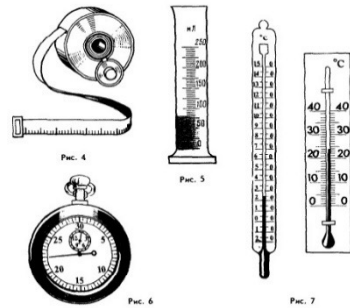
ПРИМЕНЯЮТ НА ПРАКТИКЕ

# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

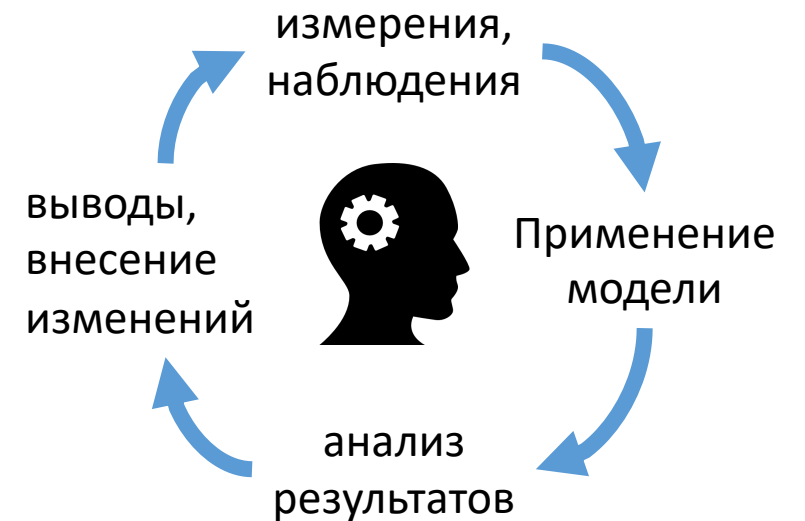
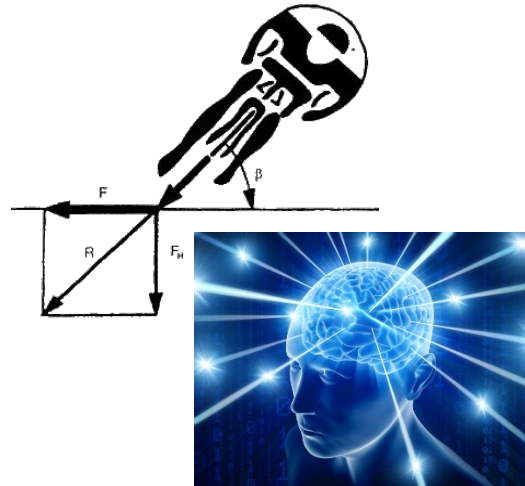
## КАК проводятся физические исследования?



by Frits Ahlefeldt



Настоящая наука начинается с тех пор, как начинают измерять.  
Точная наука немыслима без меры.  
Д.И. Менделеев



# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Когда (человеку) непонятно, что происходит

**но делать-то что-то надо**

наблюдение

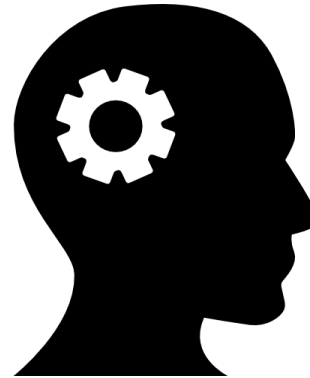
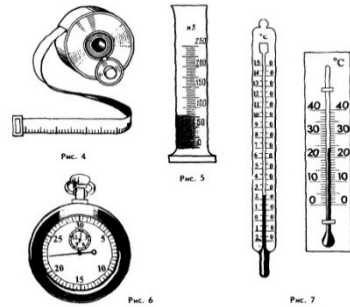
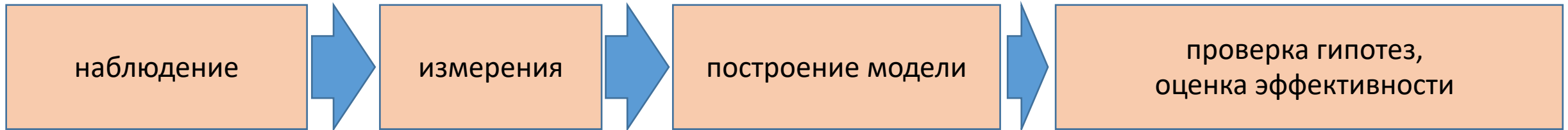


by Frits Ahlefeldt

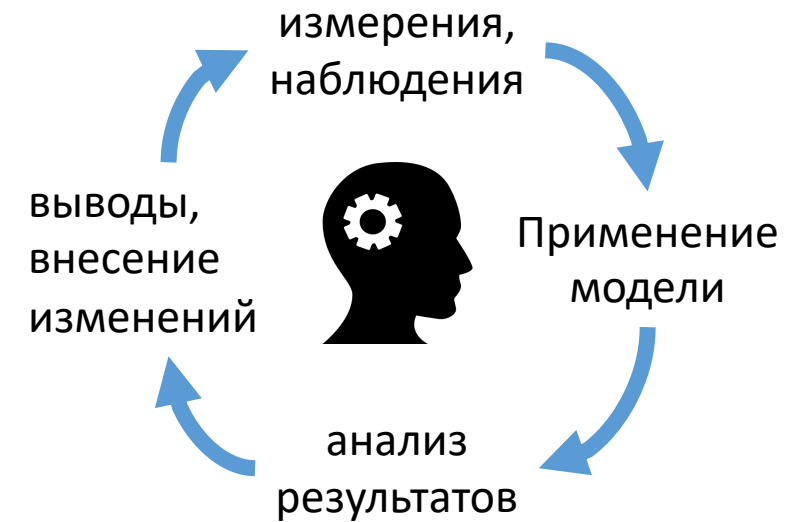
# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Когда (человеку) непонятно, что происходит

все равно строим модель



обобщение ?  
введение абстракций ?



# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Когда (**человеку**) непонятно, что происходит

**все равно строим модель**

- Для чего? Какова цель?
- Что у нас для этого есть?
- Какого рода модель?
- Какая должна быть модель?

# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Когда (**человеку**) непонятно, что происходит  
**все равно строим модель**

- Для чего? Какова цель?
- Оценить неизвестную(ые) величину(ы)  $\{y_i\}$
- Что у нас для этого есть?
- 
- Какого рода модель?
- 
- Какая должна быть модель?
-

# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Когда (**человеку**) непонятно, что происходит  
**все равно строим модель**

- Для чего? Какова цель?
- Что у нас для этого есть?
- Какого рода модель?
- Какая должна быть модель?
- Оценить неизвестную(ые) величину(ы)  $\{y_i\}$
- Данные измерений  $\{x_i\}$  (желательно релевантных задаче)

# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Когда (**человеку**) непонятно, что происходит  
**все равно строим модель**

- Для чего? Какова цель?
- Что у нас для этого есть?
- Какого рода модель?
- Какая должна быть модель?
- Оценить неизвестную(ые) величину(ы)  $\{y_i\}$
- Данные измерений  $\{x_i\}$
- $\mathcal{F}: \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{Y}$



# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Когда (**человеку**) непонятно, что происходит  
**все равно строим модель**

- Для чего? Какова цель?
- Что у нас для этого есть?
- Какого рода модель?
- Какая должна быть модель?
- Оценить неизвестную(ые) величину(ы)  $\{y_i\}$
- Данные измерений  $\{x_i\}$
- $\mathcal{F}: \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{Y}$
- Обобщающая. Достоверная (в каком смысле?)

Применимая.

# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Когда (**человеку**) непонятно, что происходит  
все равно строим модель

**КАК?**

# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Когда (**человеку**) непонятно, что происходит  
**все равно строим модель**

## КАК?

Методы машинного обучения

Искусственный интеллект

Теория Вапника-Червоненкиса

Статистическая теория восстановления  
зависимостей по эмпирическим данным

Машинный интеллект

# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

строим модель для решения задачи

типы задач МО

# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

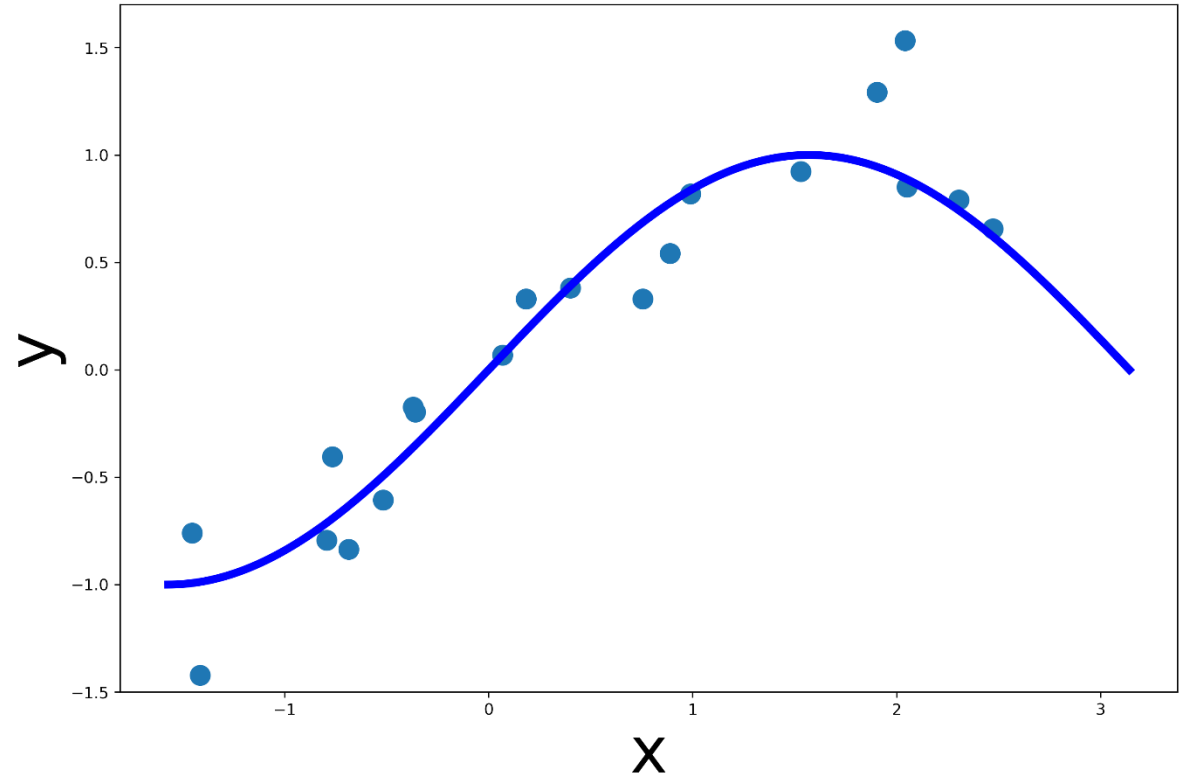
строим модель для решения задачи

типы задач:

○ «Обучение с учителем»

- восстановление регрессии

**что я хочу?** – значение ***y***



# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

строим модель для решения задачи

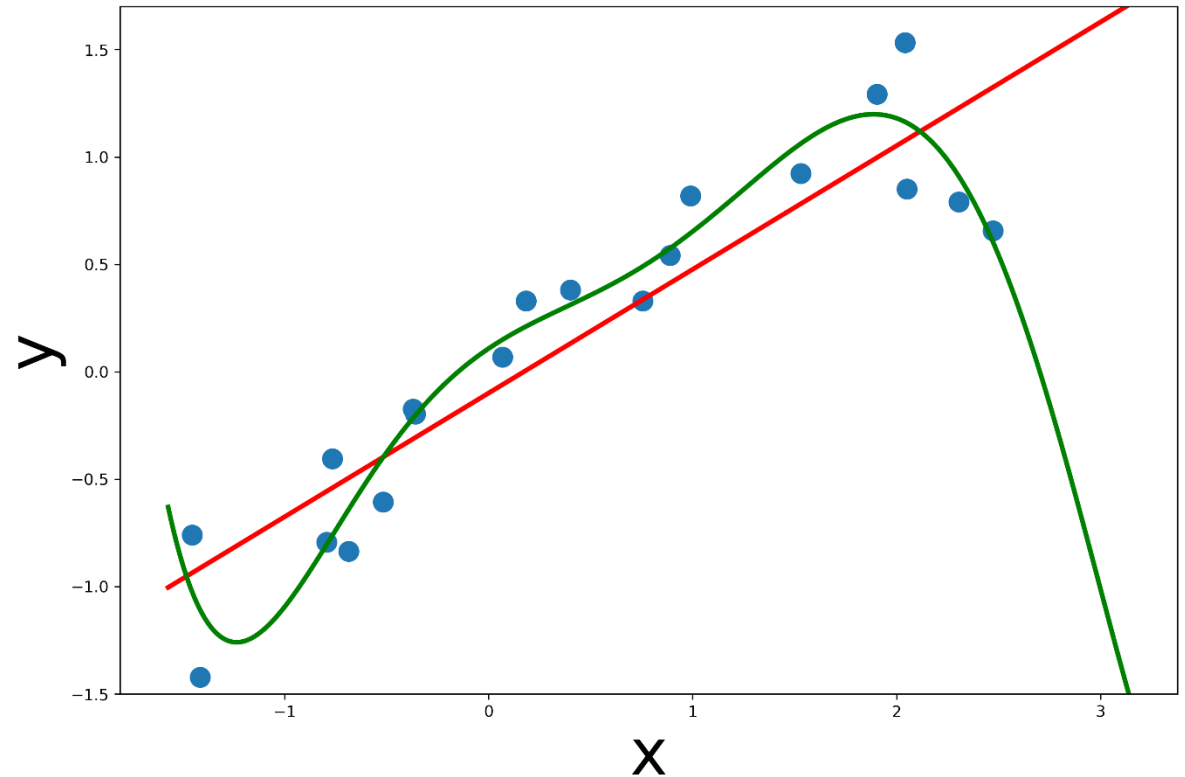
типы задач:

○ «Обучение с учителем»

- восстановление регрессии

$$\hat{y} = ax + b$$

$$\hat{y} = p^{(6)}(x)$$



# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

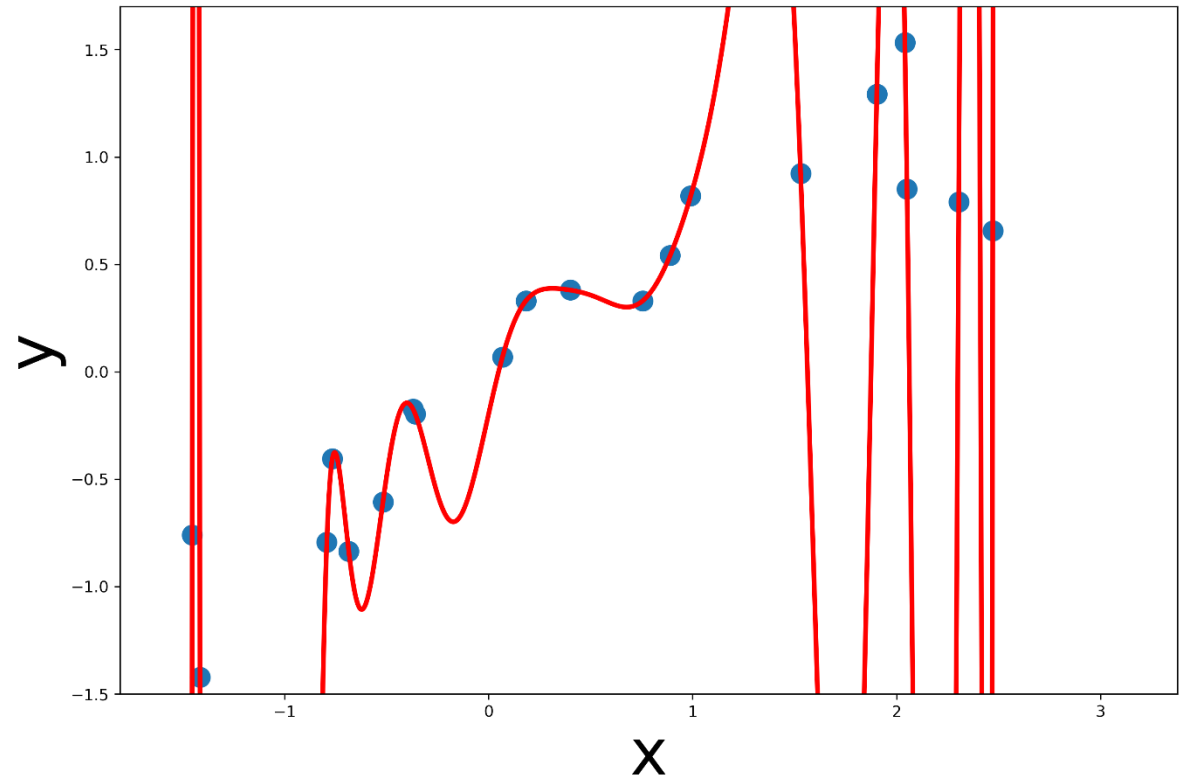
строим модель для решения задачи

типы задач:

○ «Обучение с учителем»

- восстановление регрессии

$$\hat{y} = p^{(20)}(x)$$



«переобучение»

# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

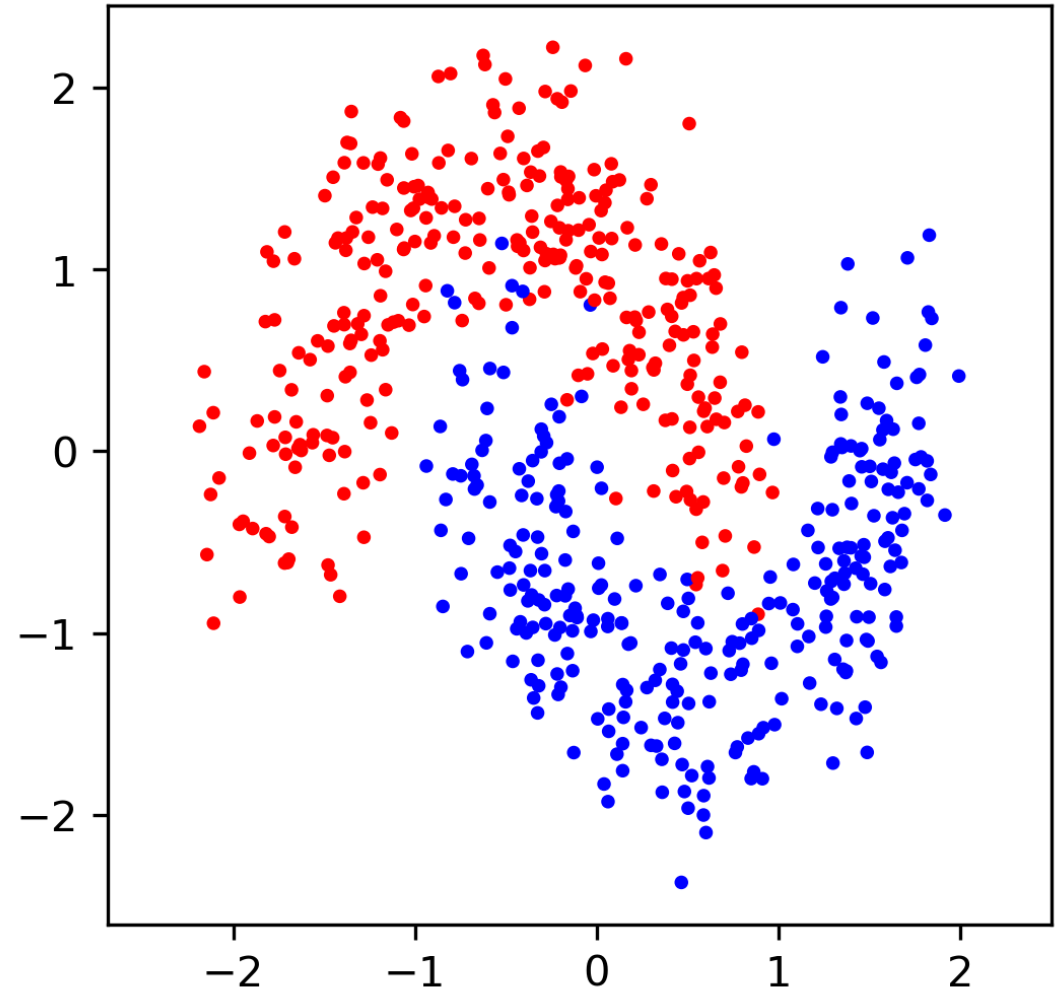
строим модель для решения задачи

типы задач:

○ «Обучение с учителем»

- восстановление регрессии
- классификация

**что я хочу?** — метку класса  
(красный или синий?)





# ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

строим модель для решения задачи

типы задач:

○ «Обучение с учителем»

- восстановление регрессии
- классификация

$$\hat{p}(\text{красный}) = f(x)$$

$$\hat{p}(\text{синий}) = 1 - f(x)$$

