

hVault: технология извлечения и статистического анализа для архива спутниковых данных

Кихтенко В.А., Мамаш Е. А., Смирнов В.В., Чубаров Д.Л.

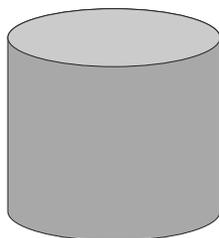
Институт вычислительных технологий



Приемный комплекс



Система обработки

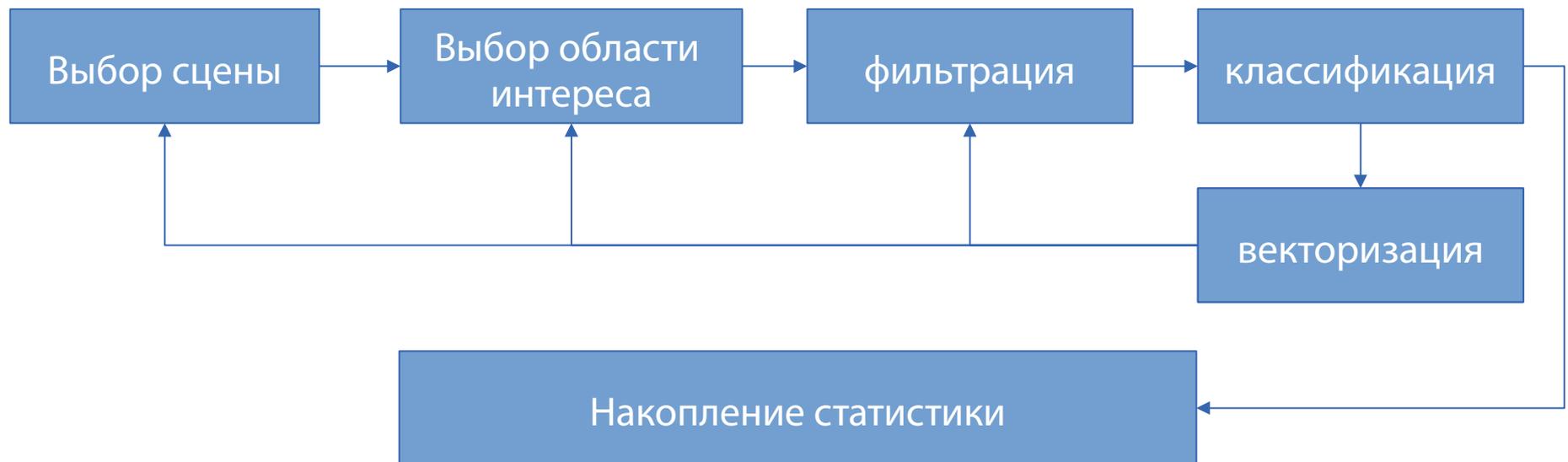


Система хранения

Проблема

Повышение отдачи от спутниковых данных

Традиционная схема работы с отдельными сценами не может быть эффективной, когда число сцен измеряется тысячами

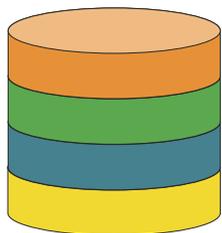




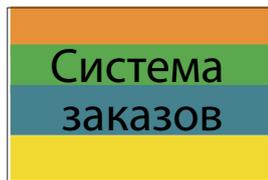
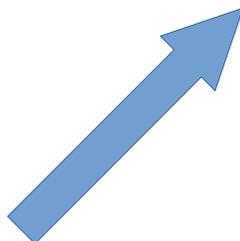
Приемный комплекс



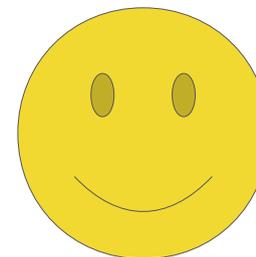
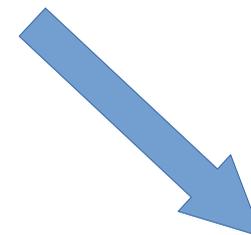
Система обработки



Система хранения



Система
заказов



Цели

- Перейти от работы с отдельными сценами к работе с архивом в целом
- Обеспечить совместное использование данных из разных источников при выполнении процедур статистического анализа
- Продемонстрировать возможности работы с архивом данных ДЗЗ

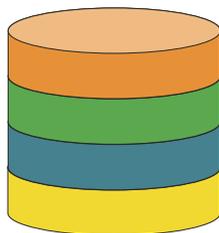
- Giovanni
giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/
- Google Earth Engine
earthengine.google.org
- TELEIOS
www.earthobservatory.eu



Приемный комплекс



Система обработки



Система хранения

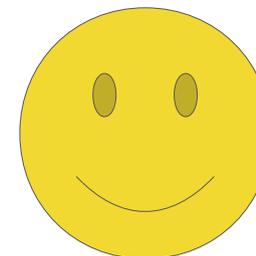
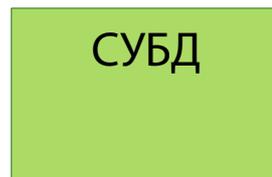
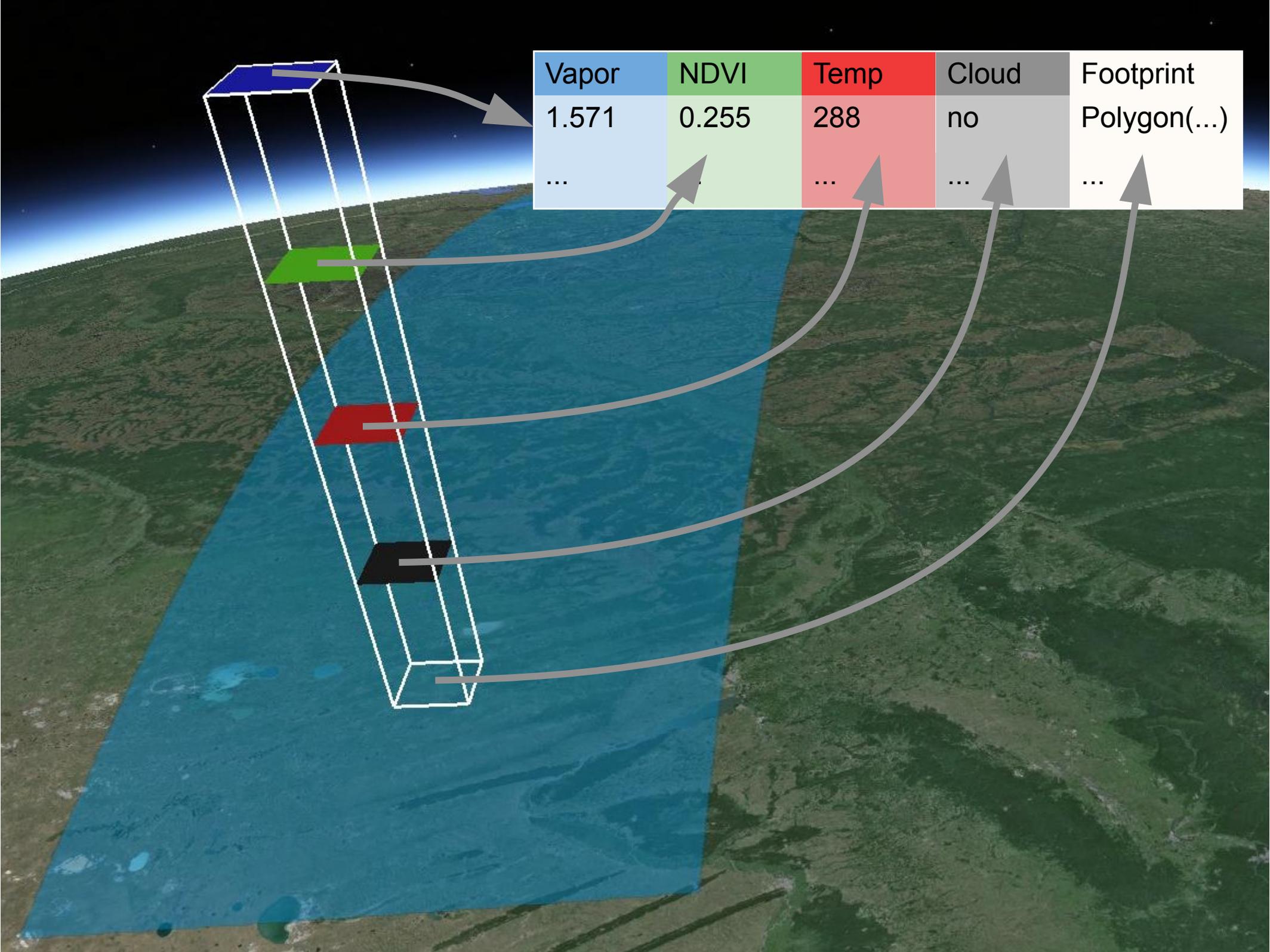


Схема данных

- Каждый источник данных — набор измерений некоторых параметров
- Измерение атрибутировано:
 - Географическое положение
 - Время
 - Значение измеряемого параметра
 - ...
- Источники данных — таблицы
- Атрибуты — колонки



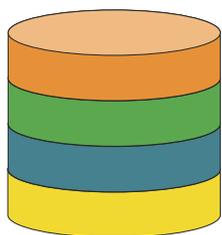
Vapor	NDVI	Temp	Cloud	Footprint
1.571	0.255	288	no	Polygon(...)
...



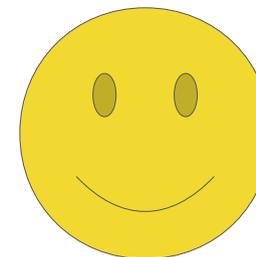
Приемный комплекс



Система обработки



Система хранения

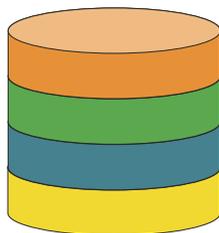




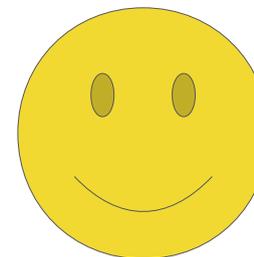
Приемный комплекс



Система обработки



Система хранения

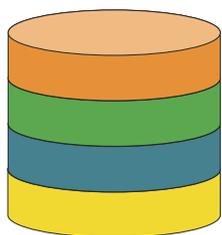




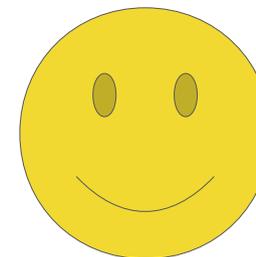
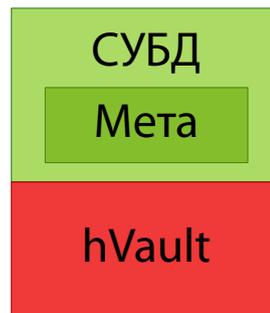
Приемный комплекс



Система обработки

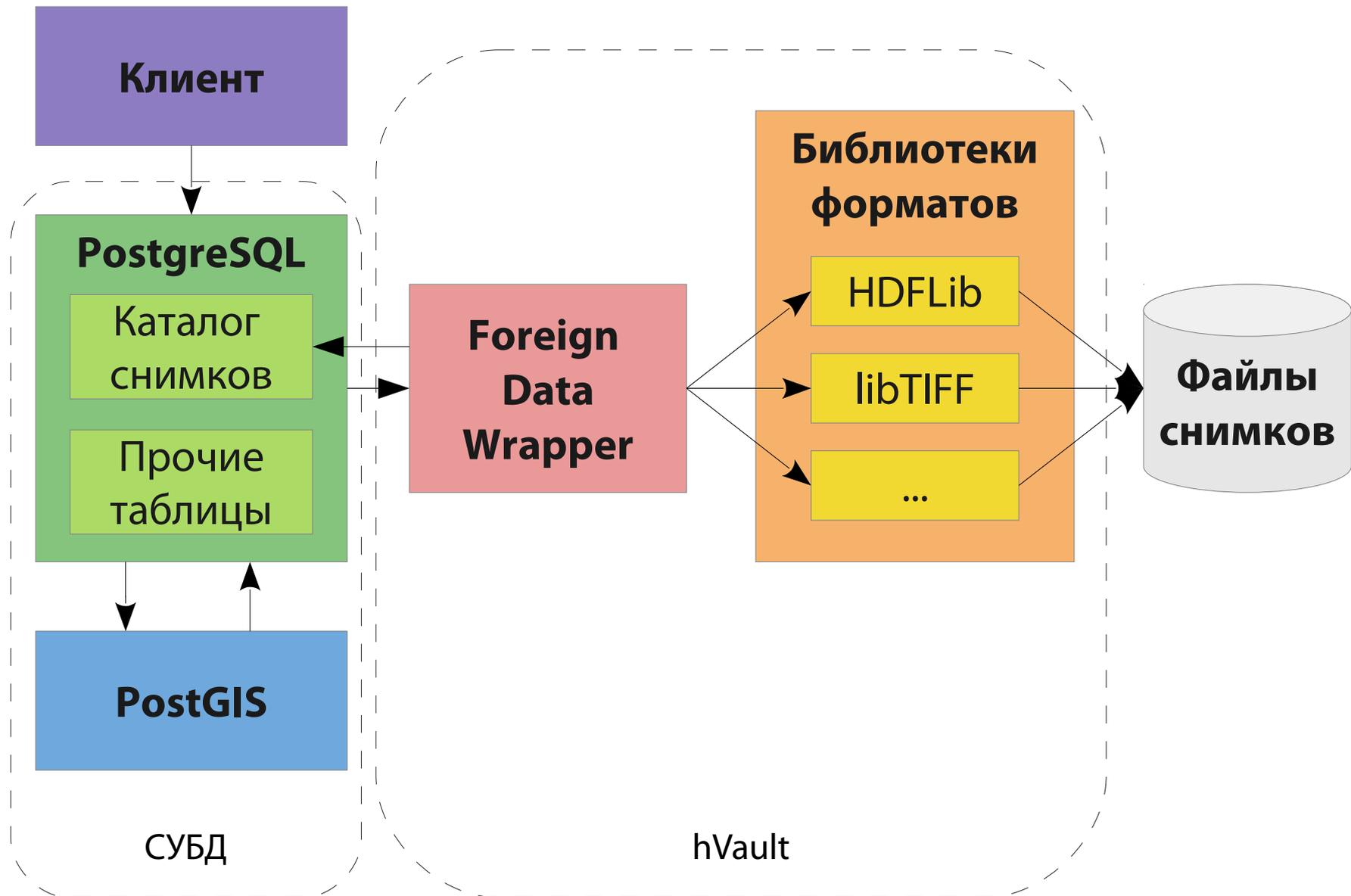


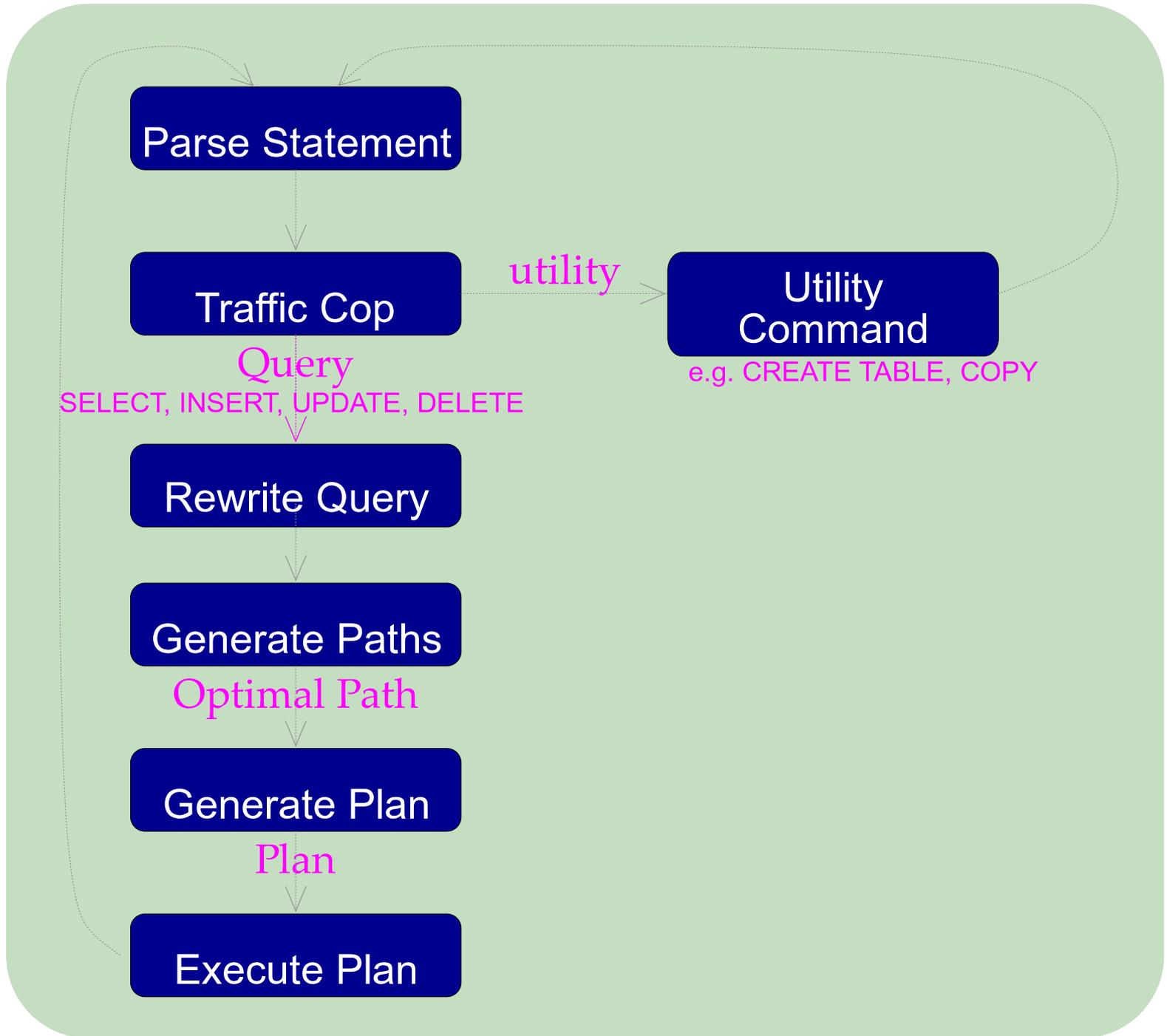
Система хранения



SQL/MED — Management of External Data

Подробнее





Вывод условий на метаданные

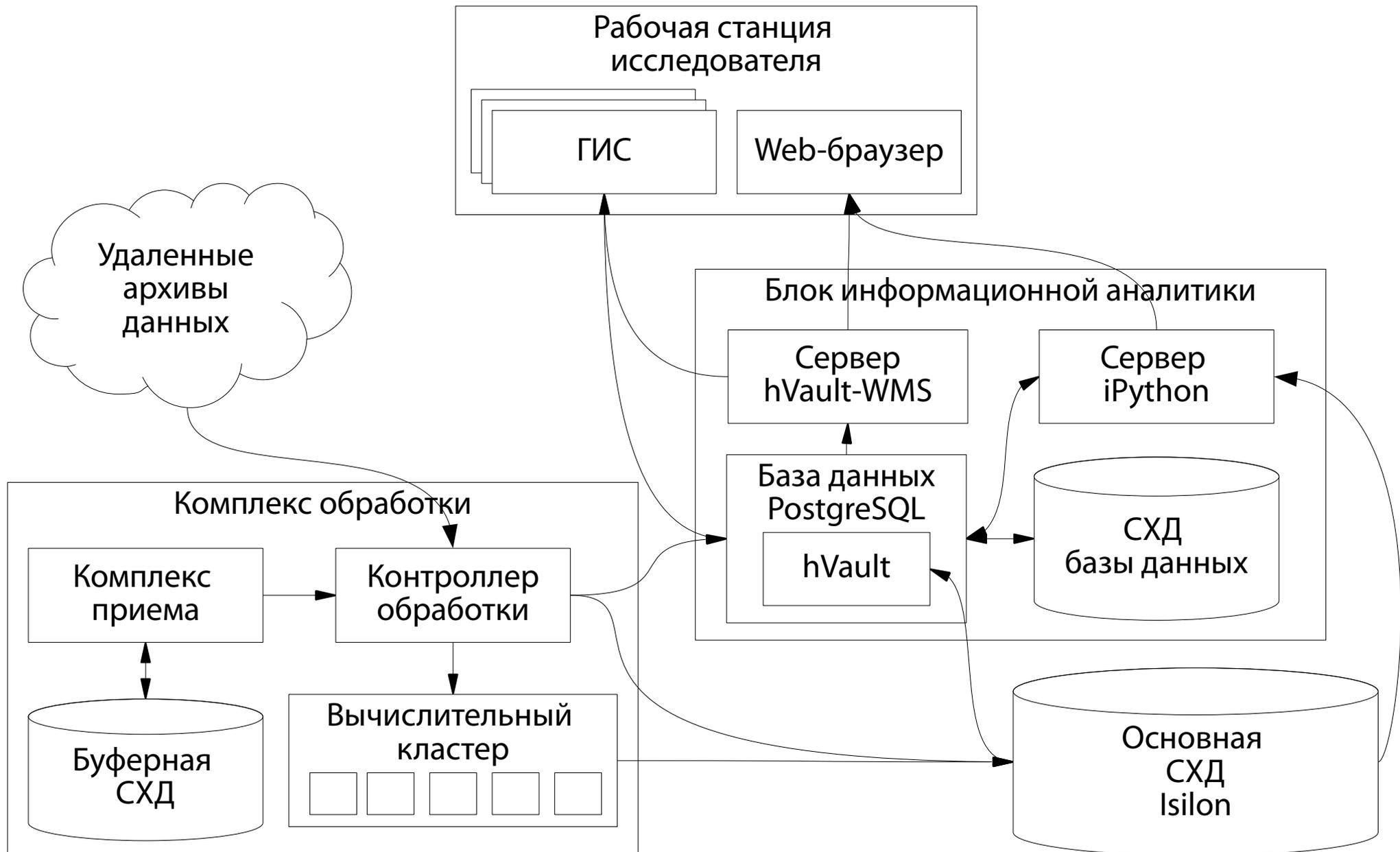
```
SELECT DISTINCT time FROM snow_cover
WHERE snow_cover_mask = 1
      AND ST_Contains( <area_of_interest>, pixel_area );
```

1. $ST_Contains(A, B) \Rightarrow (A \ \&\& \ B)$
 $\&\&$ - минимальные ограничивающие прямоугольники пересекаются
2. $(A \ \&\& \ B) \Leftrightarrow (B \ \&\& \ A)$
3. $pixel_area \ @ \ file_area$
 $@$ - минимальный ограничивающий прямоугольник содержится в
4. $(B \ \&\& \ A) \ \text{AND} \ (B \ @ \ C) \Rightarrow (C \ \&\& \ A)$

Отсюда ($file_area \ \&\& \ \langle area_of_interest \rangle$)

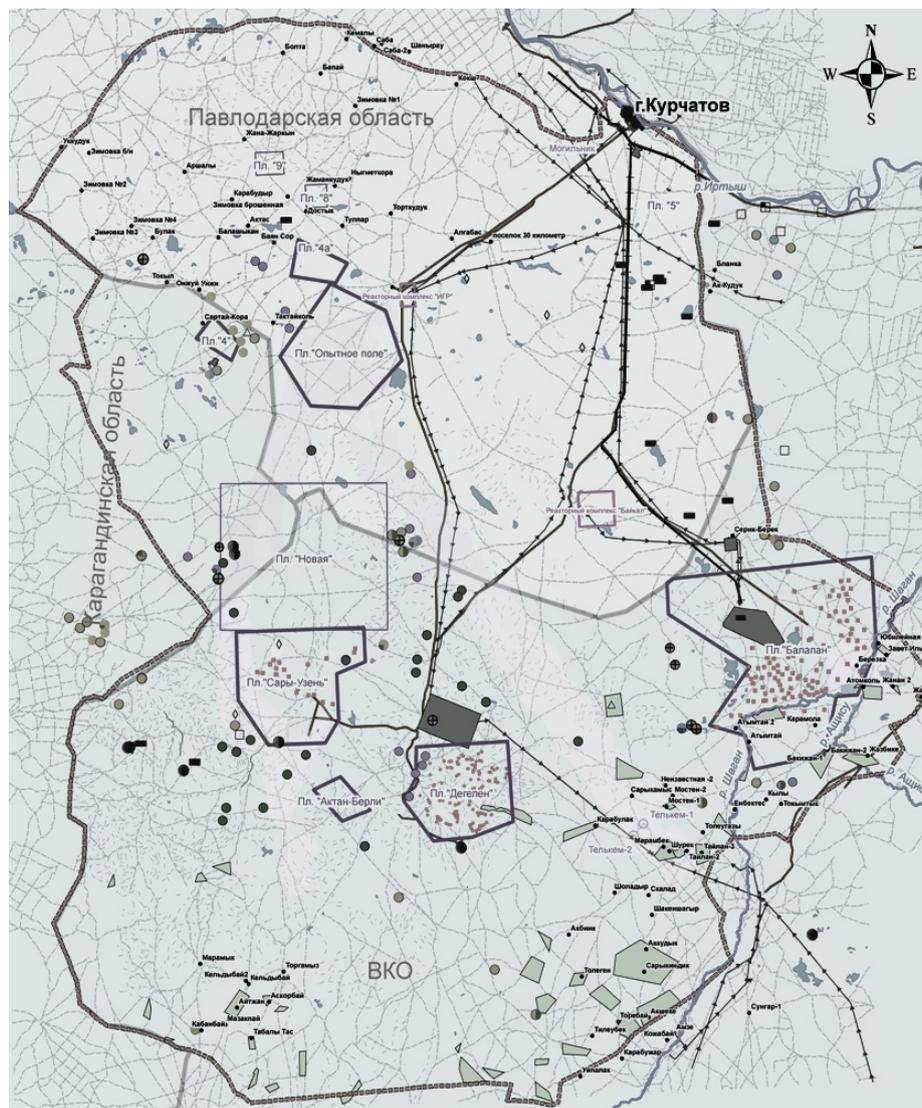
Это условие можно применить к метаданным файла

Инфраструктура



Применение

Исследование тепловой аномалии на Семипалатинском испытательном полигоне



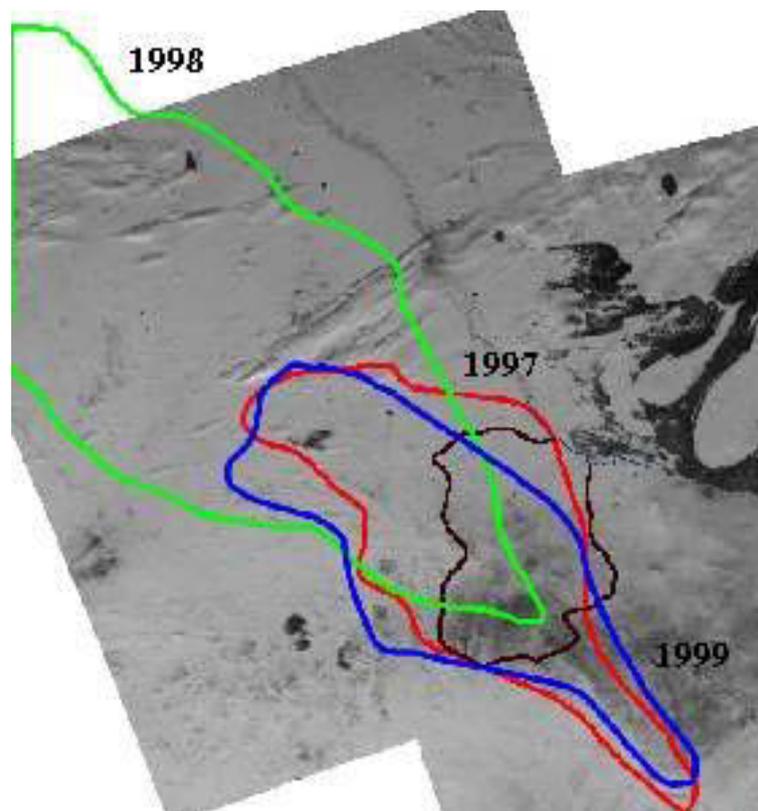
История вопроса

- Весной 1997 г. в процессе мониторинга снежного покрова территории Казахстана были обнаружены температурные аномалии в районе Семипалатинского испытательного полигона (СИП) - на космических снимках NOAA/AVHRR четко выделялись бесснежные зоны, характеризующиеся повышенной температурой подстилающей поверхности.
- Разность температур этих зон с температурой окружающего фона достигала 10 и более градусов.
- Сообщения об аномалии вызвали большой интерес как среди ученых во всем мире, так и в прессе. Информация была помещена на сайте ЮНЕСКО. Основным интерес вызывал вопрос о возможных причинах возникновения аномалии.
- Обсуждались, главным образом, две гипотезы происхождения температурной аномалии – природные тектонические процессы и последствия ядерных взрывов.

Monitoring of temperature Anomalies in the former Semipalatinsk Nuclear Test Site / U. Sultangazin E. Zakarin, L. Spivak, O. Arkhipkin, N. Muratova, A. Terehov // Acad. Sci. Paris/ - **1998**. - t. 326, Serie IIb. - Metodologie, instrumentation. - Pp.135 - 140.

Космический мониторинг температурного режима района Семипалатинского испытательного полигона: 10 лет наблюдений / Л.Ф. Сливак [и др.] // Вестник НЯЦ РК, 2006. – Вып. 2. – С. 97 – 103.

Состояние снежного покрова района СИЯП

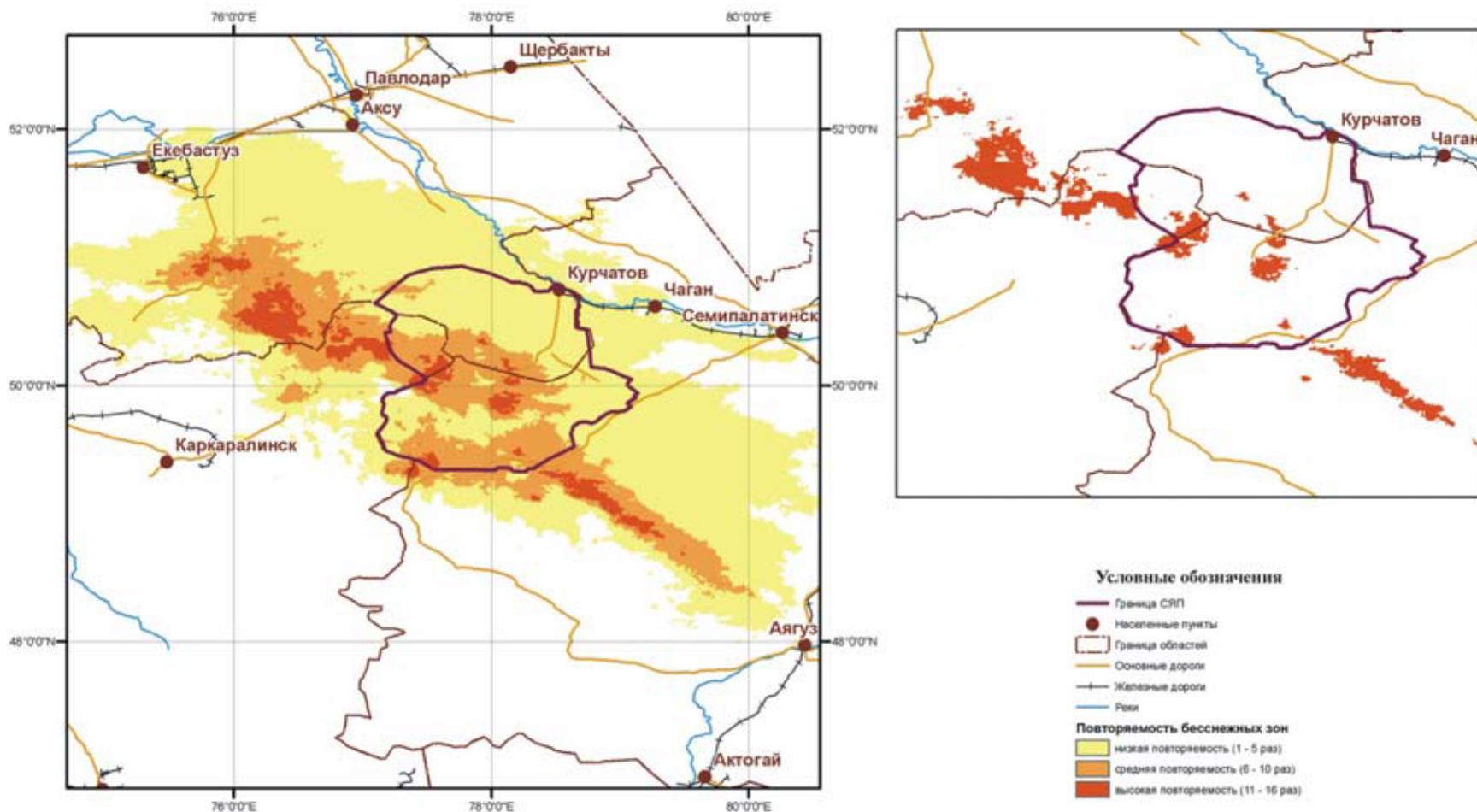


NOAA/AVHRR, канал 2 на 14.02.1996
Контурь бесснежных зон за 1997-1999 гг.

Резюме результатов с 1997 г.

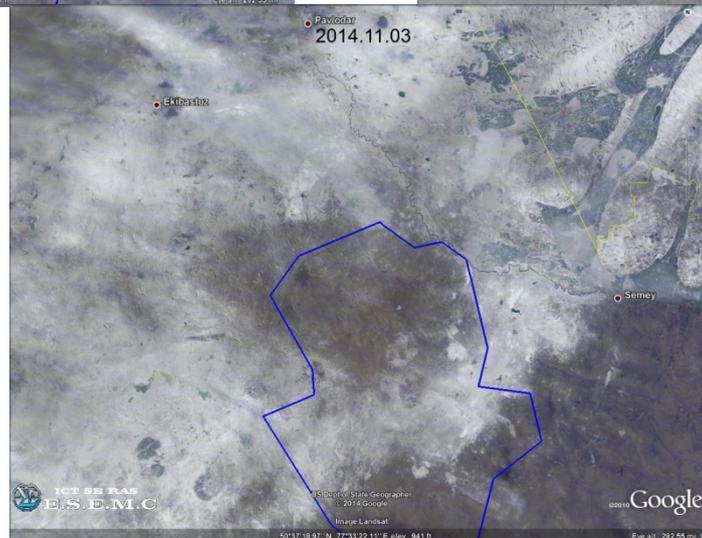
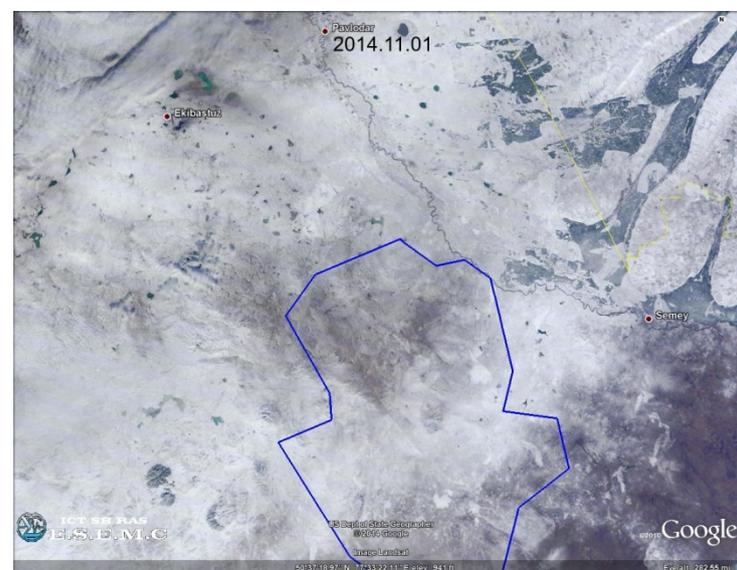
- Бесснежное пятно существует с середины января до середины марта с вариациями площади и температуры в различные годы. Аномальная зона вытянута с северо-запада на юго-восток, ее ось совпадает с Главным Чингизским разломом.
- Выделены два устойчивых очага повышенных температур, не совпадающие с площадками подземных ядерных взрывов. Разница между температурой на этих участках и средней температурой по полигону составляет 6-7 градусов.
- Предложена качественная модель тепловых аномалий на основе принципа "печного эффекта", то есть естественной тяги воздуха через техногенные и тектонические нарушения горной породы при расположении нагретой тепловой полости ПЯВ на пути движения газов.
- Проведены прямые измерения температуры в грунтах в пределах СИП и прилегающих областях; сделан вывод о том, что температурная аномалия, на данном этапе исследований, не подтверждается измерениями температуры грунтов в ее пределах.
- Превышение температуры на 10 градусов, обнаруженное в 1997, впоследствии не наблюдалось.

Карта повторяемости бесснежных зон

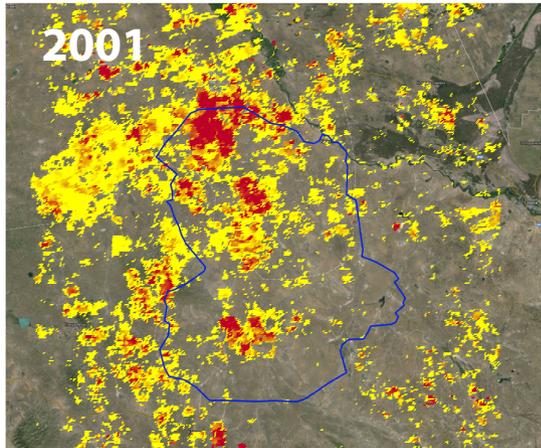


E. Zakarin, L. Balakay, B. Mirkarimova, et al. Geoinformation Modeling of Radionuclide Transfer from the Territory of the Semipalatinsk Test Site, DMI Scientific Report # 08-06, 2006

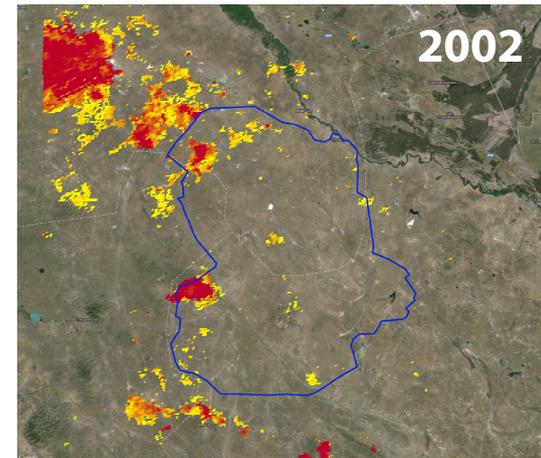
Бесснежное пятно на территории СИЯПа (конец октября-начало ноября 2014 г.)



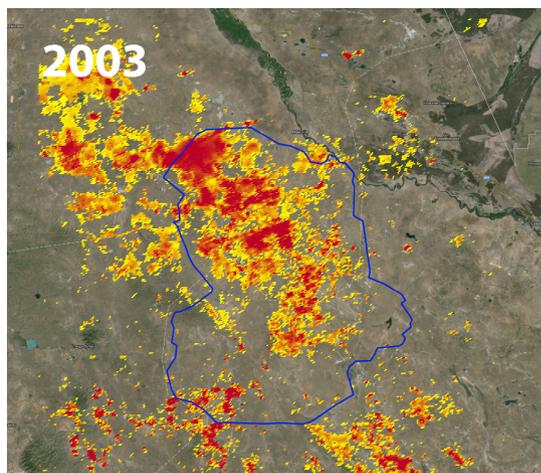
Средняя ночная температура (LST, MOD11) по годам (март, 2001-2013гг)



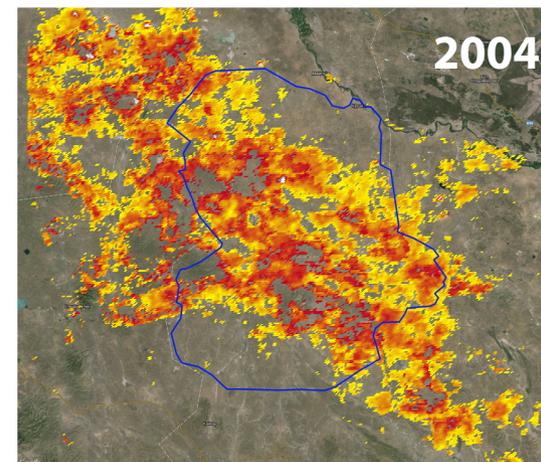
Температура, K
poligon
Март 2001
268
270



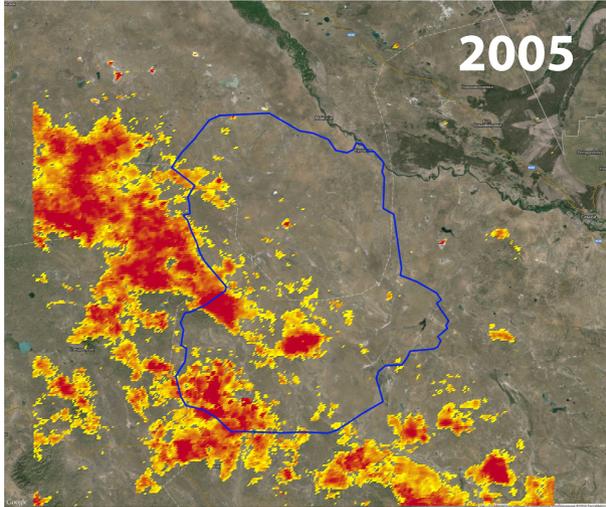
Температура, K
poligon
Март 2002
270
280



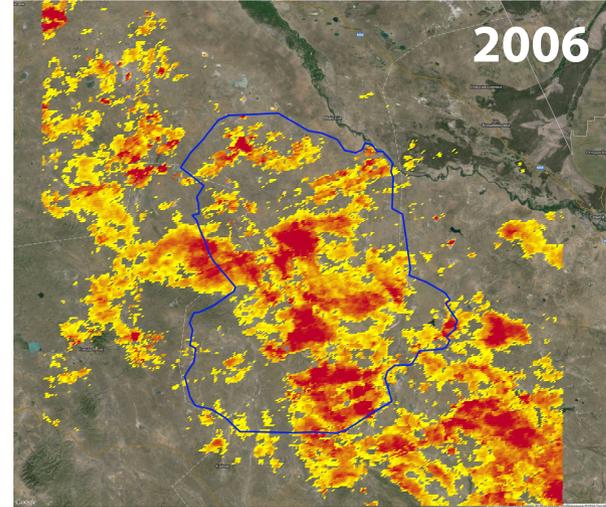
Температура, K
poligon
Март 2003
259
261



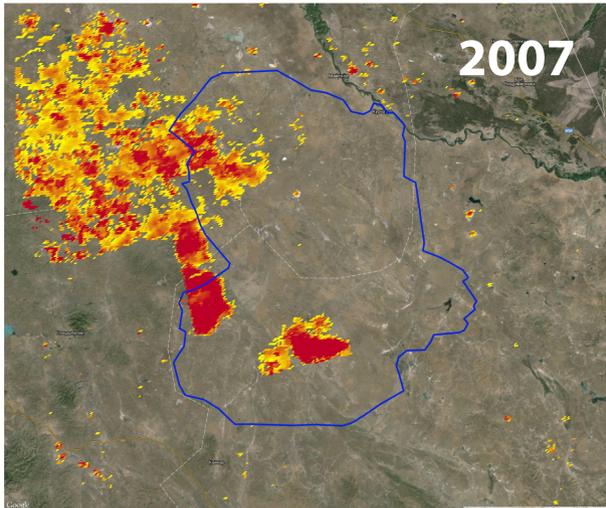
Температура, K
poligon
Март 2004
264
266



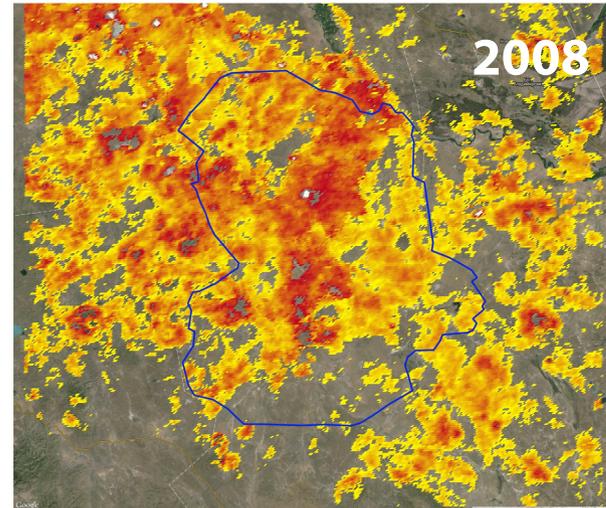
Температура, K
poligon
Март 2005
266
268



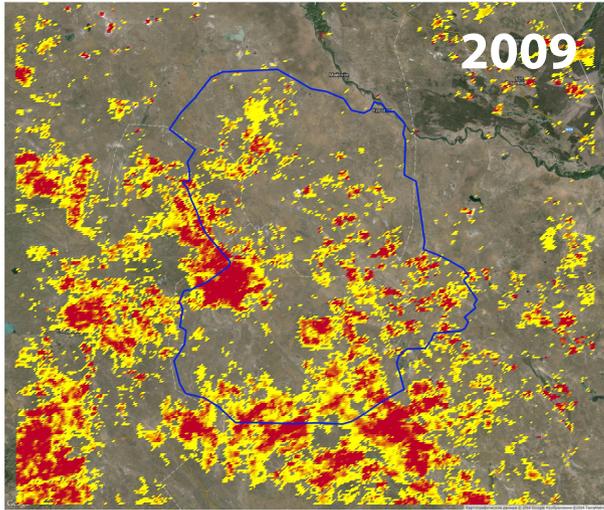
Температура, K
poligon
Март 2006
267
269



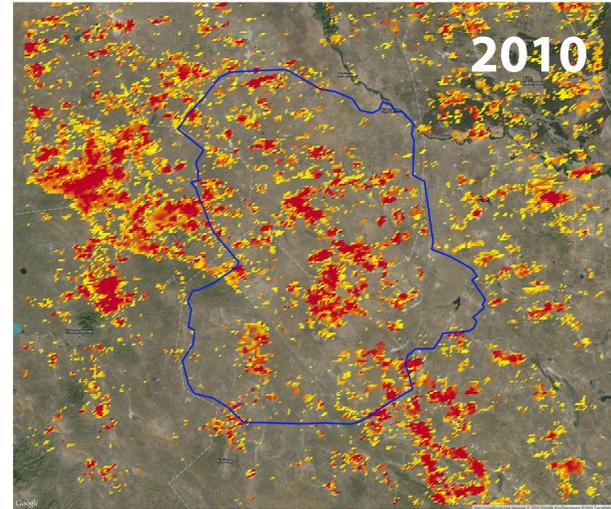
Температура, K
poligon
Март 2007
262
265



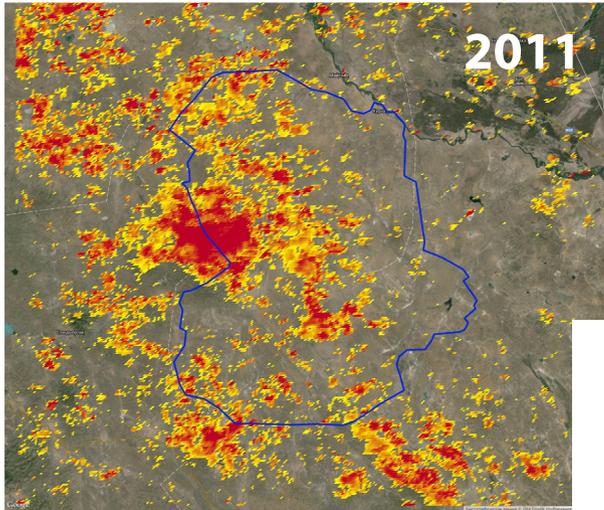
Температура, K
poligon
Март 2008
269
271



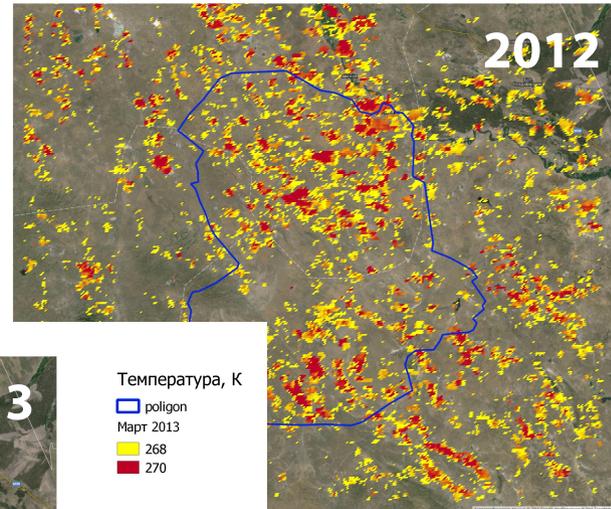
Температура, K
 poligon
 Март 2009
 260
 261



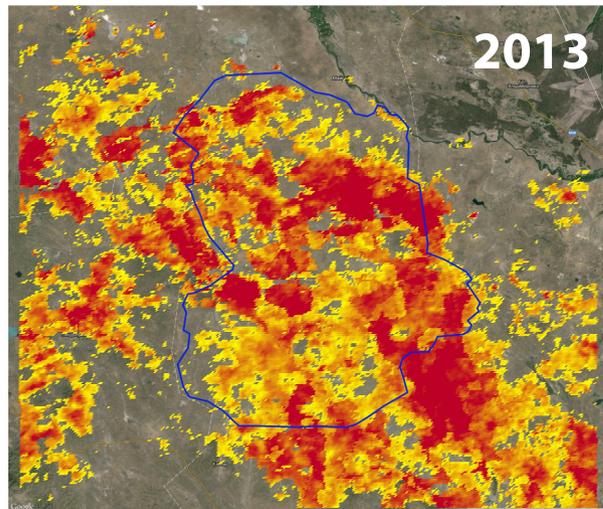
Температура, K
 poligon
 Март 2010
 260
 262



Температура, K
 poligon
 Март 2011
 260
 262

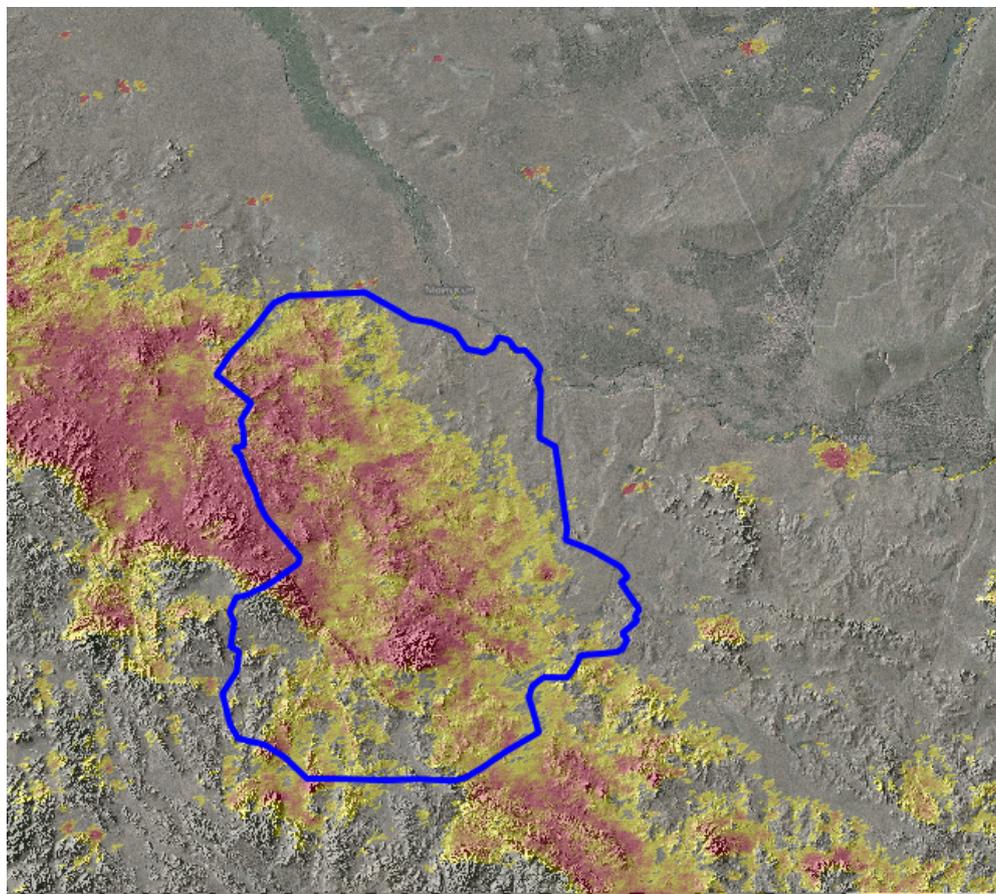


Температура, K
 poligon
 Март 2012
 263
 265



Температура, K
 poligon
 Март 2013
 268
 270

Средняя ночная температура (LST, MOD11) за 12 лет (март, 2001-2013гг)



Граница многолетней аномалии хорошо согласована с осью
Главного Чингизского разлома

Природные пожары

1. Индикаторы пожарной опасности

- Известны десятки индексов, основанных на метеорологических данных, данных о состоянии растительности.

2. Уточнение и валидация статистики пожаров

- Удаление ложных срабатываний алгоритма Кауфмана (MOD14)
- Группировка тепловых аномалий, относящихся к одному событию
- Пожары, не детектируемые MOD14

Природные пожары

3. Неоднородность пространственного распределения

- Какие территории наиболее подвержены риску природных пожаров и в какие периоды
- Влияет ли человеческая деятельность на частоту природных пожаров
- На каких территориях доля лесных и степных пожаров, вызванных деятельностью человека, наиболее велика

Природные пожары

4. Определение влияния отдельных факторов

- состояние растительности
- особенности рельефа

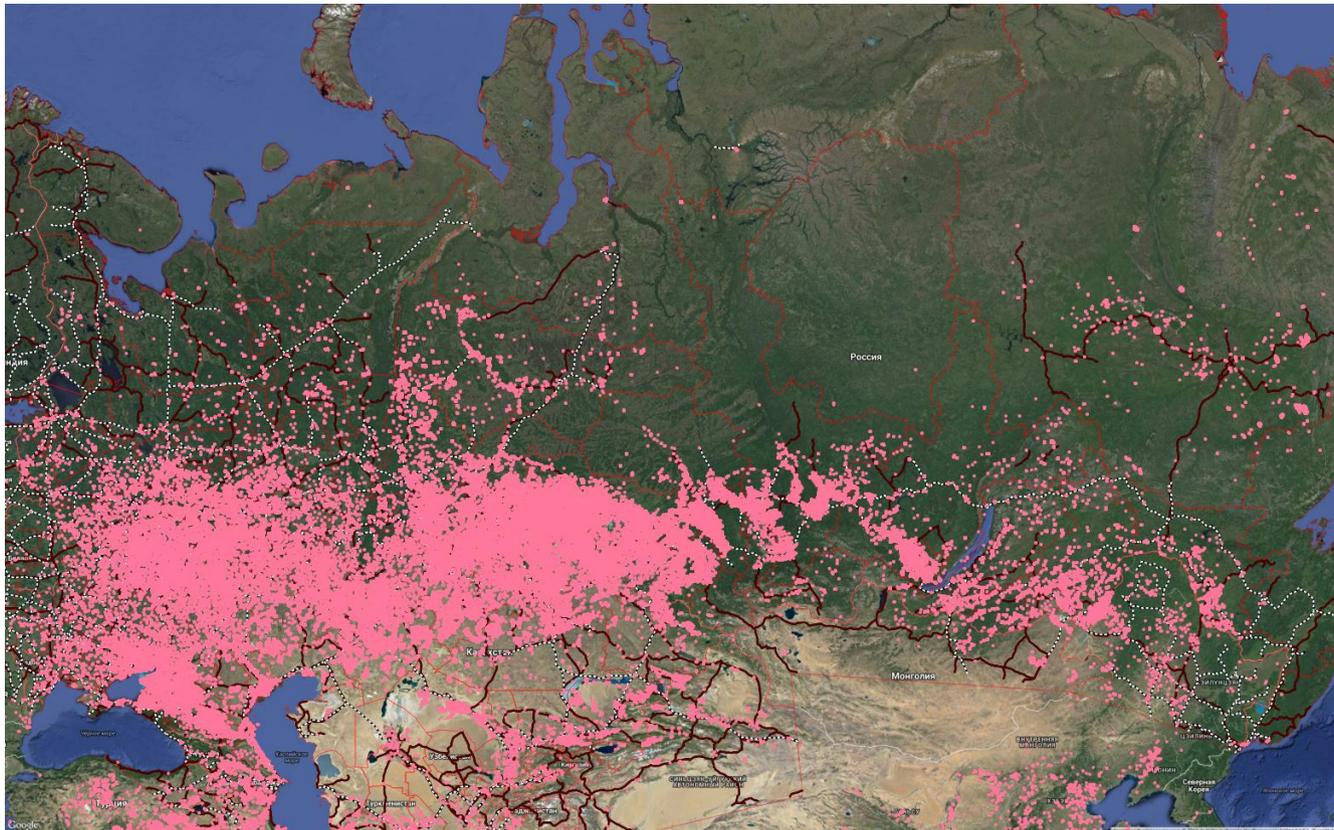
5. Выявление сложных зависимостей

- структурирование факторов, определяющих риск возникновения и развития природного пожара

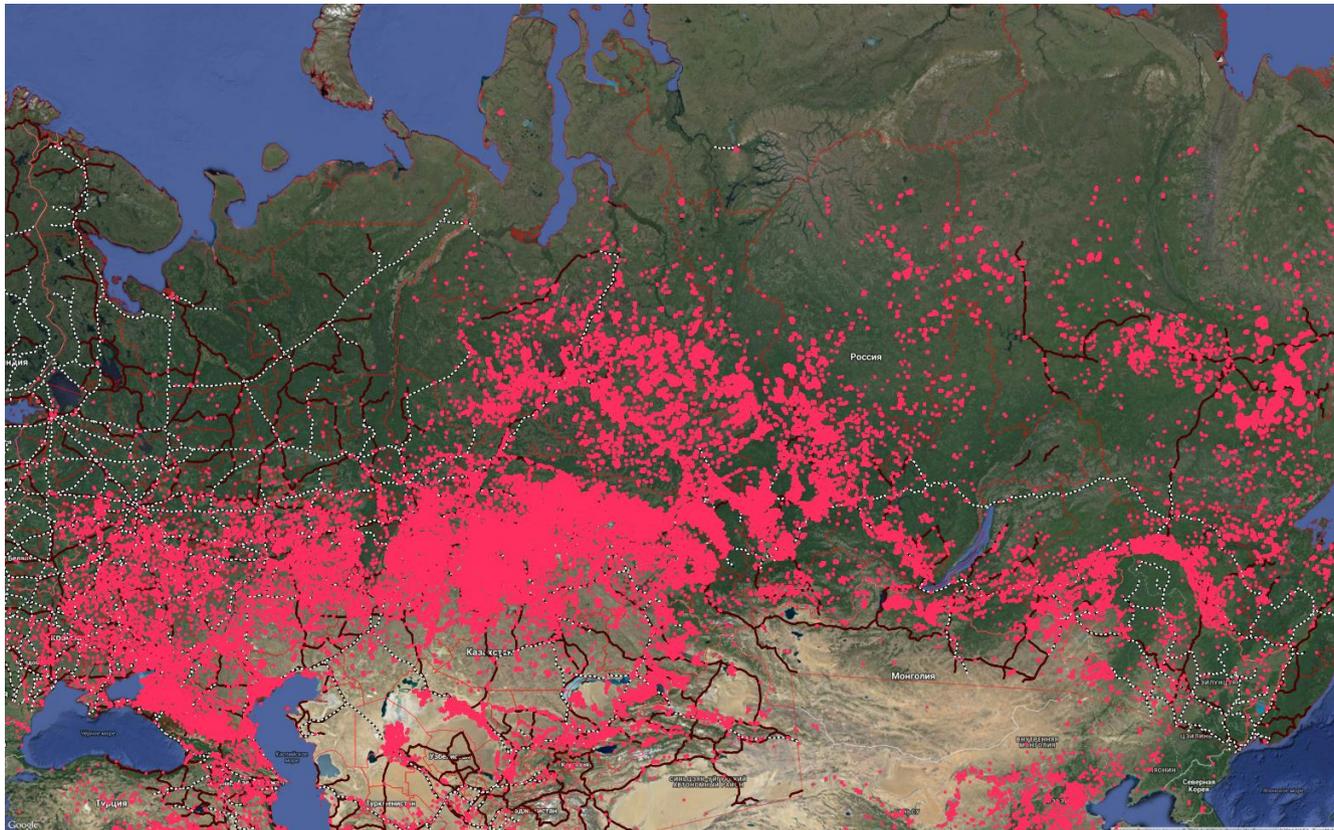
Подготовка данных

- В дополнение к архиву продуктов, накопленному с 2010-го года по данным, принятым в Новосибирском и Хабаровском центрах НИЦ “Планета” добавлены продукты из архива EOSDIS:
 - MOD14 – тепловых аномалий, индикаторы пожаров
 - NDVI – состояние растительности
- Транспортные сети:
 - Автомобильная, железнодорожная и речная сеть на территории России
 - Населенные пункты, административно-территориальное деление
- *В будущем:*
 - *Погода и климат*
 - *Рельеф*

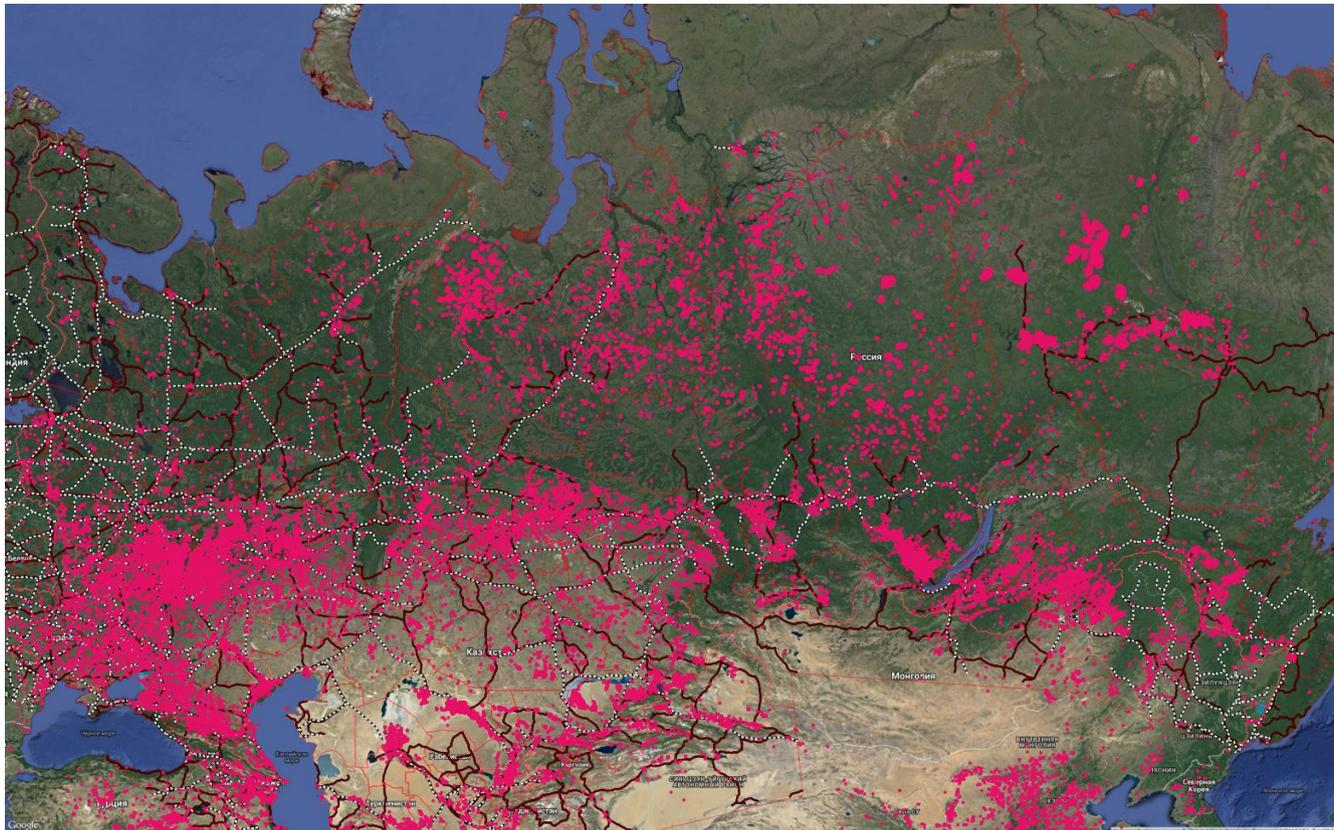
Особенности пожарных сезонов



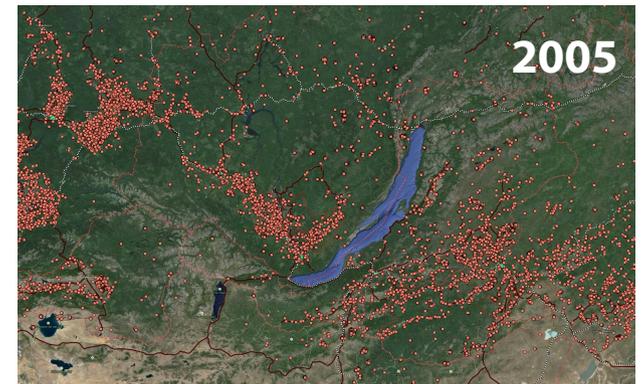
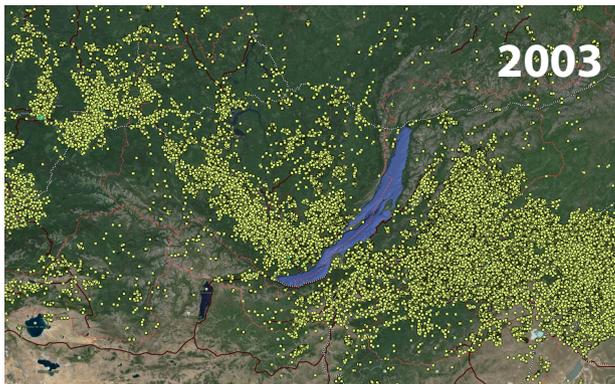
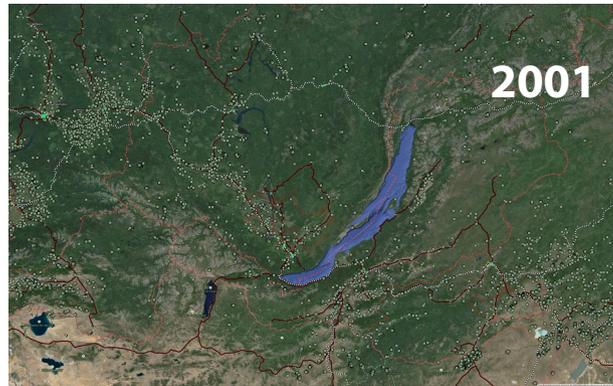
Особенности пожарных сезонов



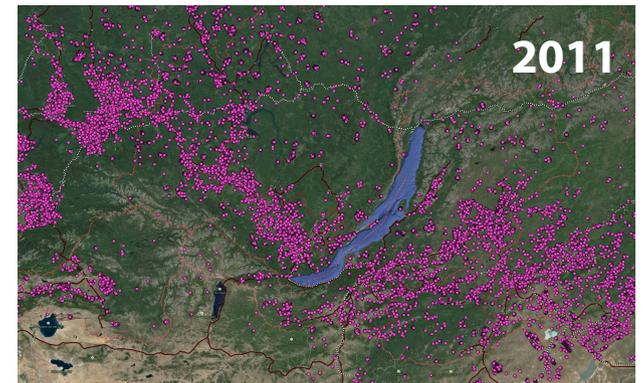
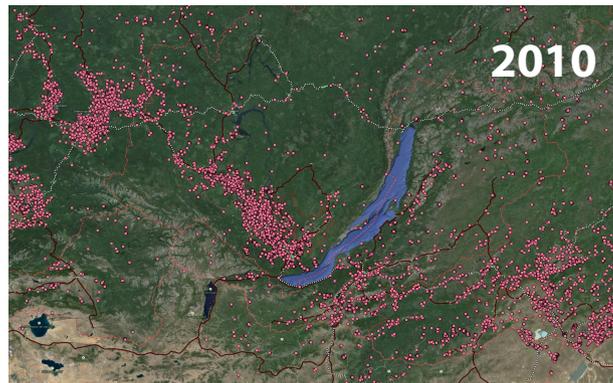
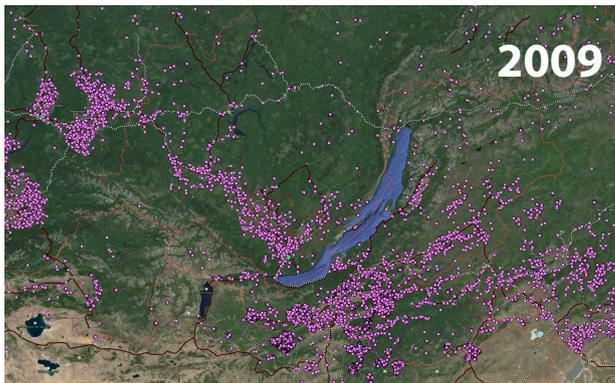
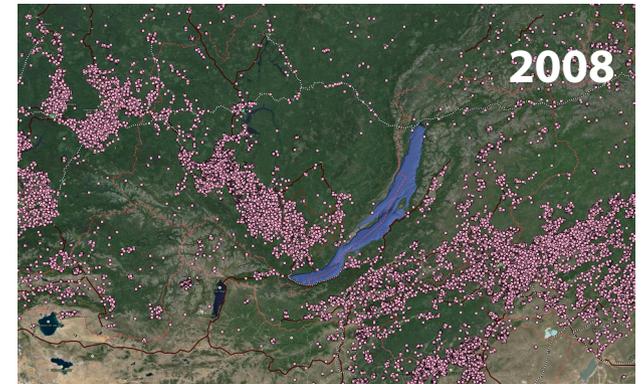
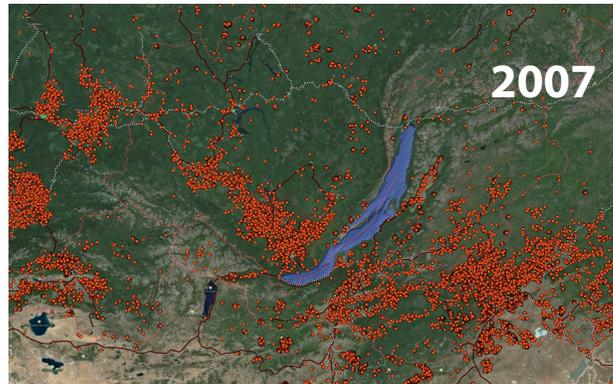
Особенности пожарных сезонов



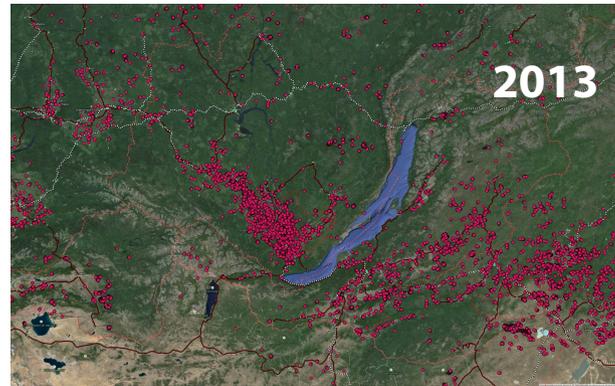
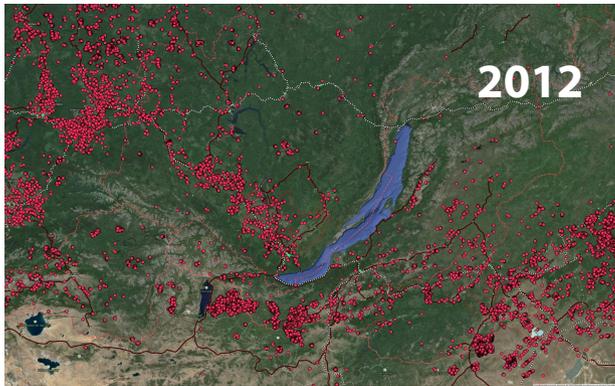
Особенности пожарных сезонов



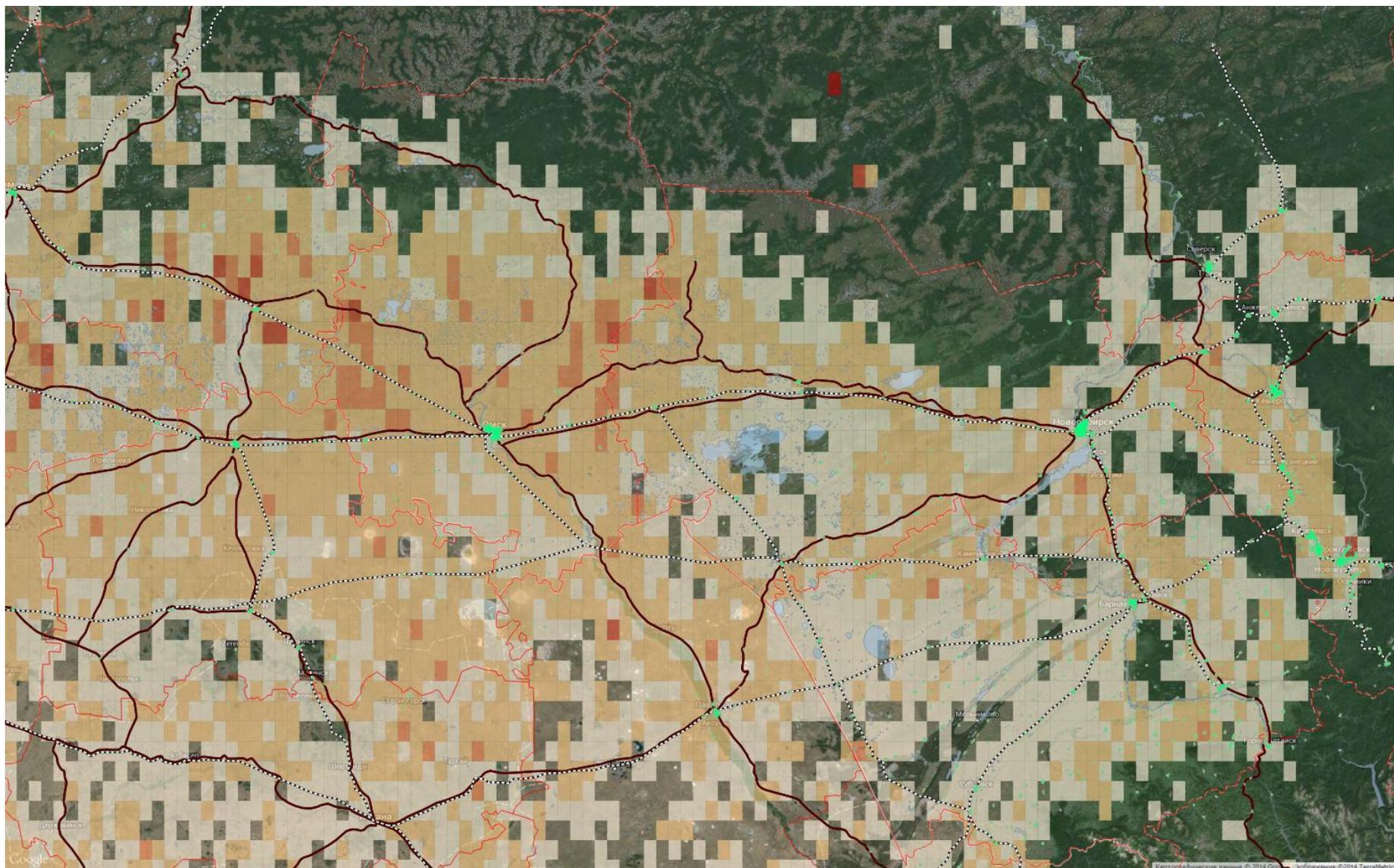
Особенности пожарных сезонов



Особенности пожарных сезонов



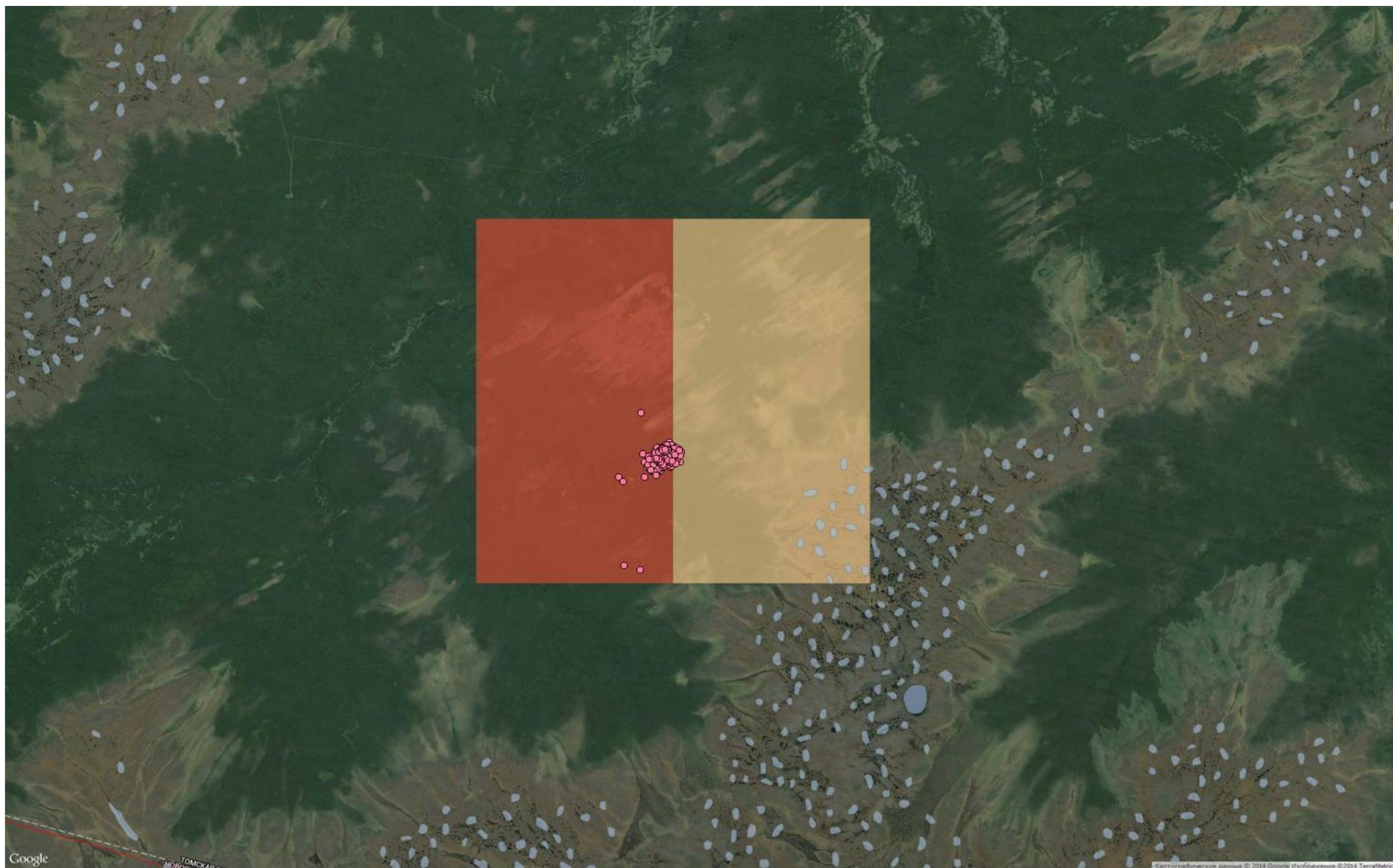
Распределение плотности термоточек



Распределение плотности термоточек



Распределение плотности термоточек



Распределение плотности термоточек



Распределение плотности термоточек



Заключение

- Работать непосредственно с аналитической базой данных трудно
- Существуют задачи, с решением которых современные “настольные” аналитические ГИС не справляются, так что использование аналитической СУБД необходимо
- Построенный комплекс применим для анализа большого объема пространственных данных в различных предметных областях

Спасибо за внимание!