Пространственные характеристики

ООО Промсофт
Дмитрий Колодезев
dk@promsoft.ru
@d_key

[a-Z0-9]+GIS

Мы искренне извиняемся
перед всеми
любителями утконосов

План

- Банальности
- Координаты
- Теория
- Источники данных
- Форматы данных
- Основные задачи
- Данные в фичи
- Геокодирование
- Хранение
- Визуализация
- Анализ
- Простые примеры

Банальности

- Компас показывает совсем не на север
- Прямые не прямые
- Треугольники не треугольные
- Земля неровная
- Космоснимки врут
- GPS врет
- Карты врут
- Никому верить нельзя
- Пространство анизотропно
- Пространство хронотропно
- Земля не круглая, но это как раз неважно

Банальности-2

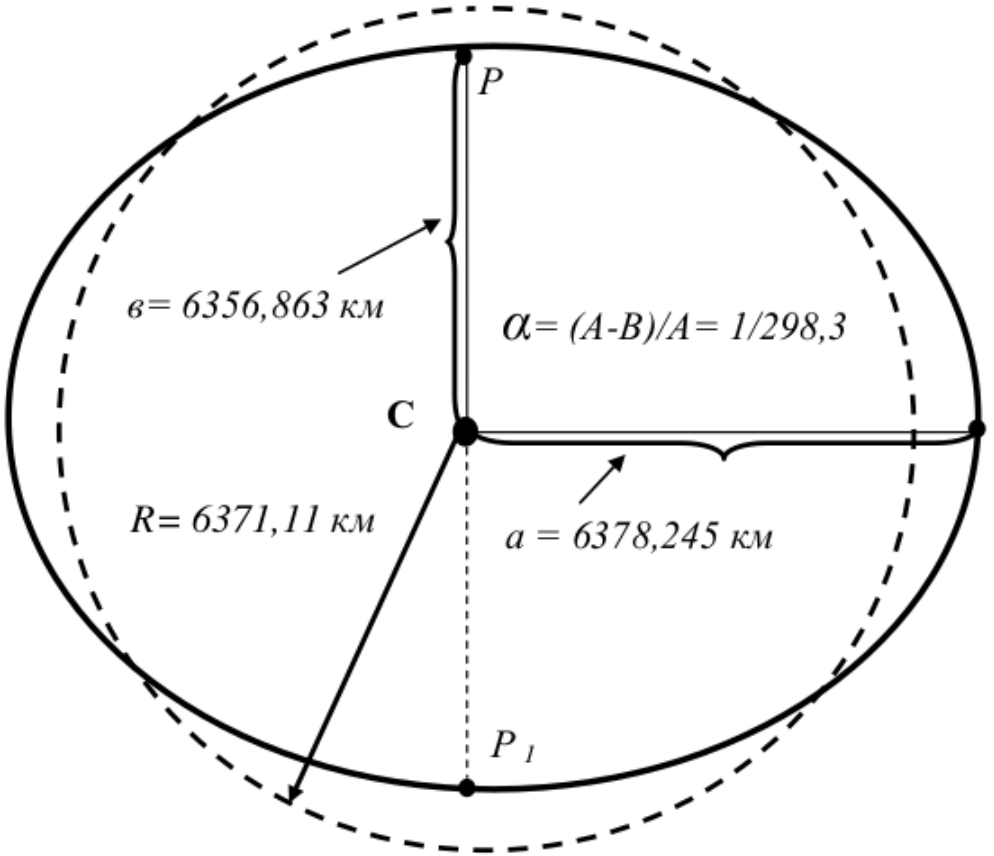
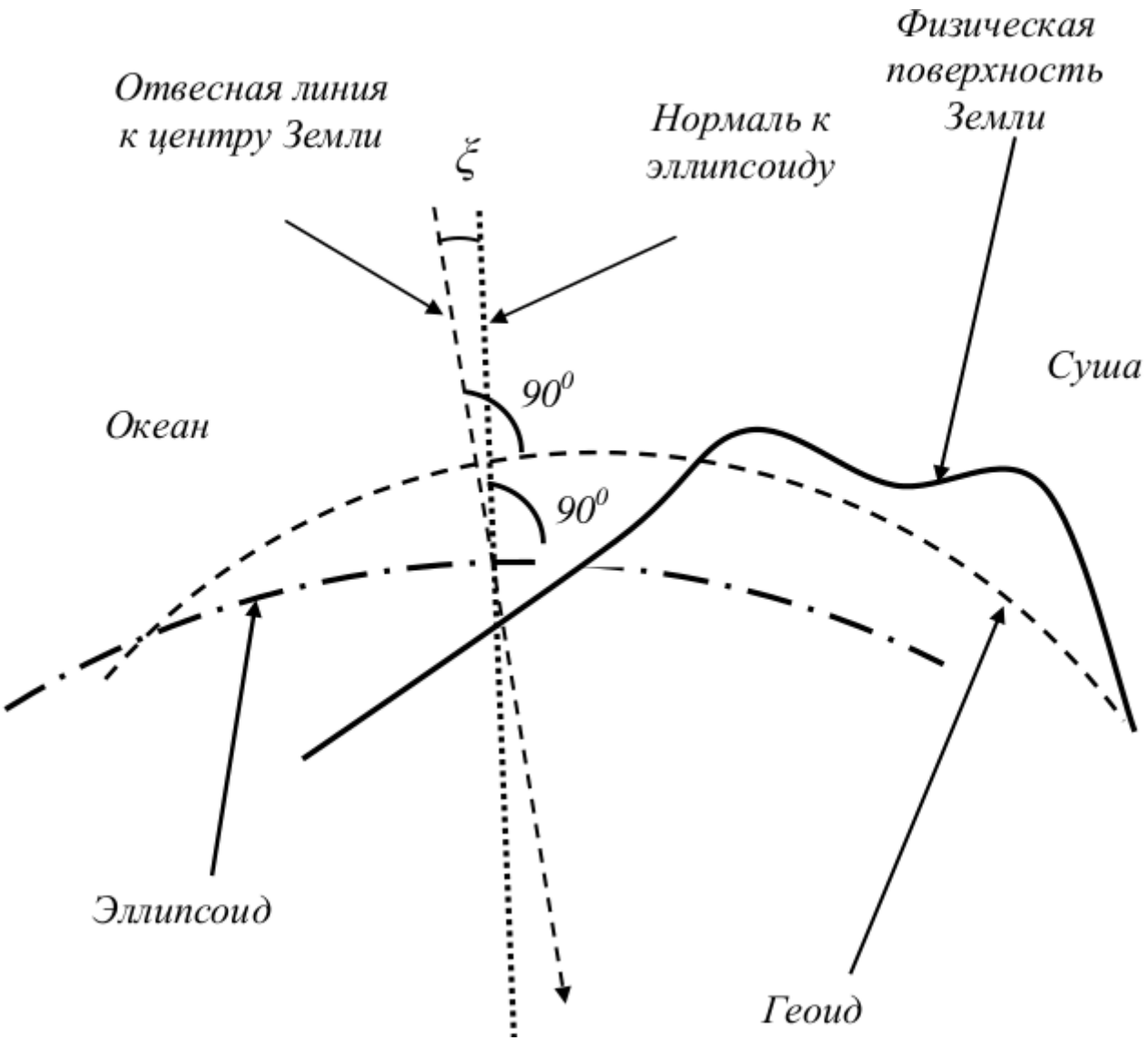


Рис. 2. Эллипсоид вращения Красовского: С – центр Земли, в – малая полуось эллипсоида, а – большая полуось эллипсоида, α – сжатие Земли

Украдено из учебника «Основы геодезии и топографии», Передерин В.М., Чухарева Н.В., Антропова Н.А. Томск, 2005.

Банальности-3



Украдено из учебника «Основы геодезии и топографии», Передерин В.М., Чухарева Н.В., Антропова Н.А. Томск, 2005.

Координаты

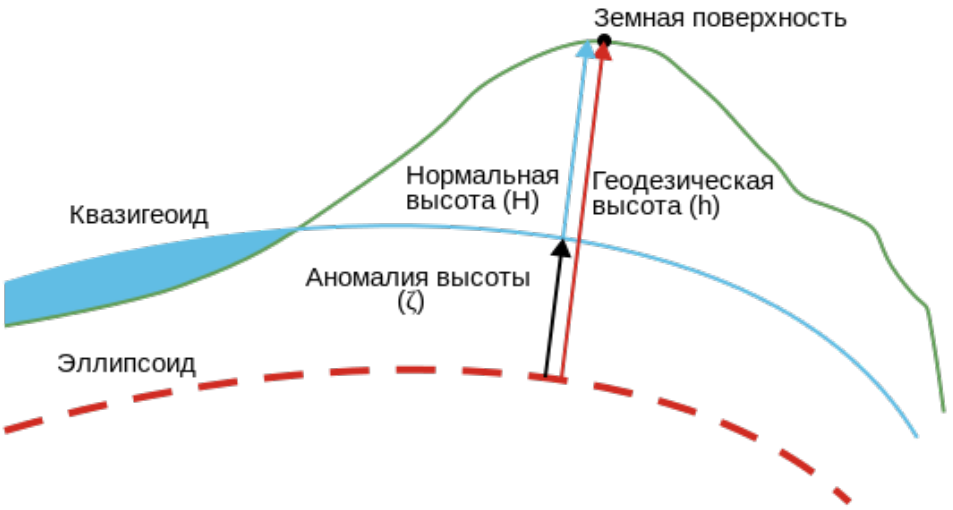
Способы указать местоположение:

- Координаты (пара или тройка чисел)
- GeoURI [57] geo:37,-12;crs=Mars;u=35 ← метры
- Геокоды (строка ↔ координаты) [55], [56]
- Ориентир (t, l, θ от объекта)
- Регион
- Ячейка сети 3- 4- 6- на сфере, плоскости [54]
- Адрес
- Номер (индекс, кадастровый, изб. участка)

Координаты-2 (Вавилон)

- Пространственные XYZ
- Сферические (широта долгота высота)
  - Астрономические (звезды)
  - Геодезические (нормаль к геоиду)
  - Географические (компромисс, WGS-84)
- Прямоугольные (XY + высота)
- Полярные (полюса, съемка без привязки)
- Зональные 6° зоны, UTM СК-42 63 95 разные геоиды
- Местные (Меркатора от пупа земли, МСК НСО etc)
- Веб-координаты WGS-84 сфера, эллипсоид (Я)

Координаты-3 (высота)



- NAVD88
- WGS84
- ПЗ-90
- Балтийская система

Точных способов преобразования координат между системами не существует.
Есть стандартные методики пересчета.
Спрашивайте у геодезистов.
[16] FAQ по координатам от GIS LAB

Теория

- Дискретные (имеют границу)
- Непрерывные (высота, магнитное поле)

- Векторные (лучше для дискретных)
  - Точка
  - Линия
  - Регион
- Растровые (лучше для непрерывных)
  - Сырые (дроны, фото, сканы, скриншоты)
  - Скорректированные (космос, аэрофото)
  - Агрегированные (тайлы, NDVI)

Теория-2

- Пиксел — точка → квадрат → трапеция → полигон
- Растр — что-то отраженное от чего-то в куда-то через что-то
- Корректировка растра
  - Датчик
  - Проекция
  - Рельеф местности
  - Атмосфера
  - Источник энергии (Солнце, радар, лидар, сонар ...)
  - Привязка
  - Компенсация движения

  RTFM:
  «Discrete Spatial variables» by GITTA [11]
  «Continuous spatial variables» by GITTA [14]

Источники данных

- GPS ГЛОНАСС etc
- A-GPS WiFi и прочие IoT
- Космоснимки и аэрофотосъемка
- Дроны и камеры наблюдения
- Псевдокосмоснимки
- Карты, схемы, планы, таблицы, статотчеты
- Геосервисы и соцсети
- Кадастр
- Индексы, ОКАТО, ОКТМО
- Текстовые адреса
- Текстовые описания (четная сторона улицы, кроме 2-го)

Форматы данных

- SAT GeoTIFF-16 GDAL [18], Kaggle [17]
- Треки: FWF CSV XML в WGS-84
- KLM(Z): XML WGS-84
- shp shx dbf prj: ArcGIS [58], pyshp [20]
- GeoJSON [21] [22]
- КЛАДР [24] ФИАС [23]
- EXIF [25]
- Текст, NER, RX, Толока|AMT
- Координаты (Ш, Д) (Д, Ш) 65.35225° или 65°35′22.5″
- У=12345750 м 12 зона -154250 м

Форматы данных-2

Комсомольская № 2/В, № 2/1; Кордон; Корчагина; Космодемьянской; Котовского; Кошевого; Красина; Красная Сибирь; Красноармейская; Краснофлотская; Красный Сокол; Кутузова; Лазо; Левитана; Ленина – нечетная сторона № 1А, № 3, № 7, № 9Б, № 11, № 13А, № 13В, № 15А, № 15Б, № 15В, № 17А, № 19А, № 21А, № 23А, 25А, четная сторона с № 2 по № 14, № 16А; Лермонтова (за исключением – нечетная сторона № 15, № 17, четная сторона № 10); 1-ая Лесная; 2-ая Лесная; Линейная; 1-ая Линейная; 2-ая Линейная; Ломоносова; Луговская; Лунная; Майская; Макаренко; Малиновая; Маркса – нечетная сторона с № 3 по № 15, четная сторона с № 2 по № 12; Матросова; Маяковского; Менделеева; Микрорайон; Мира; Молодой Гвардии; Морозова; Морская; Мусоргского; Нахимова; Некрасова; Новая; Новосибирская; Обская; Огнеупорная; Озерная; Октябрьская; 2-я Октябрьская; Орджоникидзе; Отрадная; Островского (за исключением – нечетная сторона с № 67 по № 99); Павлова; Парижской Коммуны; Партизанская; Пархоменко; Пастухова; Первомайская (за исключением – нечетная сторона с № 3 по № 21, четная сторона с № 2 по № 24); Родниковая; Песчаная; Пионерская; Пирогова; Победы; Полевая; Попова; Пролетарская; Пугачева; Пушкина; Рабочая; Радищева; Разина; Репина; Речная; Решетникова; Римского-Корсакова; Рогачева; Садовая; Свердлова – нечетная сторона с № 5 по № 57, четная сторона с № 20 по № 68; Светлая; Свободы; Седова; Смирнова; Советская; Солнечная; Сосновая; Спартака; Спортивная – нечетная сторона с № 9 по № 13; Станиславского; Строительная; Суворова; Таежная; Терешковой; Тимирязева; Толбухина; Толстого; Трудовая; Урицкого; Ушакова (за исключением № 1); Фестивальная; Фрунзе; Фурманова; Хмельницкого; Целинная; Центральная; Чайковского; Чапаева; Черемушная; Черничная; Чернышевского; Черняховского; Чехова; Шевченко, Школьная; 2-я Школьная; Щетинкина; Щорса; Энгельса; Энергетическая; Энтузиастов; Юбилейная; Ягодная; **переулки**:

[26] Ваш депутат (ЗС НСО)
[27] Схема избирательных округов Новосибирской области

Основные задачи

- Прочитать (fiona [53])
- Очистить (особенно треки GPS [60])
- Дополнить
- Объединить (пространственный JOIN)
- Преобразовать
- Интерполировать
- Агрегировать
- Показать

Через данные к фичам

- Характеристики точки (высота, средняя температура)
- Статистики региона
- Статистики t- R- окрестности t5 R300 etc
- Попадание/пересечение
- Расстояние t L
- Принадлежность к группе, кластеризация, иерархия
- Широта, долгота, Д cos(Ш) локально
- Утренние-дневные-вечерние-разброс
- DL-фичи растра
- Проходимость — проблема формулировки
- Пример — метро 300, метро 600, жителей в 5 минутах

Геокодирование

- Geopy [52], заодно умеет дистанцию
- Nominatim [65]
  - Установка локального сервера [64]
- Яндекс-карты [61]
- Гугл карты [62], умеют t-дистанцию [67]
  - Курс на Udacity [63]
- 2Гис API [66], мечтаю понять его лицензию
- Galton изохроны [68]

Хранение данных

- PostGiS (pg) [41]
- MongoDB [42]
- SpatiaLite (sqlite) [43]
- Tile38 (redis) [44]
- Oracle Spatial [46]
- Oracle Locator [47]
- MySQL [48]
- MS SQL [49]

[40] OGC Standards — кто-то где-то им соответствует
Все умеют более-менее одно и то же. PostGIS умеет area.
MongoDB удобна в разработке и на продакшене.

XML CSV GeoJSON удобен, пока он маленький
и вам не нужно делать на нем поиск

JOIN и пересечения можно сделать с geopandas [50]

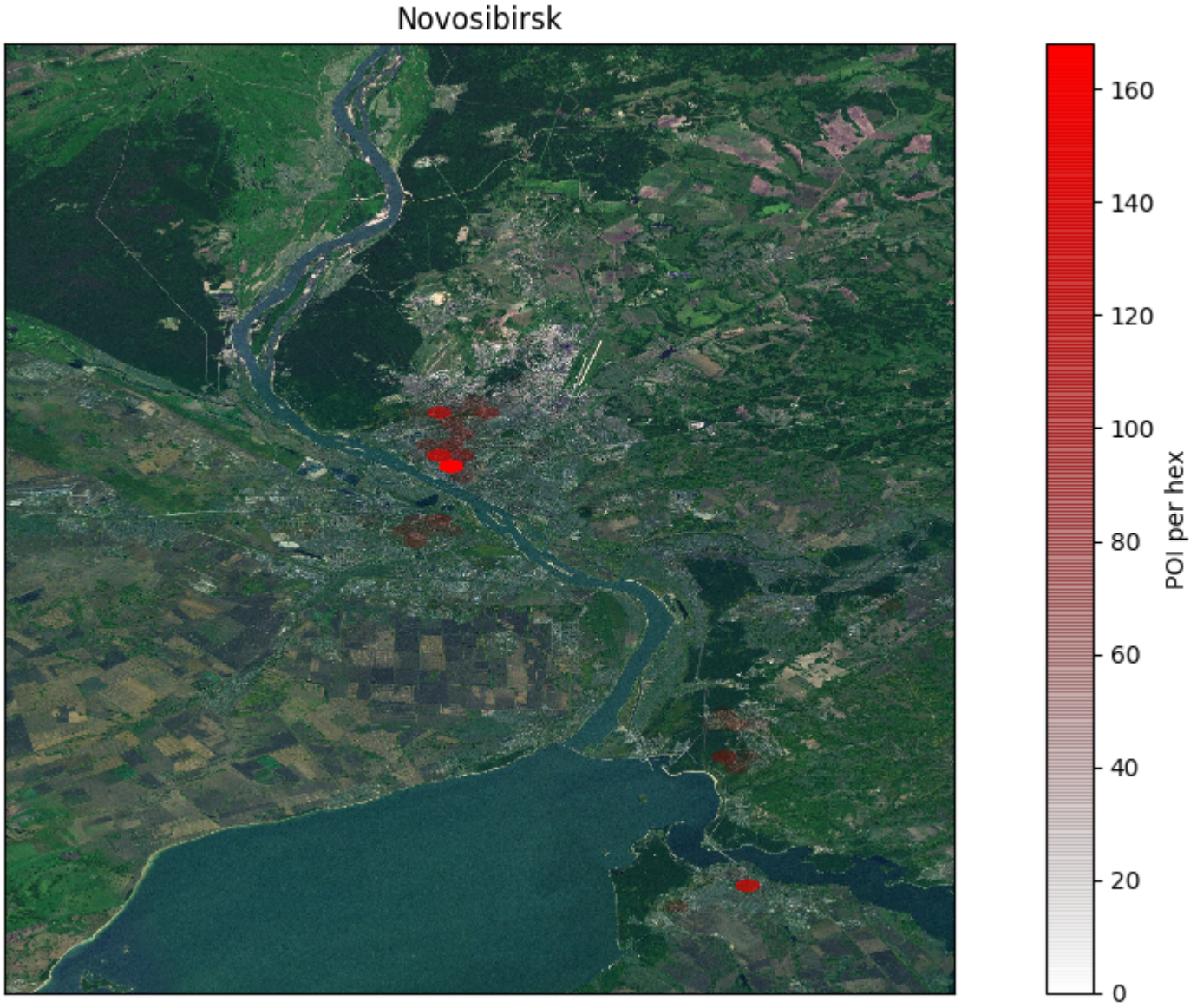
Визуализация

- Leaflet, folium [30]
  - Рисуем интерактивные карты с Folium [31]
- Gmaps [32] — рисуем на картах Гугла
- Mapnik [39] — сайт OSM на нем
- Basemap. Настоящие карты. [33]
  - Mapping Global Earthquake Activity [34]
- Geojson.io [35]
- QGIS [36] бесплатный, для взрослых задач

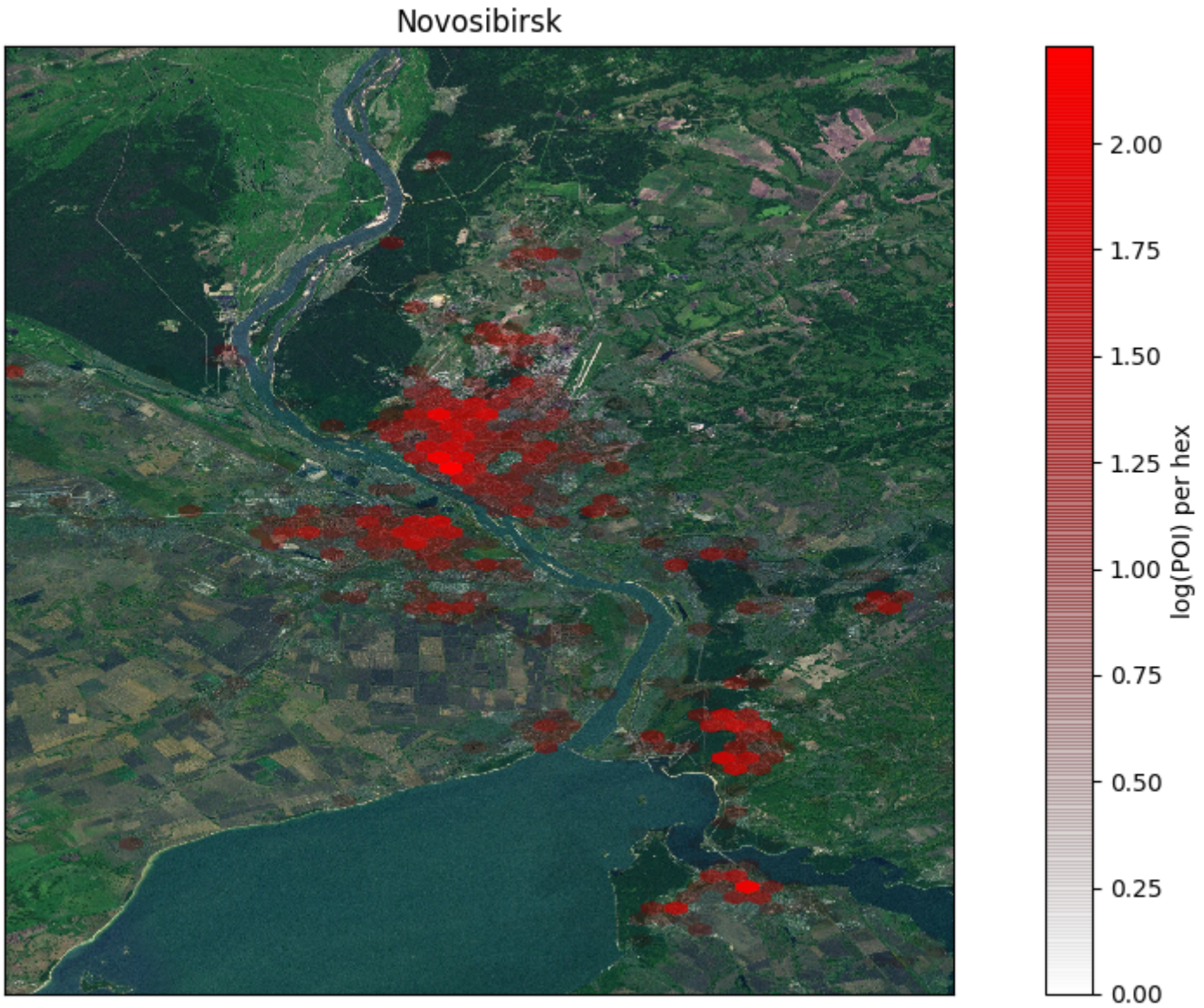
Анализ

- Python Spatial Analysis Library [28]
  - Эконометрика и всё, что нужно
  - Учебник от AirBnB [29]
- Geopandas [50]
  - Fiona [53]
  - GeoSeries и GeoDataFrame
  - Проекции с PROJ.4 [51]
  - Геокодирование через geopy [52]
  - Агрегация dissolve
  - Простая визуализация
- QGIS Semi-Automatic Classification Plugin

Примеры: плотность POI



Примеры: плотность POI-2 (log)



Примеры: страна по точке

- В продакшене в Сингапуре ;-)
- Границы в GeoJson на github [37]
- Импорт в MongoDB, почти как есть
- Пространственный индекс
- Микросервис на bottle
- Запрос
  {'geometry': {'$geoIntersects':
  {'$geometry': {'type': 'Point', 'coordinates': [lon, lat]}}},
  {'title': 1}).limit(1)

Примеры: Берег города по точке

```
o1 = {"_id":"left","geometry":{"type":"Polygon","coordinates":
[[[82.85751342773438, 55.23509227415644] .... ]]}}

o2 = {"_id":"right","geometry":{"type":"Polygon","coordinates":
[[[82.85888671875,55.235239098571675] ...]]]}}

db.riverbank.insert(o1)
db.riverbank.insert(o2)

db.riverbank.createIndex( { geometry : "2dsphere" } )

db.riverbank.find({geometry:{$geoIntersects:{$geometry:{type:'Point', coordinates:
[83,55]}}}}, {_id:1})
```

- GeoJSON нарисован руками в geojson.io
- Руками скопирован в MongoDB
- В продакшене ;-)

Примеры: расстояние до метро

- Координаты входов в метро на GitHub [38]
- Дальше понятно ;-)

История помещения

История объекта

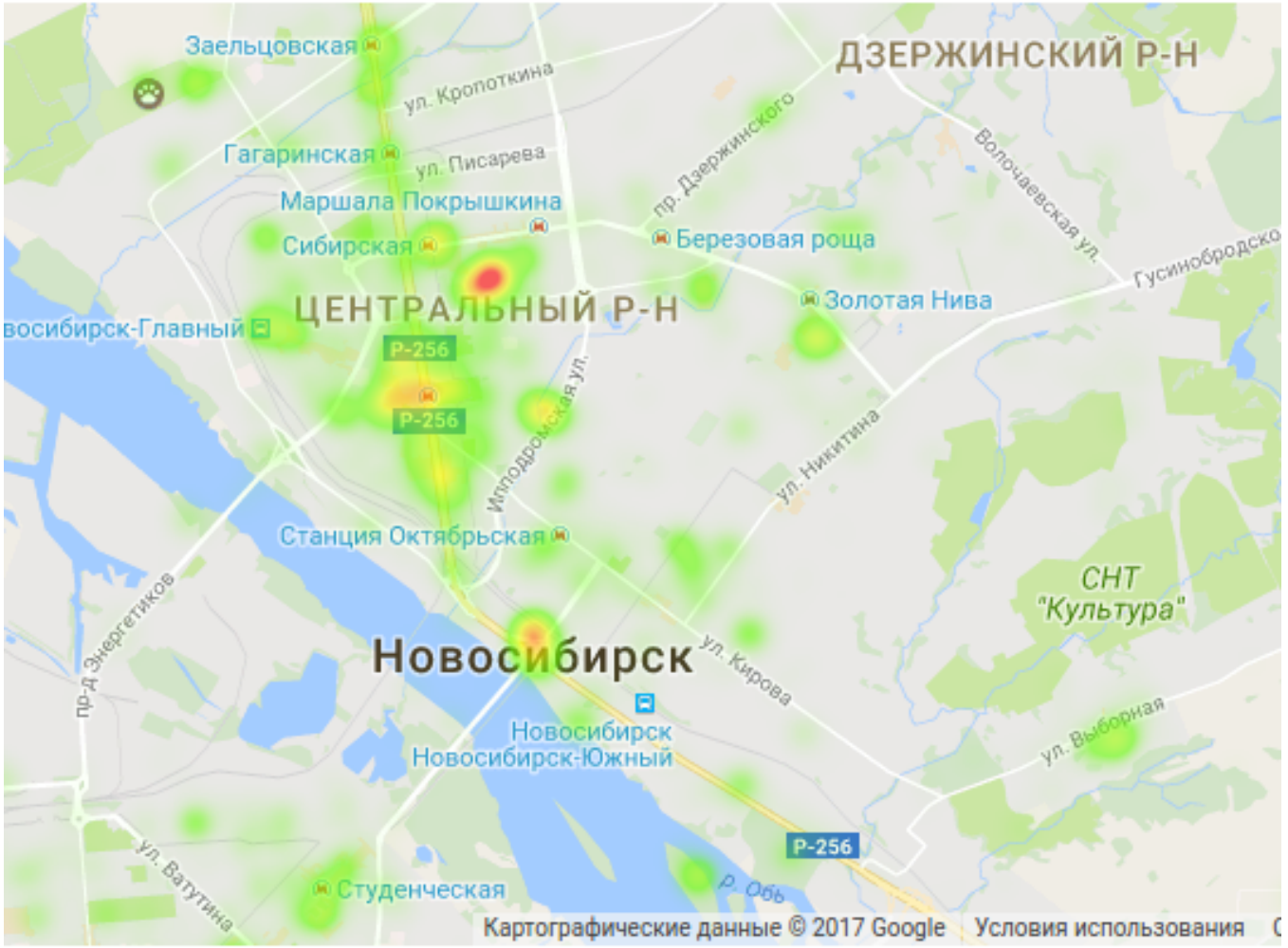
Ближайшие станции метро:

- Речной вокзал — ул. Зыряновская, ул. Восход, ж/д станция — 266 м
- Речной вокзал — ул. Большевистская — 306 м
- Октябрьская — ул. Маковского, ул. Нижегородская, Администрация Октябрьского района, СибАГС — 870 м
- Октябрьская — ул. Московская, ул. Сакко и Ванцетти, магазин "Бахетле" — 910 м
- Октябрьская — ул. Шевченко, "Спортмастер" — 943 м
- Октябрьская — ул. Шевченко, ул. Московская, Законодательное Собрание Новосибирской Области — 979 м

Парковочных мест в радиусе 500 м: 921 шт Свернуть...

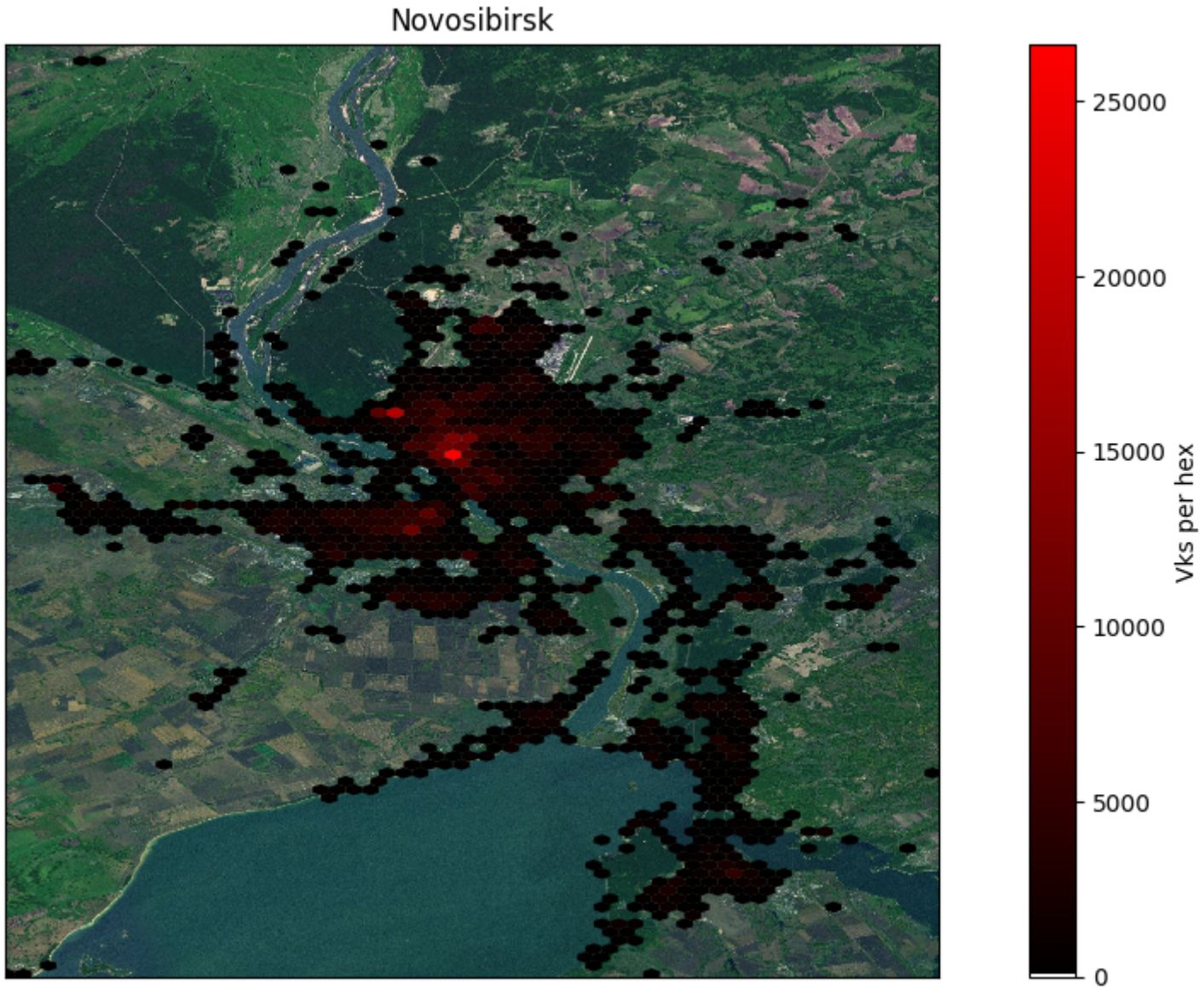
Расстояние, м	Адрес	Кол-во мест	Охрана
77	ул. Зыряновская, 55	15	неохраняемая
107	ул. Зыряновская, 53	21	неохраняемая
107	ул. Зыряновская, 53	72	неохраняемая
210	ул. Зыряновская, 32	10	неохраняемая
270	ул. Якушева, 35	6	неохраняемая
285	м-ль Вокзальная, 4а	11	неохраняемая
285	Внутриквартальный проезд вдоль Крылова,64	24	неохраняемая
285	Внутриквартальный проезд по ул. Достоевского	31	неохраняемая
285	м-ль Вокзальная, 5	25	неохраняемая
285	м-ль Вокзальная, 8б	24	неохраняемая
285	Дорога к школе от Д. Донского,43	10	неохраняемая

Примеры: Twitter и gmaps



Это не карта. Проекция, кодирование цветом, привязка

Примеры: Вконтакт фоточки



Что почитать

[1] Передерин В.М., Чухарева Н.В., Антропова Н.А. Основы геодезии и топографии. Томск, 2005.
[2] Геодезия. Дистанционный курс ИрГАУ http://www.irgsha.ru/stud/learning/course/index.php?COURSE_ID=16
[3] http://structure.mil.ru/files/pz-90.pdf «ПАРАМЕТРЫ ЗЕМЛИ 1990 ГОДА» ВТУ Генштаба ВС РФ
[4] https://en.wikipedia.org/wiki/Universal_Transverse_Mercator_coordinate_system
[5] https://tech.yandex.ru/maps/doc/theory/concepts/coordinates-docpage/
[6] http://www.geonsk.ru/new.php?id_news=8&razdelnews=news
[7] https://en.wikipedia.org/wiki/Web_Mercator
[8] http://content.2gis.ru/shape/
[9] https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/maptypes?csw=1#MapCoordinates
[10] https://ru.wikipedia.org/wiki/Ускорение_свободного_падения
[11] http://www.gitta.info/DiscrSpatVar/en/html/index.html
[12] А.В. Скворцов. Триангуляция Делоне и её применение. Томск, 2002.
[13] http://wiki.gis-lab.info/w/Плавное_введение_в_ГИС
[14] http://www.gitta.info/ContiSpatVar/en/html/index.xhtml
[15] http://gis-lab.info/qa/wgs-pul-compare.html

Что почитать-2

[16] http://gis-lab.info/qa/proj-sk-faq.html
[17] https://www.kaggle.com/c/dstl-satellite-imagery-feature-detection
[18] http://www.gdal.org/ GDAL - Geospatial Data Abstraction Library
[19] https://pcjericks.github.io/py-gdalogr-cookbook/
[20] https://pypi.python.org/pypi/pyshp shapefile
[21] http://geojson.org/
[22] https://pypi.python.org/pypi/geojson
[23] https://fias.nalog.ru/
[24] https://www.gnivc.ru/inf_provision/classifiers_reference/kladr/
[25] http://www.sno.phy.queensu.ca/~phil/exiftool/TagNames/GPS.html
[26] http://zsnso.ru/src/whoyoucandidate.php Схема избирательных округов Новосибирской области
[27] http://zsnso.ru/files/0/file/NPA/shema_okrugov.zip
[28] http://pysal.readthedocs.io/en/latest/
[29] http://nbviewer.jupyter.org/github/ResidentMario/boston-airbnb-geo/blob/master/notebooks/boston-airbnb-geo.ipynb
[30] https://github.com/python-visualization/folium

Что почитать-3

[31]http://nbviewer.jupyter.org/github/Yorko/mlcourse_open/blob/master/jupyter_notebooks/tutorials/folium_shlur.ipynb
[32] https://github.com/pbugnion/gmaps
[33] http://matplotlib.org/basemap/users/installing.html
[34] http://introtopython.org/visualization_earthquakes.html
[35] http://geojson.io/
[36] http://www.qgis.org/
[37] https://github.com/johan/world.geo.json
[38] https://github.com/nextgis/metro4all
[39] http://mapnik.org/
[40] http://www.opengeospatial.org/standards/sfs
[41] http://www.postgis.net/
[42] https://docs.mongodb.com/manual/applications/geospatial-indexes/
[43] https://www.gaia-gis.it/fossil/libspatialite/index
[44] http://tile38.com/
[45] https://www.oracle.com/database/spatial/index.html
[46] https://www.oracle.com/database/spatial/index.html
[47]http://docs.oracle.com/cd/E11882_01/appdev.112/e11830/sdo_locator.htm#SPATL340

Что почитать-4

[48] https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/spatial-extensions.html
[49] https://docs.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/spatial/spatial-data-sql-server
[50] http://geopandas.org/mergingdata.html#spatial-joins
[51] http://proj4.org/
[52] http://geopy.readthedocs.io/en/latest/
[53] https://github.com/Toblerity/Fiona
[54] https://en.wikipedia.org/wiki/Grid_(spatial_index)
[55] https://en.wikipedia.org/wiki/What3words
[56] https://en.wikipedia.org/wiki/Geohash
[57] https://en.wikipedia.org/wiki/Geo_URI_scheme
[58] https://www.esri-cis.ru/products/
[59] https://fromgistors.blogspot.com/p/semi-automatic-classification-plugin.html
[60] https://opendatascience.slack.com/archives/C04KALN56/p1490986096789150
[61] https://tech.yandex.ru/maps/geocoder/
[62] https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/intro?hl=ru
[63] https://www.udacity.com/course/google-maps-apis--ud864
[64] https://habrahabr.ru/post/259667/
[65] http://nominatim.openstreetmap.org/
[66] http://api.2gis.ru/doc/geo/search/
[67] https://developers.google.com/maps/documentation/distance-matrix/?hl=ru
[68] https://galton.urbica.co/

Что почитать-5

- Python Geospatial Development https://www.packtpub.com/application-development/python-geospatial-development-second-edition
- Learning Geospatial Analysis with Python https://www.packtpub.com/application-development/learning-geospatial-analysis-python-second-edition
- Geoprocessing with Python https://www.manning.com/books/geoprocessing-with-python

Вопросы?

Состояние посевов в районе Искитима,
Новосибирская область, 25 июня 2015 г.

ООО Промсофт
Дмитрий Колодезев
dk@promsoft.ru
@d_key