ПОСТЕР (стендовый доклад)

Двадцать четвертая международная конференция
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»
(город Москва)

Детектирование стационарных источников тепла по данным NASA FIRMS и Sentinel-2

Александра Алексеевна Трунина, Рамон Антонио Родригес Залепинос

Факультет компьютерных наук
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва

alaltrunina@edu.hse.ru

Актуальность и цель работы

Стационарные источники тепла — металлургические заводы, электростанции, факелы попутного нефтяного газа:

- крупнейшие точечные источники выбросов и основа их учёта;
- искажают спутниковую статистику природных пожаров;
- их тепловая активность отражает загрузку предприятий.

Набор источников меняется: предприятия закрываются, появляются новые скважины и факелы. Реестры устаревают, поэтому нужны **динамические методы обнаружения** по спутниковым данным.

Особенность задачи

Подавляющее большинство термических аномалий — пожары. В спутниковых данных стационарный источник выглядит так же, как пожар: точка, время наблюдения, мощность излучения. **Отличить его можно только по поведению во времени.**

Цель работы — метод, который отделяет стационарные источники тепла от пожаров по оперативным спутниковым данным без ручной разметки.

Данные

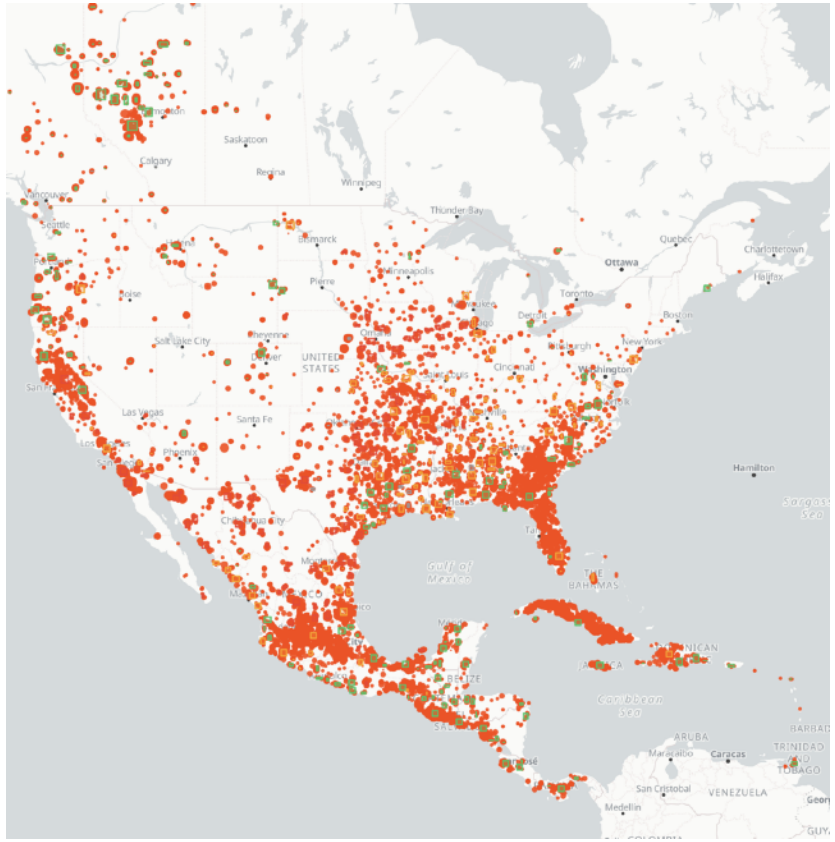
Исходные данные

- Термические аномалии NASA FIRMS: радиометр VIIRS, разрешение 375 м, архивные данные [1].
- Снимки Sentinel-2 L2A [2], каналы B8A (865 нм) и B12 (2190 нм), 20 м. По ним для области вокруг каждого кластера детекций вычисляется **индекс гари NBR**: он отличает выгоревшую растительность от промышленной площадки.
- Окно наблюдений 30 суток (январь 2025 г.); Северная Америка: Канада, США, Мексика, Центральная Америка и Карибские острова.

Проверка результатов

- база электростанций Global Power Plant Database [3];
- данные Всемирного банка о факельном сжигании газа [4];
- признак статического источника в самих данных FIRMS;
- визуальная проверка по снимкам высокого разрешения.

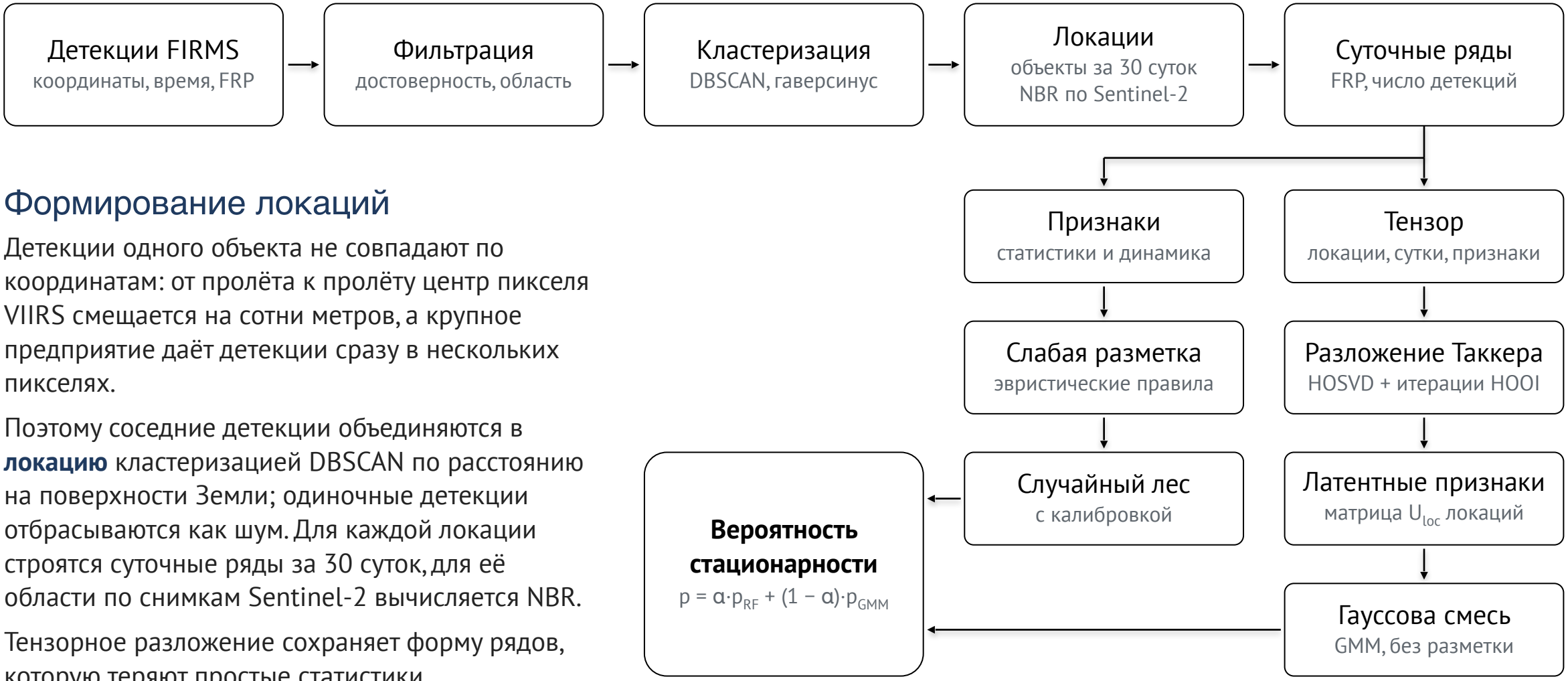
[1] NASA FIRMS, VIIRS S-NPP 375 м SP. [2] ESA Copernicus, Sentinel-2 MSI L2A. [3] WRI, Global Power Plant Database v1.3.0. [4] World Bank GFMR, Flare Volume Estimates.



Детекции FIRMS за 14 суток и области кластеров. Цвет — средний NBR, воздействие на растительность:

- норма (> 0,3)
- умеренное (0,1–0,3)
- сильное (< 0,1)
- NBR не вычислен

Метод



Формирование локаций

Детекции одного объекта не совпадают по координатам: от пролёта к пролёту центр пикселя VIIRS смещается на сотни метров, а крупное предприятие даёт детекции сразу в нескольких пикселях.

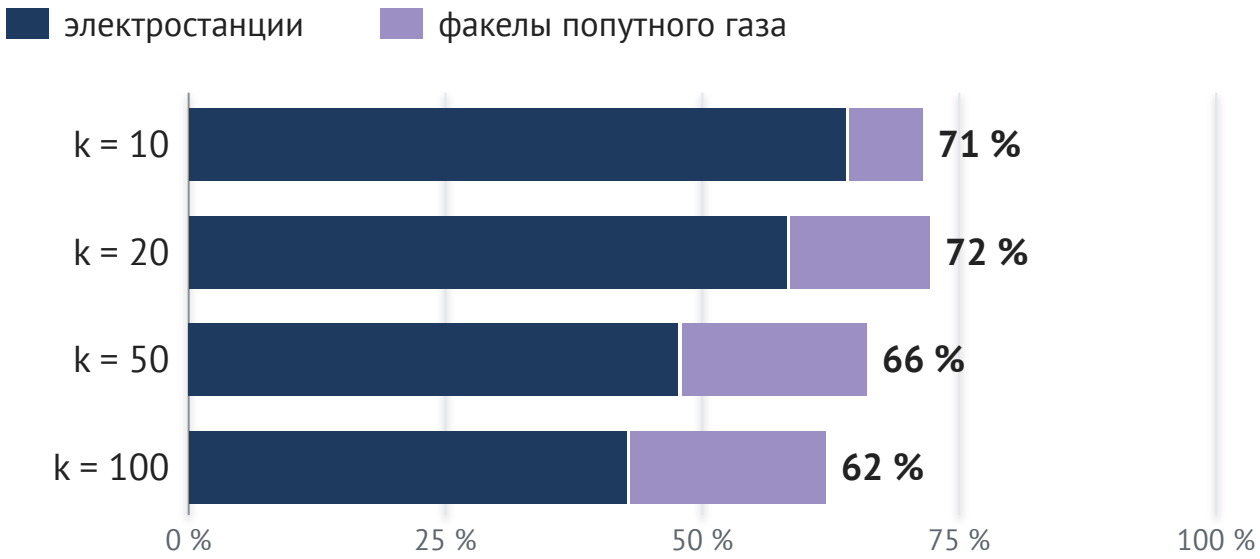
Поэтому соседние детекции объединяются в **локацию** кластеризацией DBSCAN по расстоянию на поверхности Земли; одиночные детекции отбрасываются как шум. Для каждой локации строятся суточные ряды за 30 суток, для её области по снимкам Sentinel-2 вычисляется NBR.

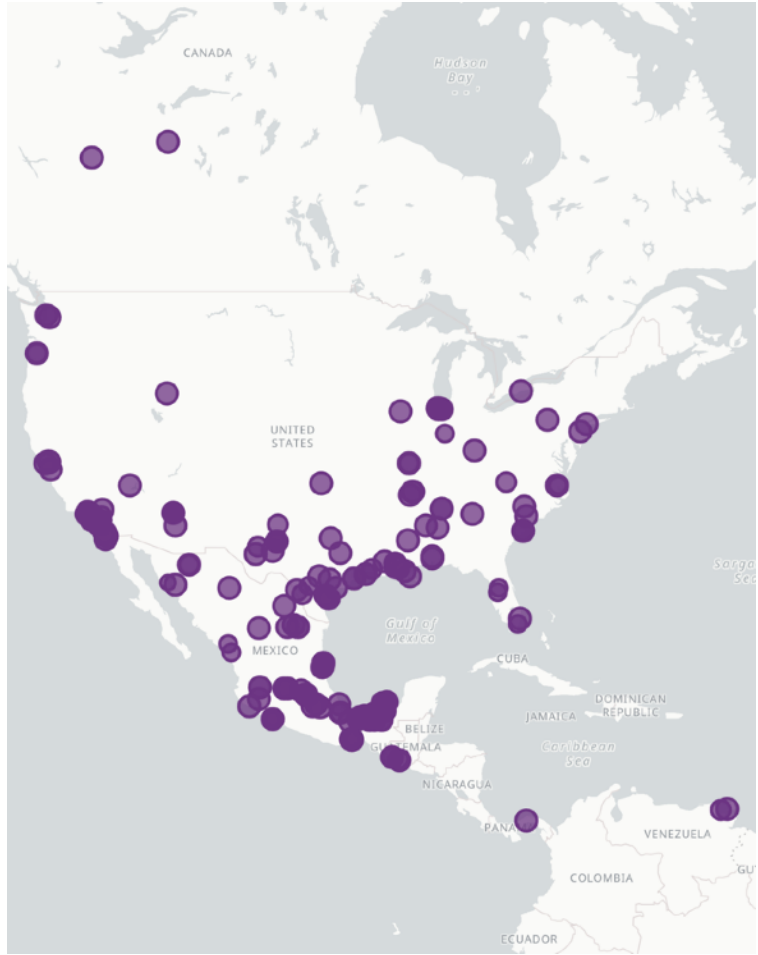
Тензорное разложение сохраняет форму рядов, которую теряют простые статистики.

Результаты

Показатель	Значение
Выделено стационарных источников за 30 суток	**216**
Подтверждено базами (объект не далее 5 км)	**121 (56 %)**
Медианное расстояние до объекта базы	**0,60 км**

Доля подтверждённых базами среди k наиболее уверенных детекций





Выделенные стационарные источники

Выводы

1. Предложен метод детектирования стационарных источников тепла по данным NASA FIRMS и Sentinel-2, основанный на тензорном разложении суточной динамики локаций.
2. **7 из 10** наиболее уверенных детекций подтверждаются внешними базами.
3. Расхождения с базами объясняются в основном их неполнотой: метод находит **металлургические предприятия и новые нефтегазовые объекты**, которых в базах нет.
4. Метод применим для регулярной актуализации реестров промышленных источников и мониторинга техногенных выбросов.

Контакт: alaltrunina@edu.hse.ru