Методы машинного обучения в задаче предсказания погоды

Елена Волжина

руководитель Е.Г. Михайлова

СПбГУ, мат-мех, кафедра ИАС

31 мая 2018г

Введение

- Погода – состояние нижнего слоя атмосферы
- Температура, погодное явление, влажность, давление, ветер, ...
- Метеостанции, метеорадары, спутники
- Численный прогноз погоды
- Глобальные модели: GFS, JMA, ECMWF, CMC; региональная: WRF
- Машинное обучение: The Weather Company (IBM), Яндекс.Погода

Постановка задачи

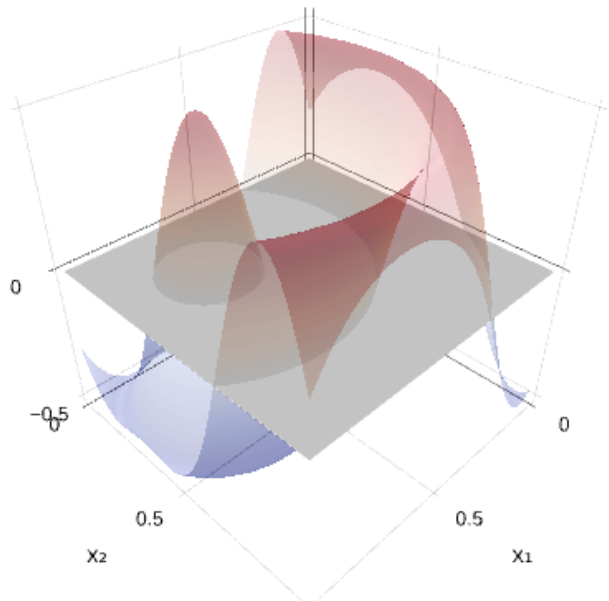
- В момент *gentime* прогнозируем погоду в момент *time*
- $X = \{x_i = (f_i^1, \cdots, f_i^M), i \in \overline{1..N}\}$, $y = \{y_i, i \in \overline{1..N}\}$
- f_i: прогнозы поставщиков, климатические данные, вспомогательные переменные

- **Задача 1**: для модели прогноза температуры добавить показания ближайших станций в момент *gentime* (на 7 часов вперёд)
- Целевые значения – *temperature_delta*

- **Задача 2**: обучить модель для предсказания интенсивности осадков (если они есть)
- Целевые значения – агрегированные по времени и географии значения с метеорологических радаров

Постановка задачи

- Градиентный бустинг над решающими деревьями

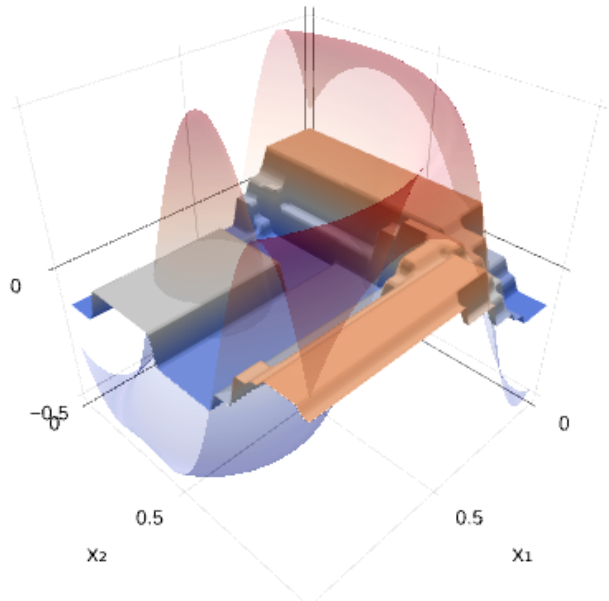


Градиентный бустинг: 0 деревьев

http://arogozhnikov.github.io/2016/06/24/gradient_boosting_explained.html

Постановка задачи

- Градиентный бустинг над решающими деревьями

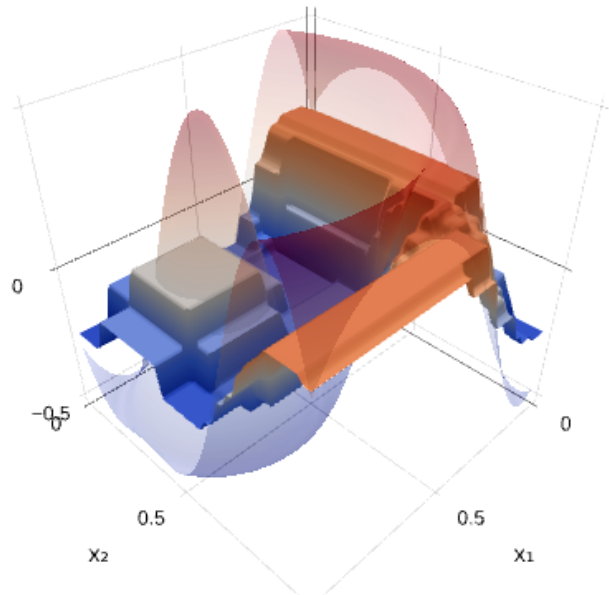


Градиентный бустинг: 1 дерево глубины 6

http://arogozhnikov.github.io/2016/06/24/gradient_boosting_explained.html

Постановка задачи

- Градиентный бустинг над решающими деревьями

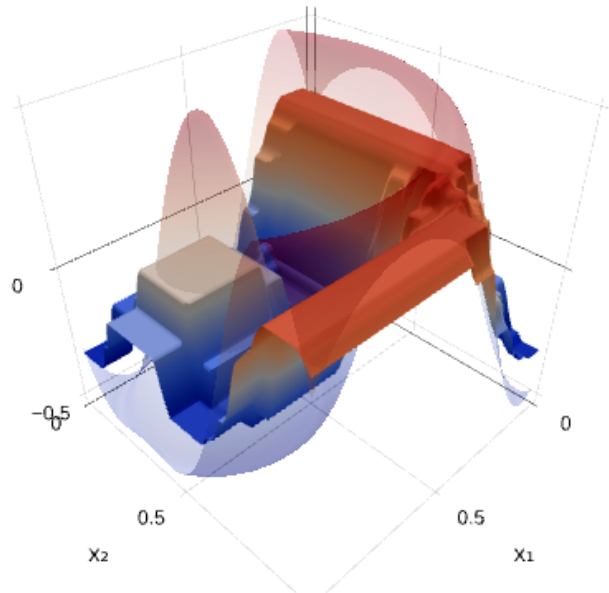


Градиентный бустинг: 2 дерева глубины 6

http://arogozhnikov.github.io/2016/06/24/gradient_boosting_explained.html

Постановка задачи

- Градиентный бустинг над решающими деревьями

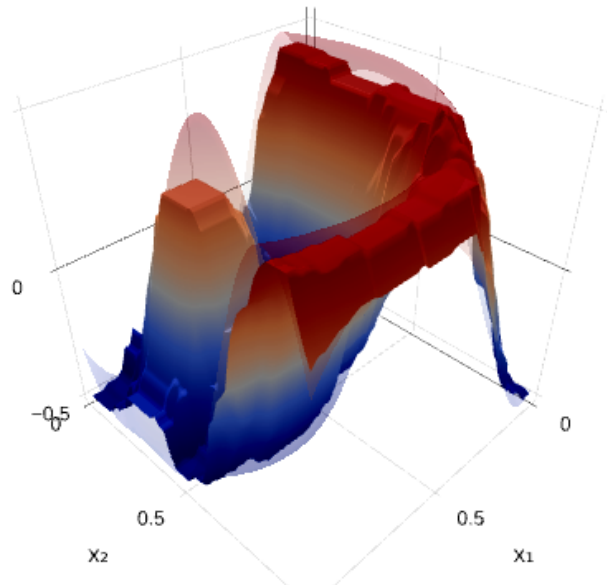


Градиентный бустинг: 3 дерева глубины 6

http://arogozhnikov.github.io/2016/06/24/gradient_boosting_explained.html

Постановка задачи

- Градиентный бустинг над решающими деревьями

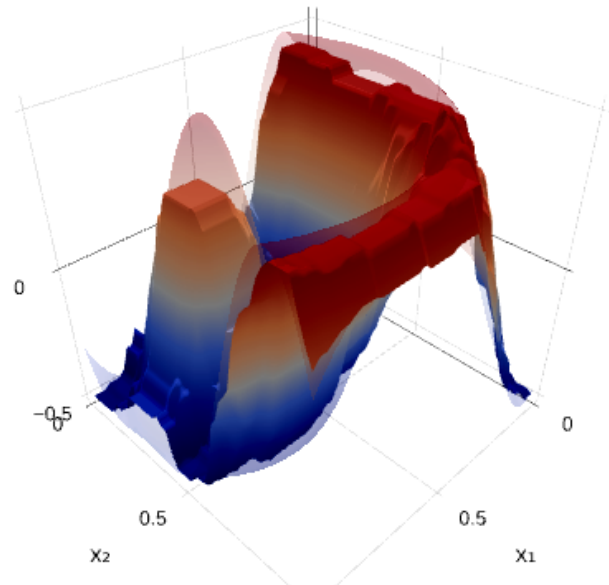


Градиентный бустинг: 10 деревьев глубины 6

http://arogozhnikov.github.io/2016/06/24/gradient_boosting_explained.html

Постановка задачи

- Градиентный бустинг над решающими деревьями



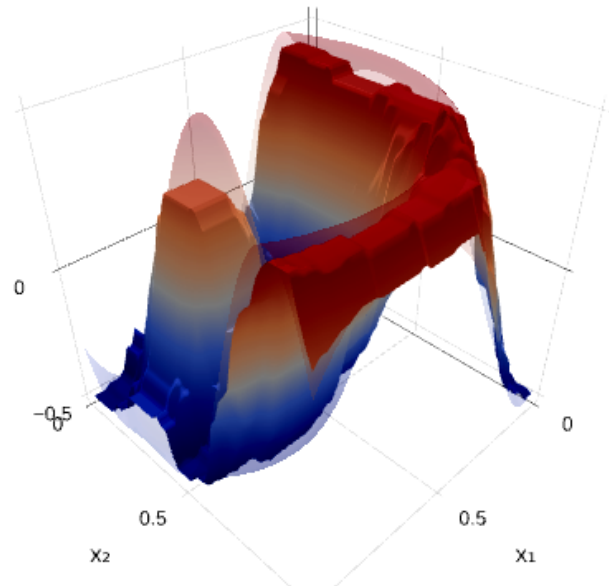
Градиентный бустинг: 10 деревьев глубины 6

- В Яндексе: Matrixnet, CatBoost

http://arogozhnikov.github.io/2016/06/24/gradient_boosting_explained.html

Постановка задачи

- Градиентный бустинг над решающими деревьями



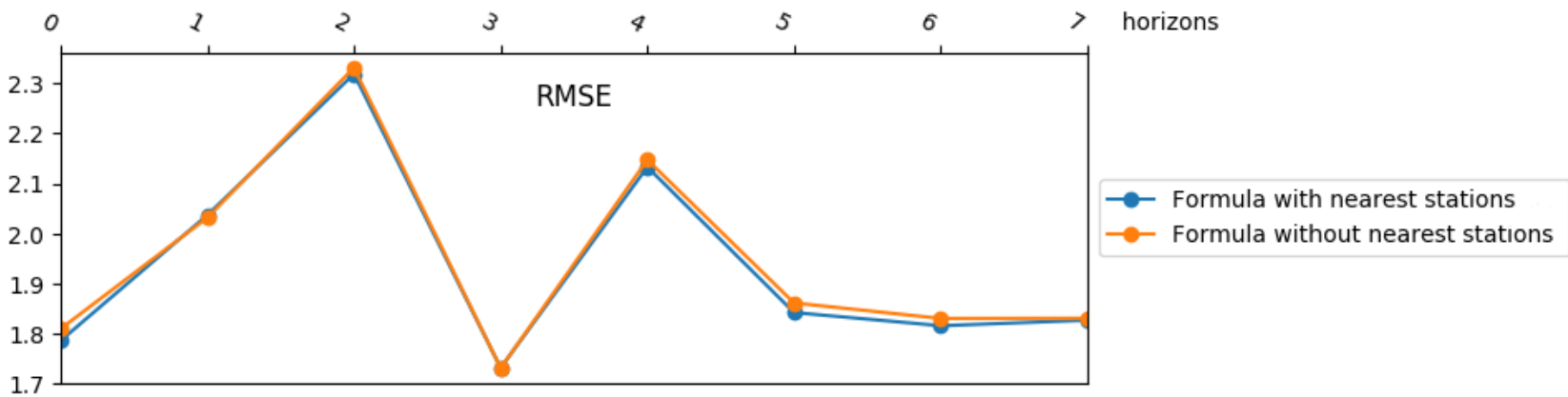
Градиентный бустинг: 10 деревьев глубины 6

- В Яндексе: Matrixnet, CatBoost
- Метрика: $RMSE(y, \hat{y}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}}$

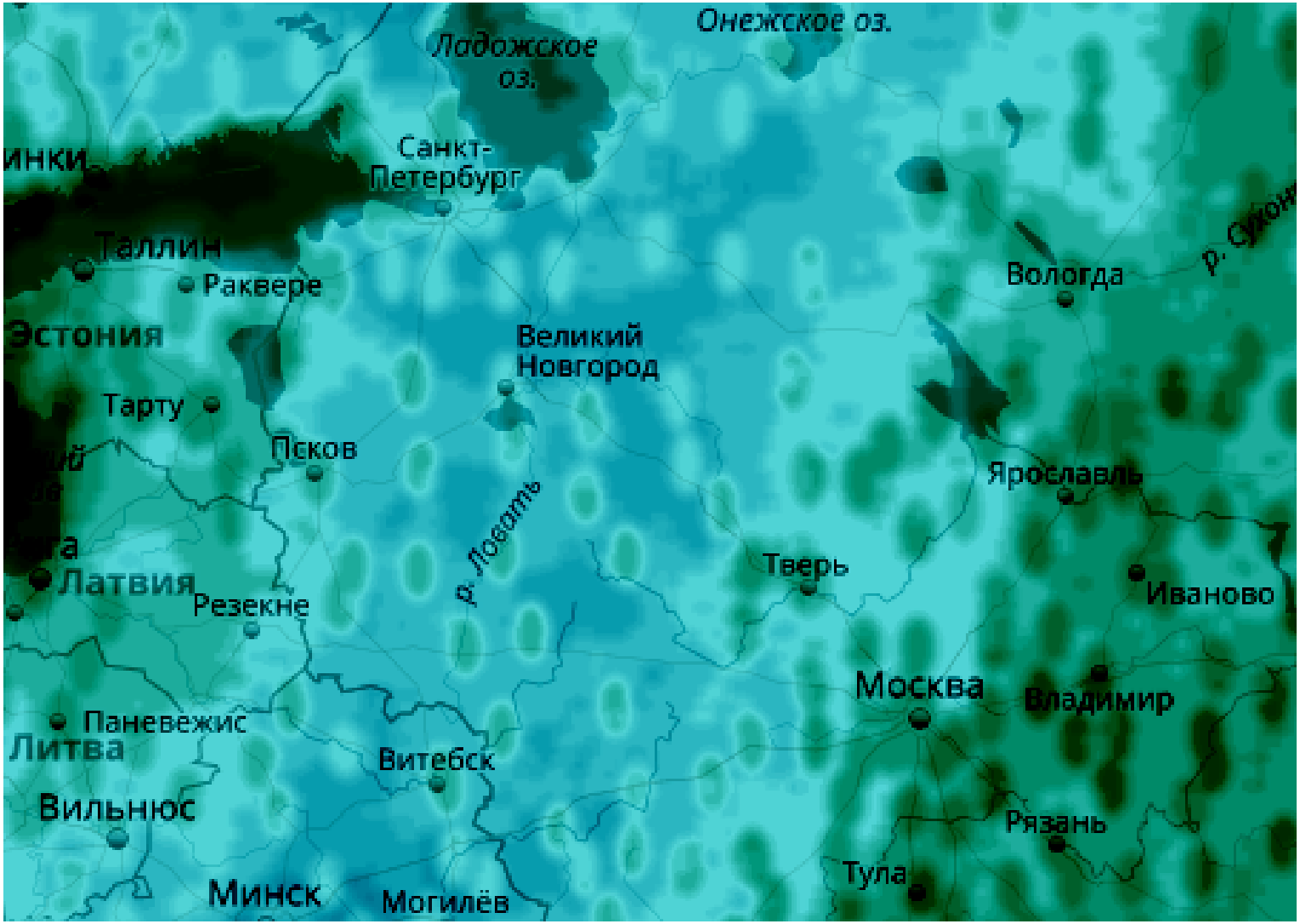
http://arogozhnikov.github.io/2016/06/24/gradient_boosting_explained.html

Эксперименты с температурой: начальное решение

Модели, обученные на всех краткосрочных горизонтах



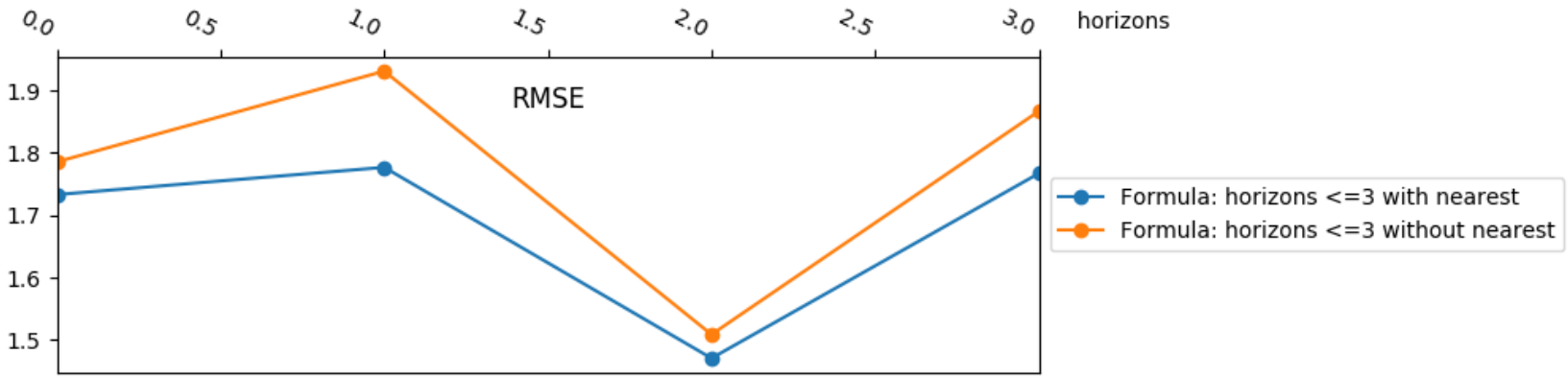
Эксперименты с температурой: первые N часов



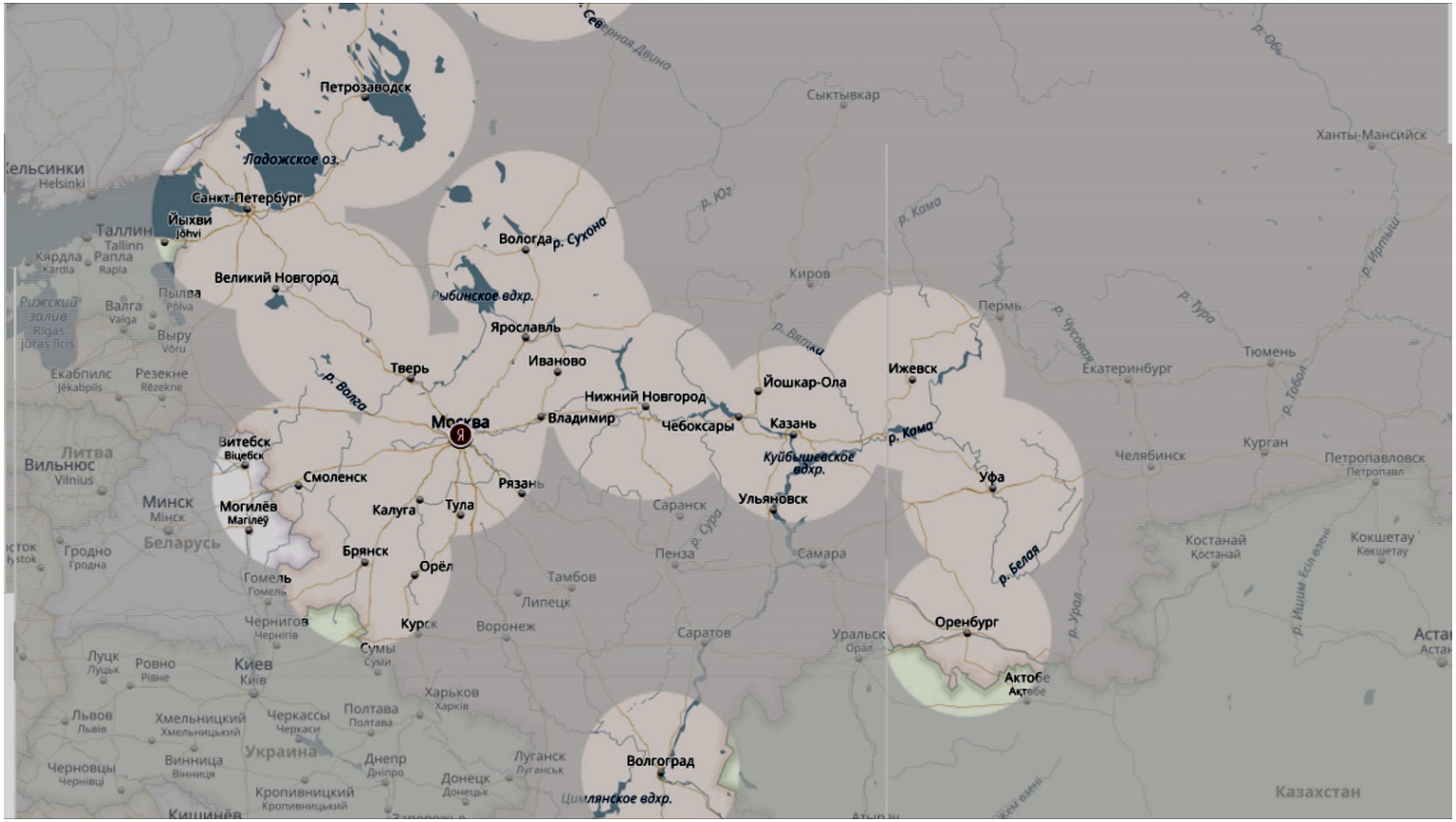
Эксперименты с температурой: сглаживание

$$smoothed\_fact\_temperature\_delta := \begin{cases} fact \cdot (1 - \frac{dist}{max\_distance}) + forecast \cdot \frac{dist}{max\_distance}, \\ \quad \text{if } dist \leq max\_distance \\ forecast, \text{ if } dist > max\_distance \end{cases},$$

где *fact* – исходное значение с одной из ближайших станций, *dist* – расстояние до неё, *forecast* – прогноз поставщика



Эксперименты с осадками



Обработка радаров:

- склейка
- фильтрация
- агрегация

Эксперименты с осадками: начальное решение

- один месяц, точки станций
- агрегация по времени за час и по географии в радиусе 3 километров
- пороги для отсечения шумовых значений

Результаты неудовлетворительные, по RMSE модель не выигрывает прогнозы поставщиков, быстрое переобучение.

Эксперименты с осадками: проверки данных

- согласованность радаров: предыдущий час в признаки
- согласованность поставщиков: предсказывание одного по другим
- упрощение задачи: классификация

Эксперименты с осадками: улучшение сбора данных

- три месяца, точки сетки
- агрегация по времени за три часа и по географии в радиусе 30 километров
- дисбаланс в значениях:
  - логарифмирование
  - отдельно $(0, 1]$ и $(1, +\infty)$
  - искусственное балансирование данных

CatBoost

Эксперименты с осадками: результаты

	model RMSE	provider RMSE
simple regression, any target	0.5386	0.8431
log precipitation, any target	0.5482	0.8431
simple regression @ $(0, 1]$	0.1890	0.7165
log precipitation @ $(0, 1]$	0.1898	0.7165

обычная обучающая выборка

	model RMSE	provider RMSE
simple regression	1.6231	1.8527
log precipitation	1.6977	1.8527
simple regression + weights	1.6695	1.8527
log precipitation + weights	1.7330	1.8527

сбалансированная обучающая выборка

Заключение

Улучшение прогнозов температуры

- данные с ближайших станций наиболее полезны первые 3 часа
- потребовалось сглаживание
- модель используется в Яндекс.Погоде

Прогноз интенсивности осадков

- агрегация данных с радаров
- модель готова для использования