



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

Михаил Криницкий

к.т.н., с.н.с. ИО РАН, доцент Физтеха

разработка и анализ алгоритмов, основанных на методах машинного обучения и глубокого обучения, в применении к задачам наук о Земле

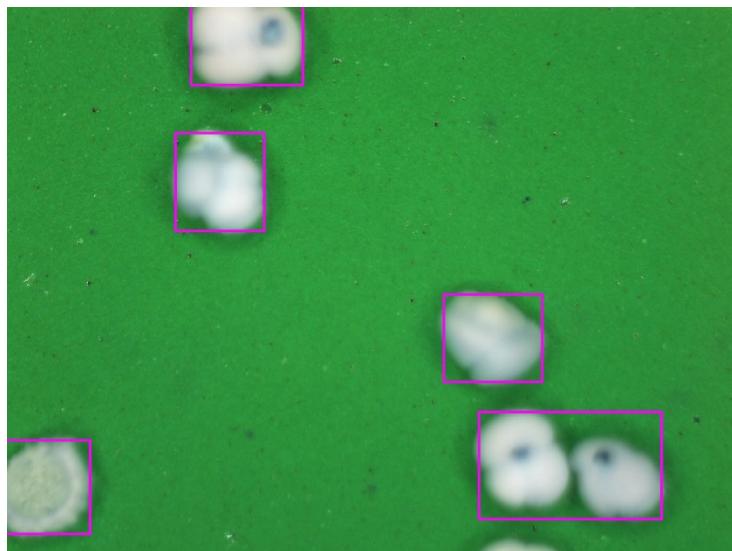


Михаил Криницкий

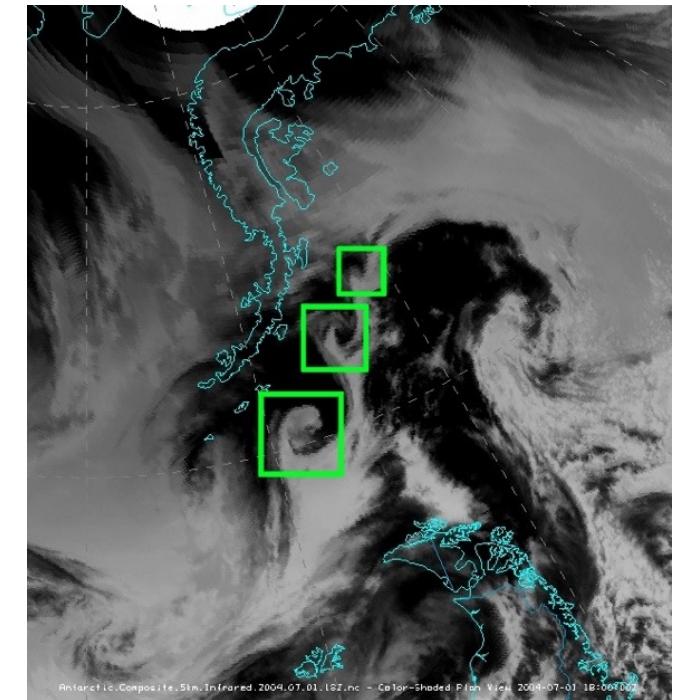
к.т.н., с.н.с. ИО РАН, доцент Физтеха



Обработка метеоснимков



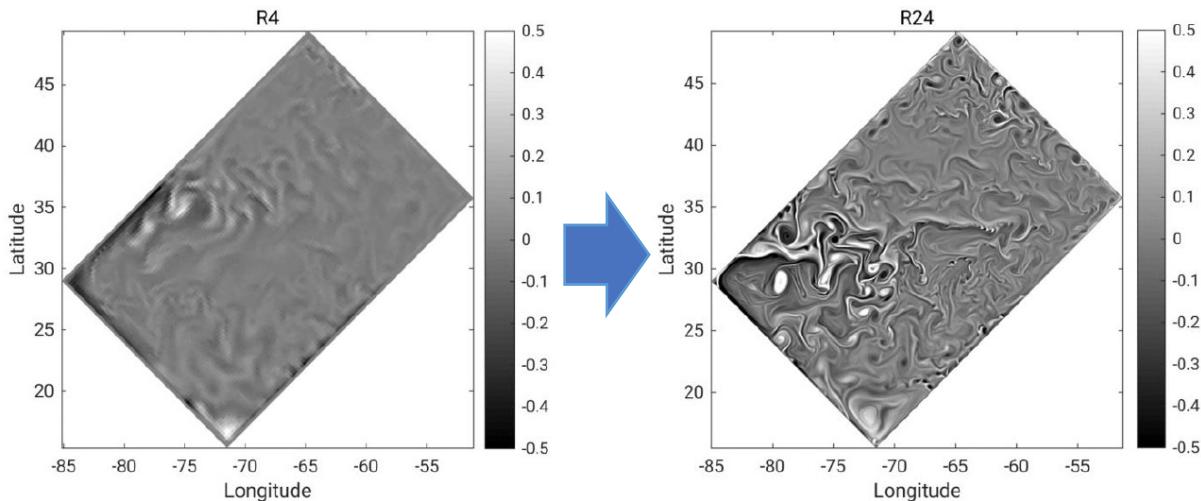
Анализ геологических микроснимков



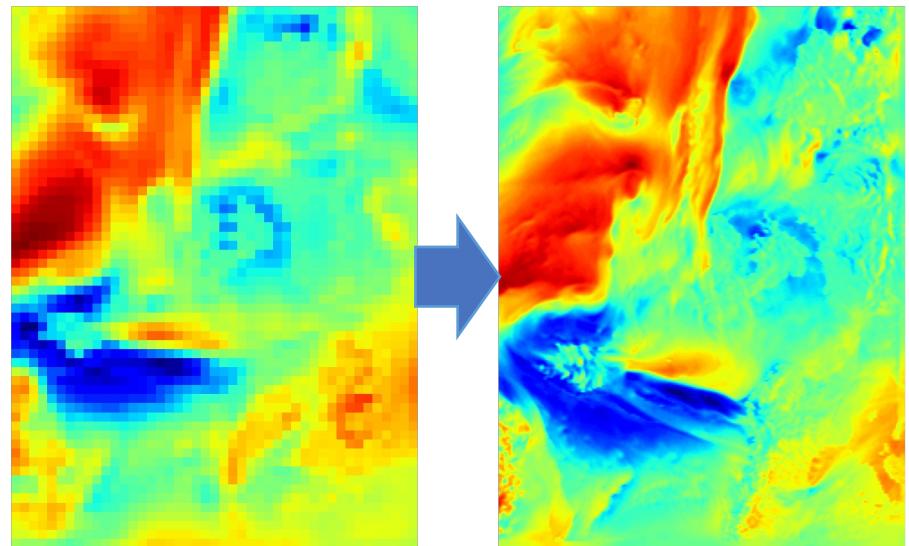
Анализ спутниковых снимков

Михаил Криницкий

к.т.н., с.н.с. ИО РАН, доцент Физтеха



Масштабирование динамики течений



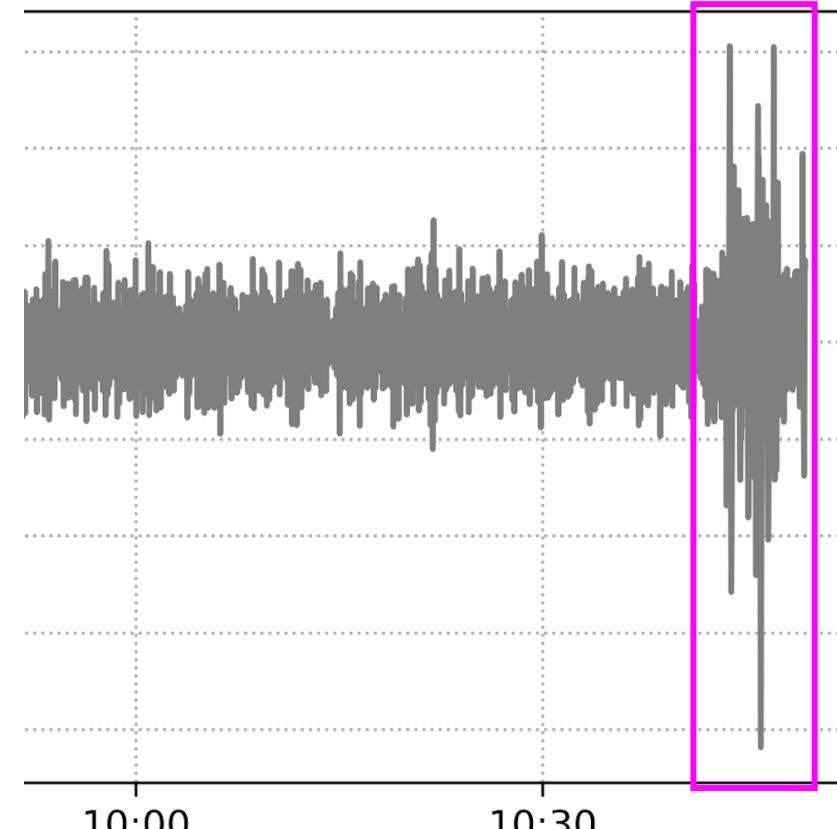
Масштабирование скорости ветра

Михаил Криницкий

к.т.н., с.н.с. ИО РАН, доцент Физтеха



Идентификация морских млекопитающих
на учетных фотографиях



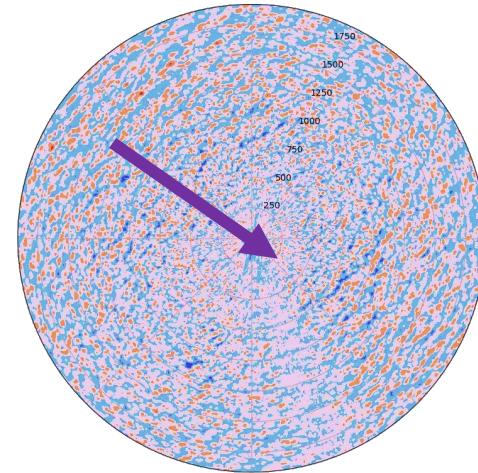
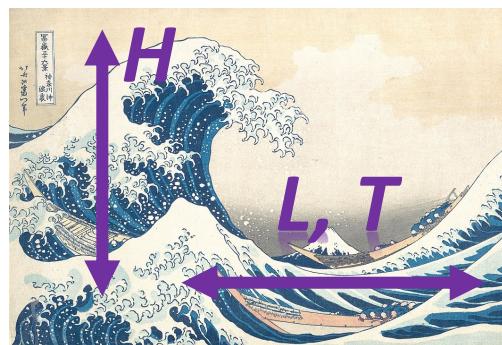
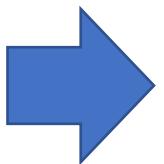
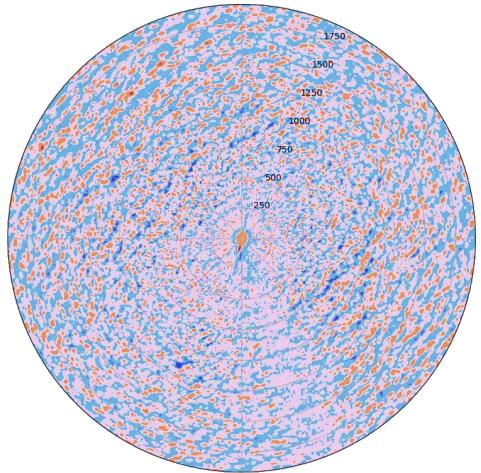
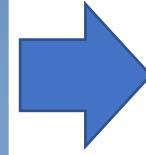
Идентификация точек смены режима
во временных рядах измерений

Михаил Криницкий

к.т.н., с.н.с. ИО РАН, доцент Физтеха



Определение характеристик ветрового волнения по данным судового навигационного радара

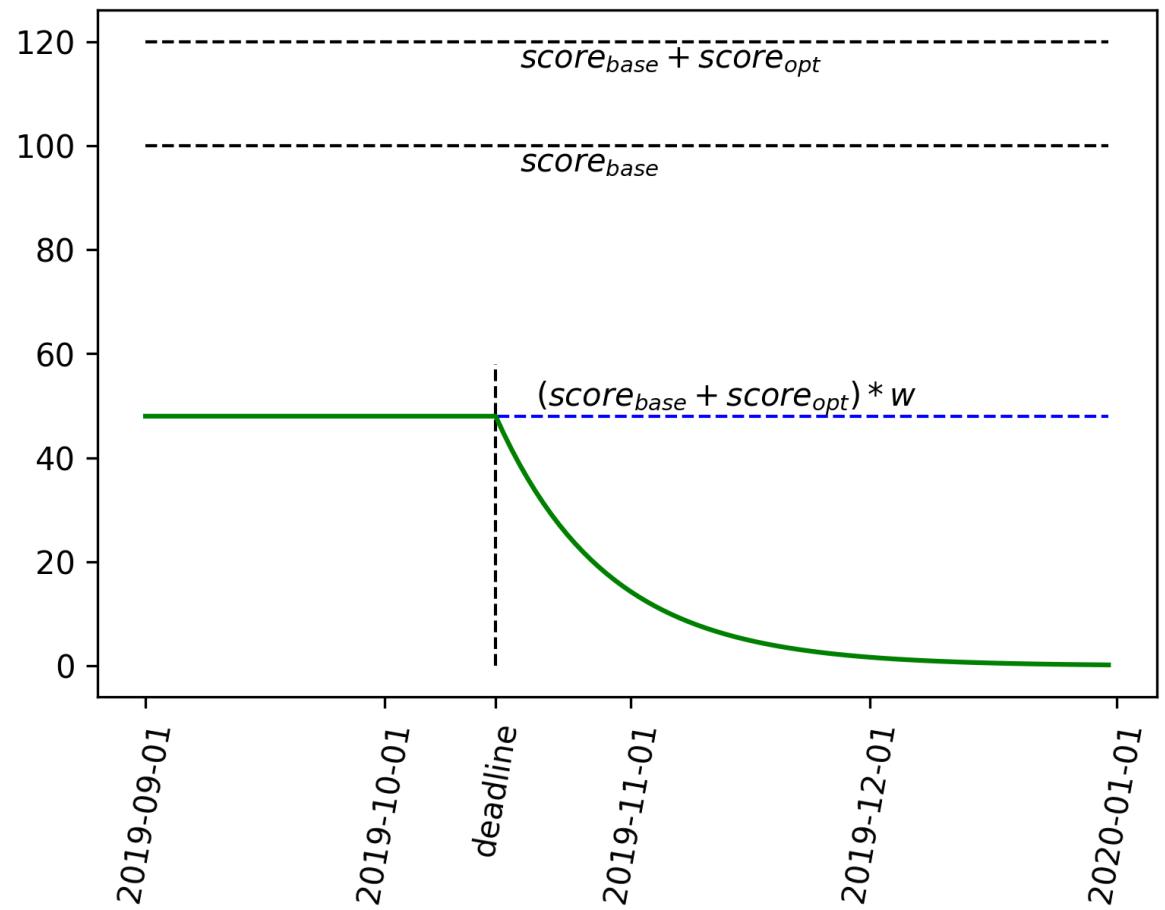


Правила курса

- Чем ниже посещаемость студента, тем более пристрастным будет зачет и диф.зачет
- Курс состоит из лекций, семинаров и домашних заданий
- Домашние задания оцениваются по 100-балльной шкале с весом задания. Результаты по ДЗ суммируется. По результатам ДЗ за семестр можно:
 - получить автозачет
 - получить допуск к зачету
 - не получить допуск к зачету

Правила оценки ДЗ

- ДЗ публикуется с указанием веса (0.4, 1.0, 1.3, etc.)
- ДЗ оценивается по 100-балльной шкале, оценка умножается на вес задания;
- Все дедлайны – «мягкие», но после дедлайна максимально достижимая оценка распадается экспоненциально.



Домашние задания (1 курс)

- ДЗ №1.1: постановка задач машинного обучения;
- ДЗ №1.2: технические основы анализа данных;
- ДЗ №1.3: вероятностная постановка задачи линейной регрессии;
- ДЗ №1.4: оценка неопределенностей в задаче регрессии;

- ДЗ №2.1: свойства модели логистической регрессии;
- ДЗ №2.2: меры качества в задаче классификации;
- ДЗ №2.3: оценка неопределенностей в задаче классификации;
- ДЗ №2.4: курсовой мини-проект (решение реальной геофизической задачи по выбору)

Темы 1го курса

- Введение в МО: классификация задач МО, способы решения задач анализа данных
- Задачи типа «обучение с учителем»: формулировка, способы решения
- Технические средства анализа данных
- Линейная регрессия: вероятностная постановка, решение в подходе оптимизации правдоподобия
- Оценка неопределенности в задачах типа «обучение с учителем»
- Градиентная оптимизация функций потерь моделей МО
- Задача классификации: формулировка, способы решения, оценка качества
- Различные модели для решения задач регрессии и классификации
- Искусственные нейронные сети (основы)
- Задачи типа «обучение без учителя» (поиск структуры в данных)

Организационные вопросы

- Материалы курса (1й год обучения):

<https://github.com/MKrinitskiy/ML4ES-F2024-S2025>

Организационные вопросы

- Дз:

krinitsky.ma@phystech.edu

<https://t.me/mkrinitskiy>



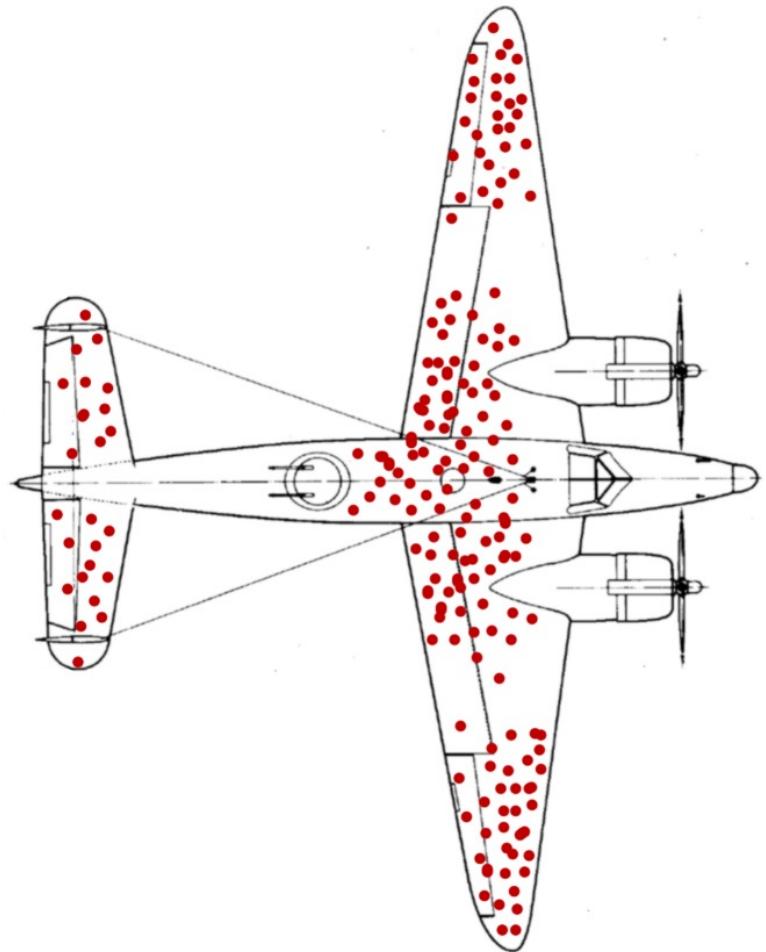
НАЗНАЧЕНИЕ КУРСА

Ошибка выживших



Абрахам Вальд

Ошибка выживших



Абрахам Вальд

Ошибка выживших



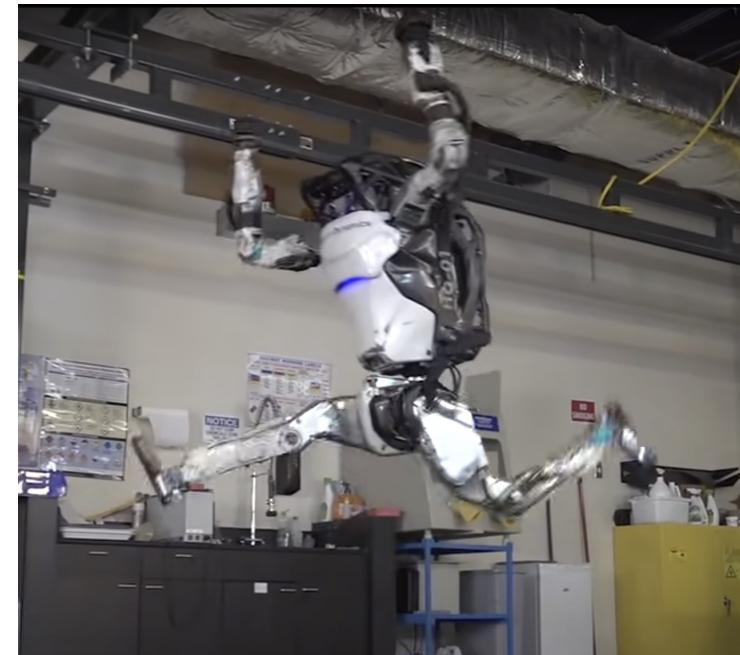
Output ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

Hidden Layer ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

Hidden Layer ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

Hidden Layer ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

Input ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●



Абрахам Вальд

ML4ES

Цель курса:

Повысить шансы на «выживание» исследования

Дать понимание, «куда воевать» в деле обработки геофизических данных с акцентом на применение МО

Дать понимание, «куда копать», если модель МО не работает или работает не так, как хочется

ML4ES

Этот курс пригодится, если:

- Нужно уметь ставить задачи и находить методы их решения (навык «квалифицированного заказчика»)
- Нужно разбираться в особенностях современных технологий обработки данных, которые все чаще применяется в задачах геофизики
- Нужно применять МО в своей научной деятельности
- Нужно настроить «детектор кошки на своем участке» - решать простые бытовые задачи с использованием МО
- Нужно понимать особенности современных технологий машинного обучения, применяемых в индустрии, в транспорте, в банках, *etc.*
- ...



Введение

Михаил Криницкий

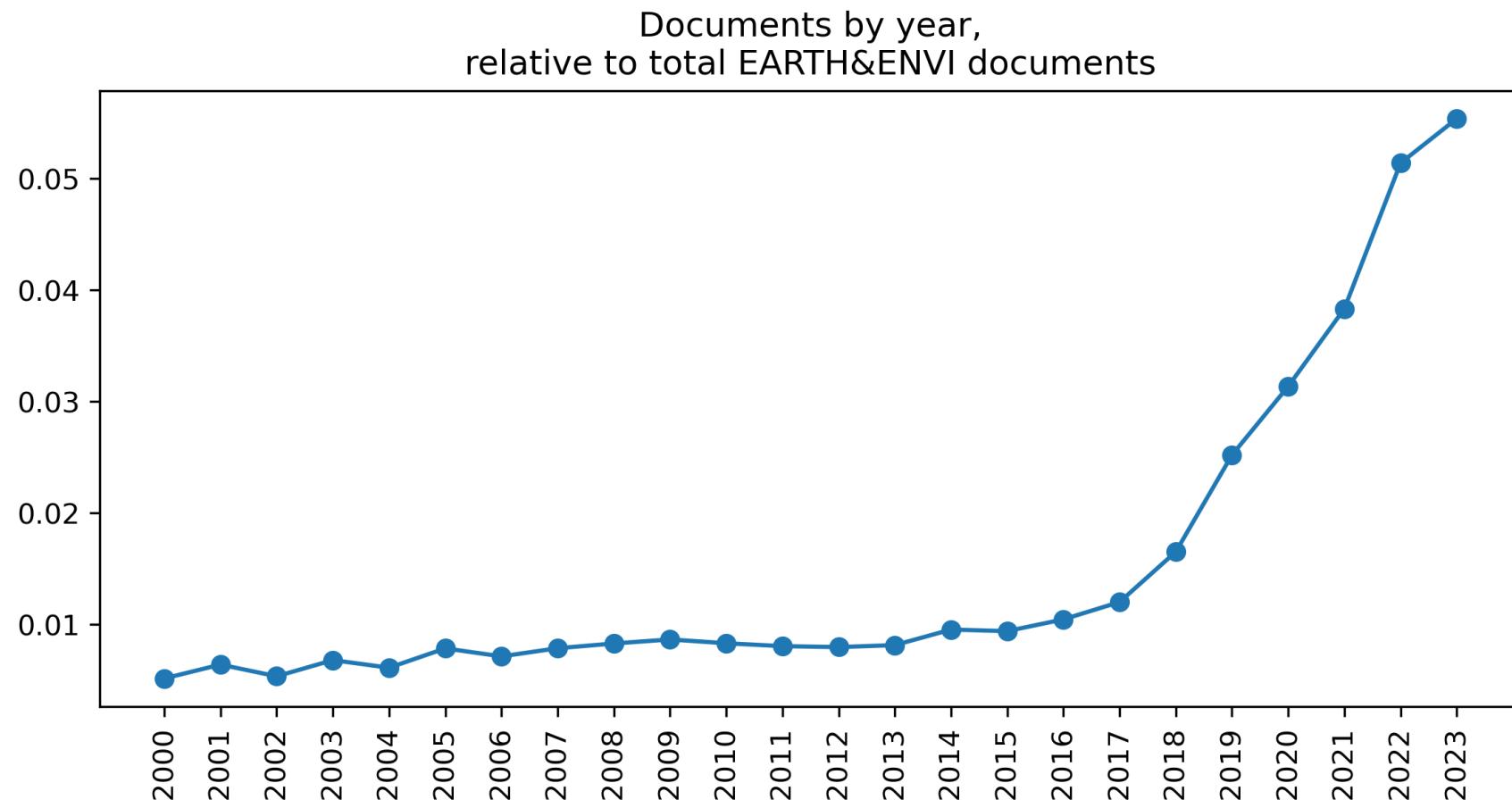
к.т.н.

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

Осторожно, демотиватор

МО в науках о Земле

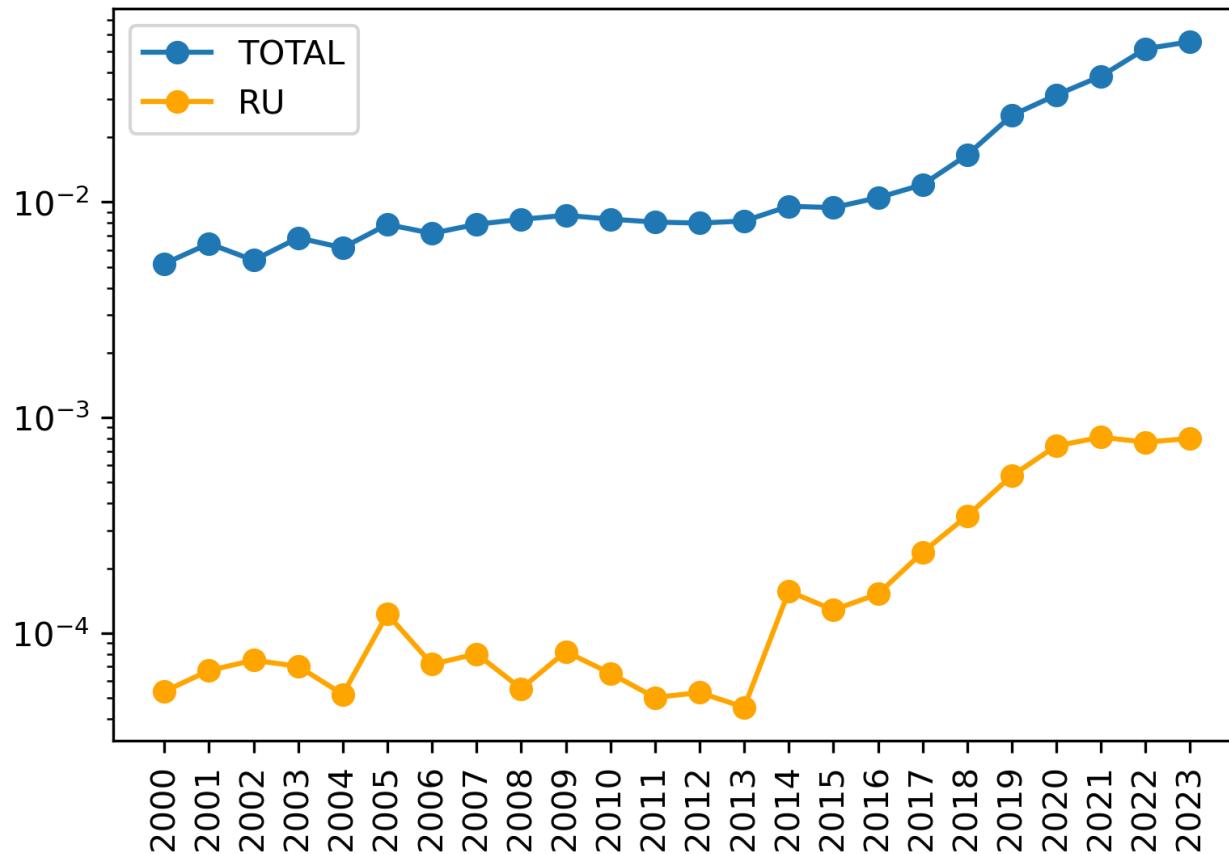
Статьи в рецензируемых журналах по тематике “Environmental sciences” и “Earth sciences” с применением методов машинного обучения. По данным Scopus.



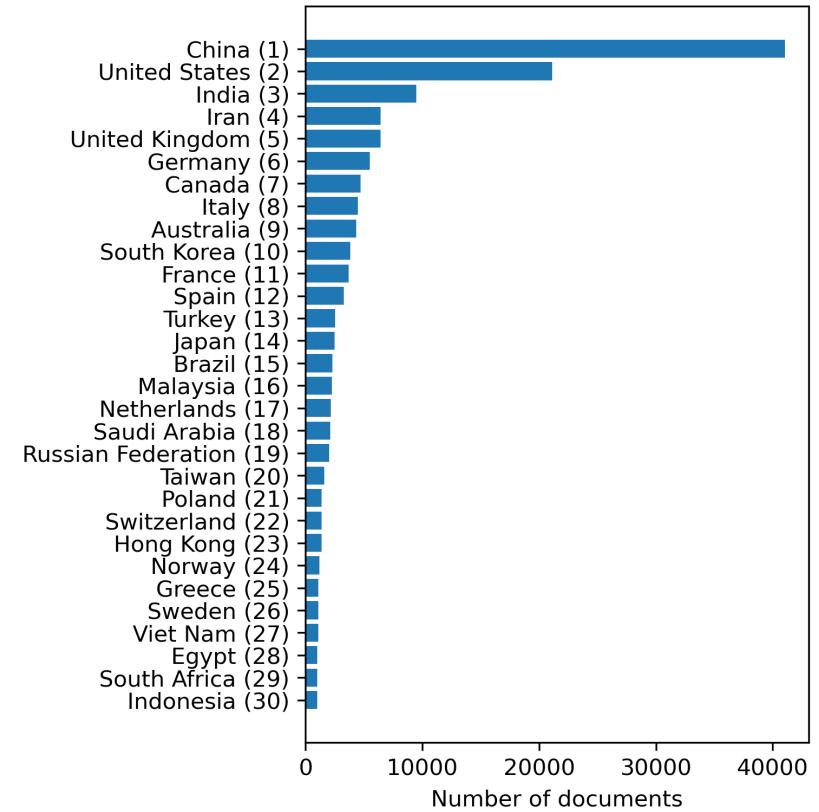
МО в науках о Земле

Статьи в рецензируемых журналах по тематике “Environmental sciences” и “Earth sciences” с применением методов машинного обучения. По данным Scopus.

Documents by year,
relative to total EARTH&ENVI documents

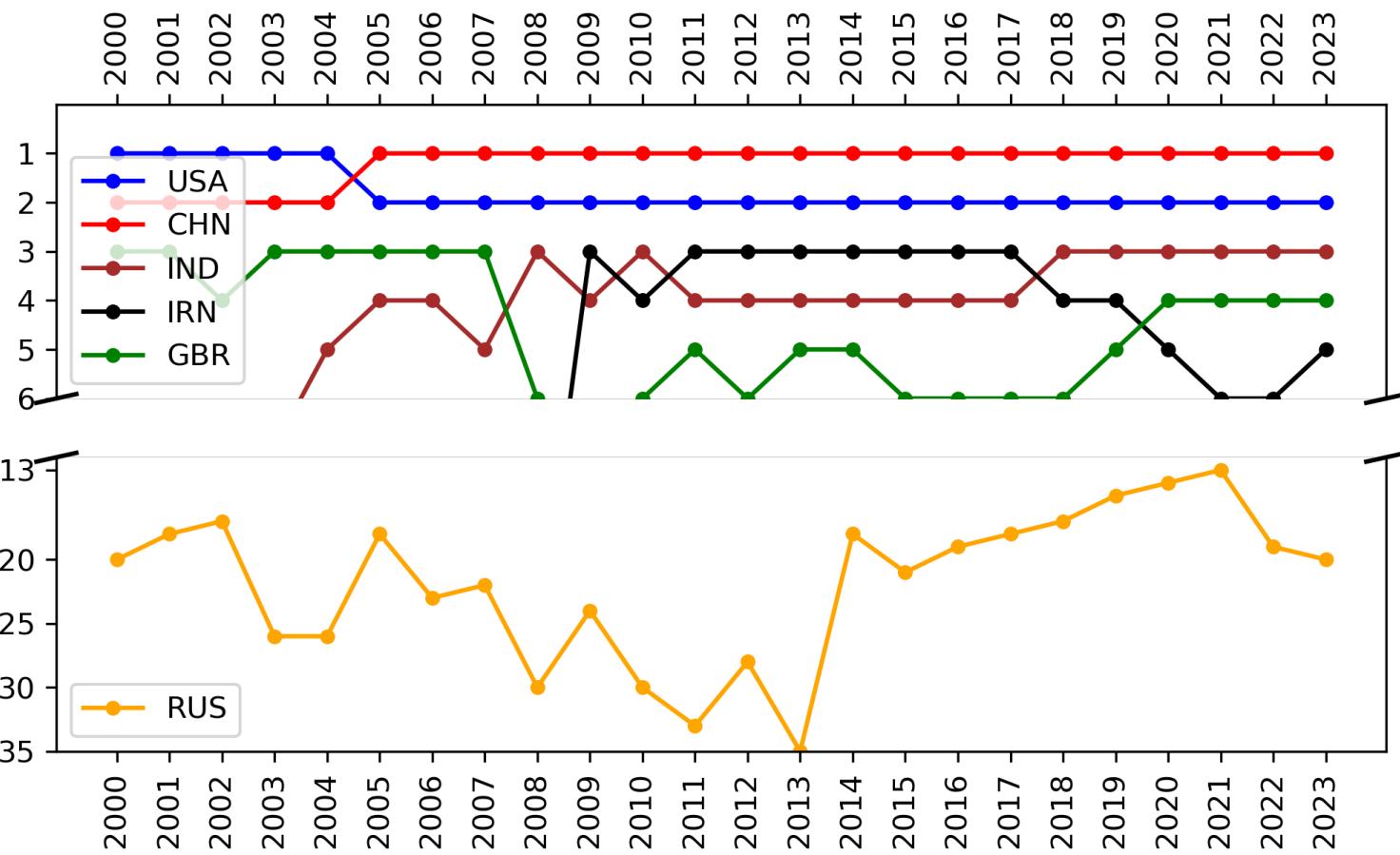


Documents, 2000-2023
AI&ML in EART&ENVI



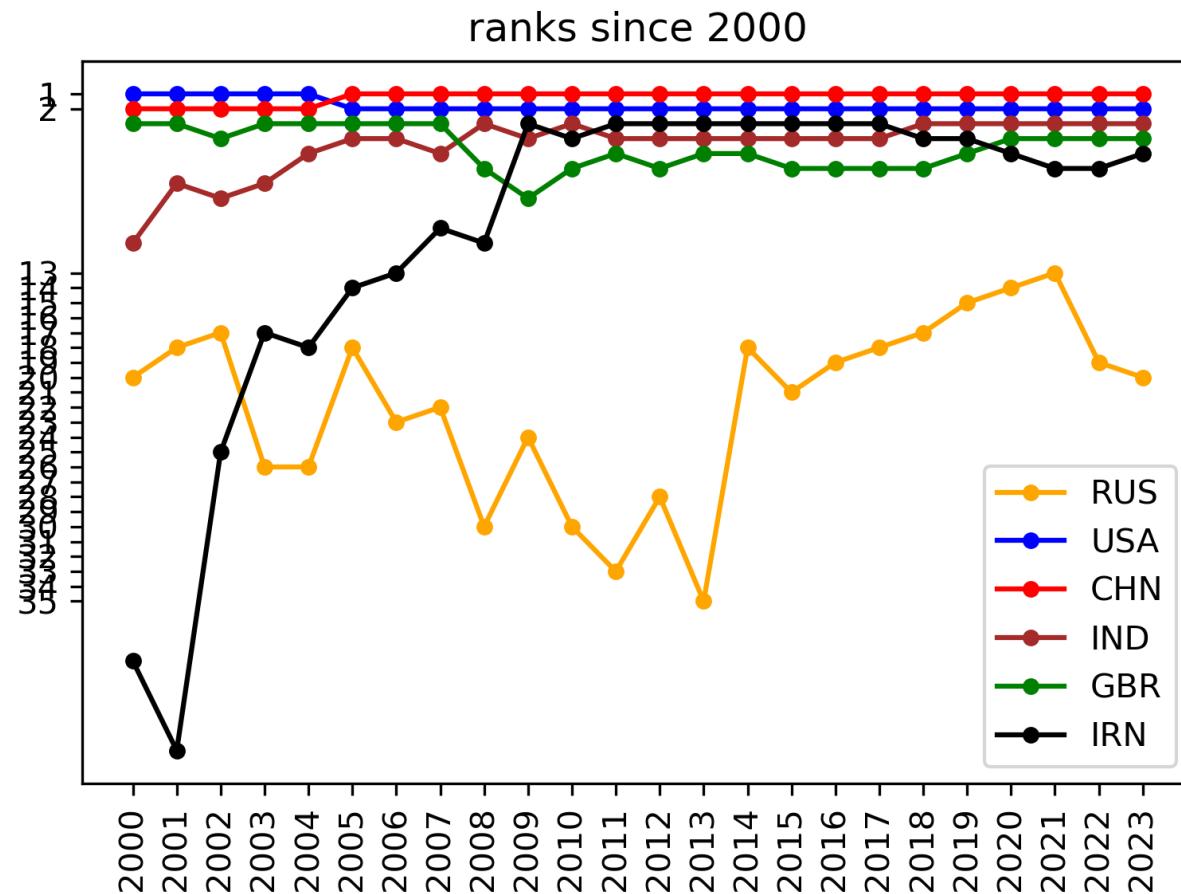
МО в науках о Земле

Статьи в рецензируемых журналах по тематике “Environmental sciences” и “Earth sciences” с применением методов машинного обучения. По данным Scopus.



МО в науках о Земле

Статьи в рецензируемых журналах по тематике “Environmental sciences” и “Earth sciences” с применением методов машинного обучения. По данным Scopus.



ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

ЧЕМ ЗАНИМАЮТСЯ ФИЗИКИ?

атмосферы

океана

взаимодействия океана и атмосферы

цунами

ядерщики, высоких энергий

био-

...

ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

ЧЕМ ЗАНИМАЮТСЯ ФИЗИКИ?

ИЩУТ ИСТИНУ (об устройстве Вселенной) ?

ОТКРЫВАЮТ ЗАКОНЫ МИРОЗДАНИЯ ?

ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

ЧЕМ ЗАНИМАЮТСЯ ФИЗИКИ?

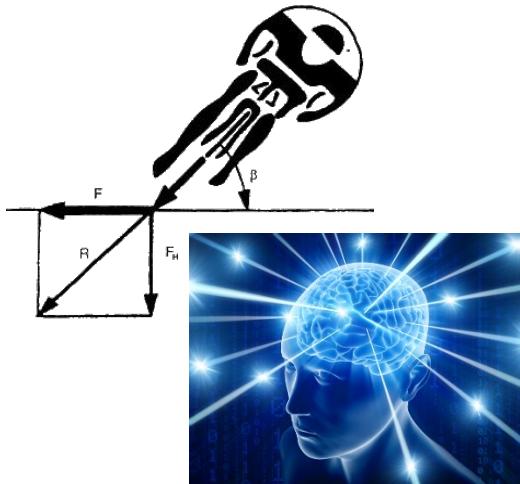
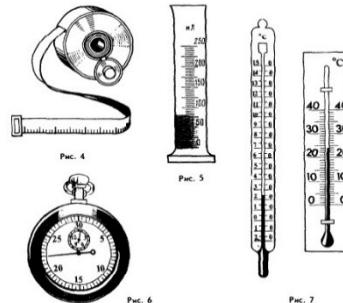
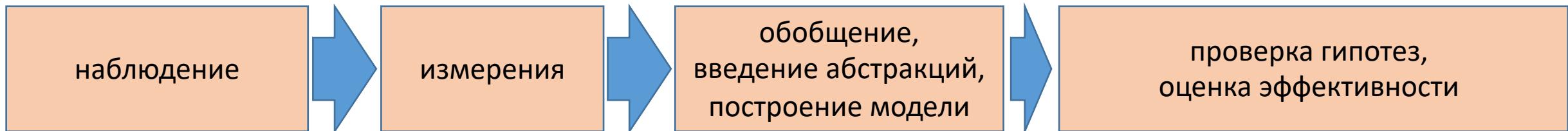
ПРЕДЛАГАЮТ МОДЕЛИ наблюдаемых процессов (**какие?..**)

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

ПРИМЕНЯЮТ НА ПРАКТИКЕ

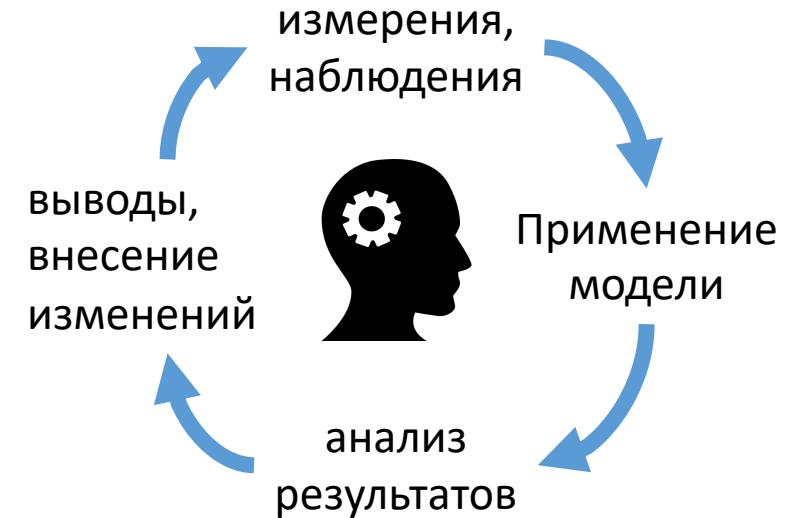
ОЧЕНЬ КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

КАК проводятся физические исследования?



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

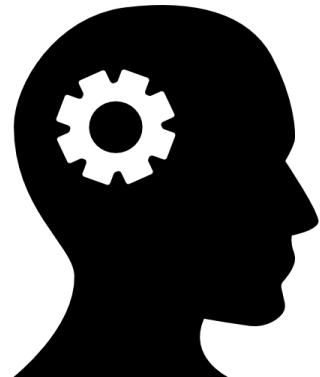
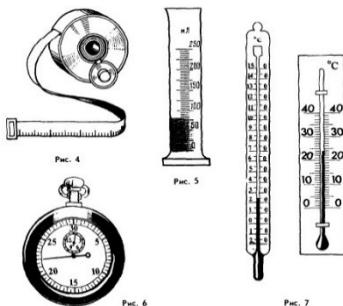
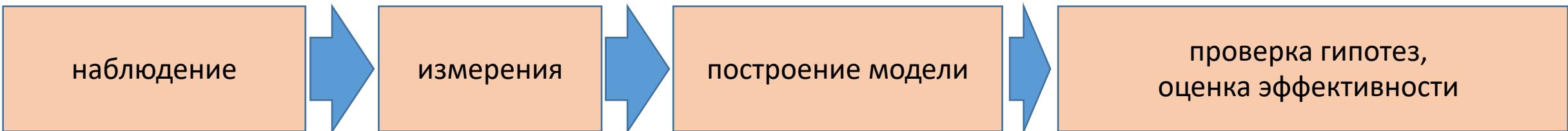
наблюдение



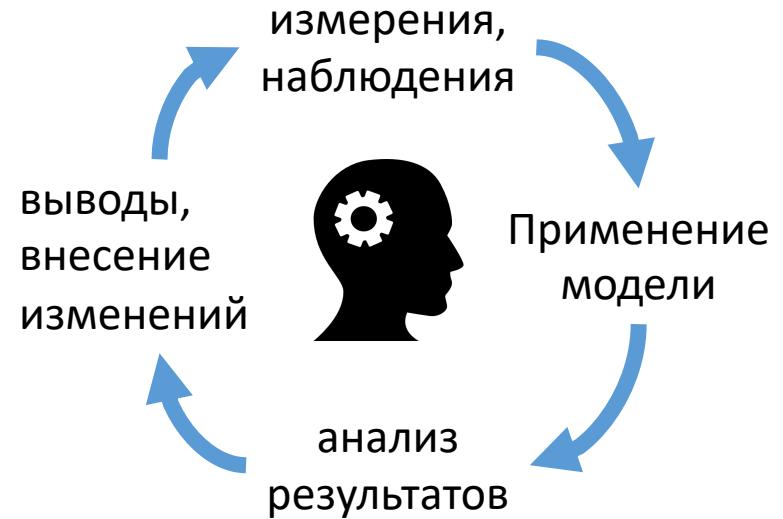
by Frits Ahlefeldt

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

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 $\{x_i\}$
- $\mathcal{F}: \mathbb{X} \rightarrow \mathbb{Y}$

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 $\{x_i\}$
- $\mathcal{F}: \mathbb{X} \rightarrow \mathbb{Y}$
- 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