Современные информационные технологии

Биологический институт
Томский государственный университет

Лекция 2

Геоинформационные системы

Дмитрий Владимирович Курбатский
старший преподаватель каф. ихтиологии и гидробиологии, научный сотрудник ЛМБ БИ ТГУ, магистр биологии

- Зоологический музей (к. 123)
- Компьютерный класс (к. 028)

Главный корпус

- Группа ВКонтатике «Курсы "Информатика" и "Информационные технологии"»:
  vk.com/i_it_bi_tsu
- Персональный раздел:
  zoo.tsu.ru/kdv
- Рейтинг на сайте Professorrating.ru

☝ Студенту на заметку

- Сайт GIS-Lab **gis-lab.info** - лучший русскоязычный сайт по ГИС и всему, что с этим связано
- Хромых В.В., Хромых О.В. Цифровые модели рельефа: учебное пособие. – Томск: Изд-во «ТМЛ-Пресс», 2007. – 176 с. – отличная книжка с картинками

Блок 1

Что такое ГИС?

Зачем они нужны?

ГИС

- географическая информационная система
- предназначена для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах
- инструмент (программный продукт), позволяющий пользователям искать, анализировать и редактировать цифровые карты, а также дополнительную информацию об объектах

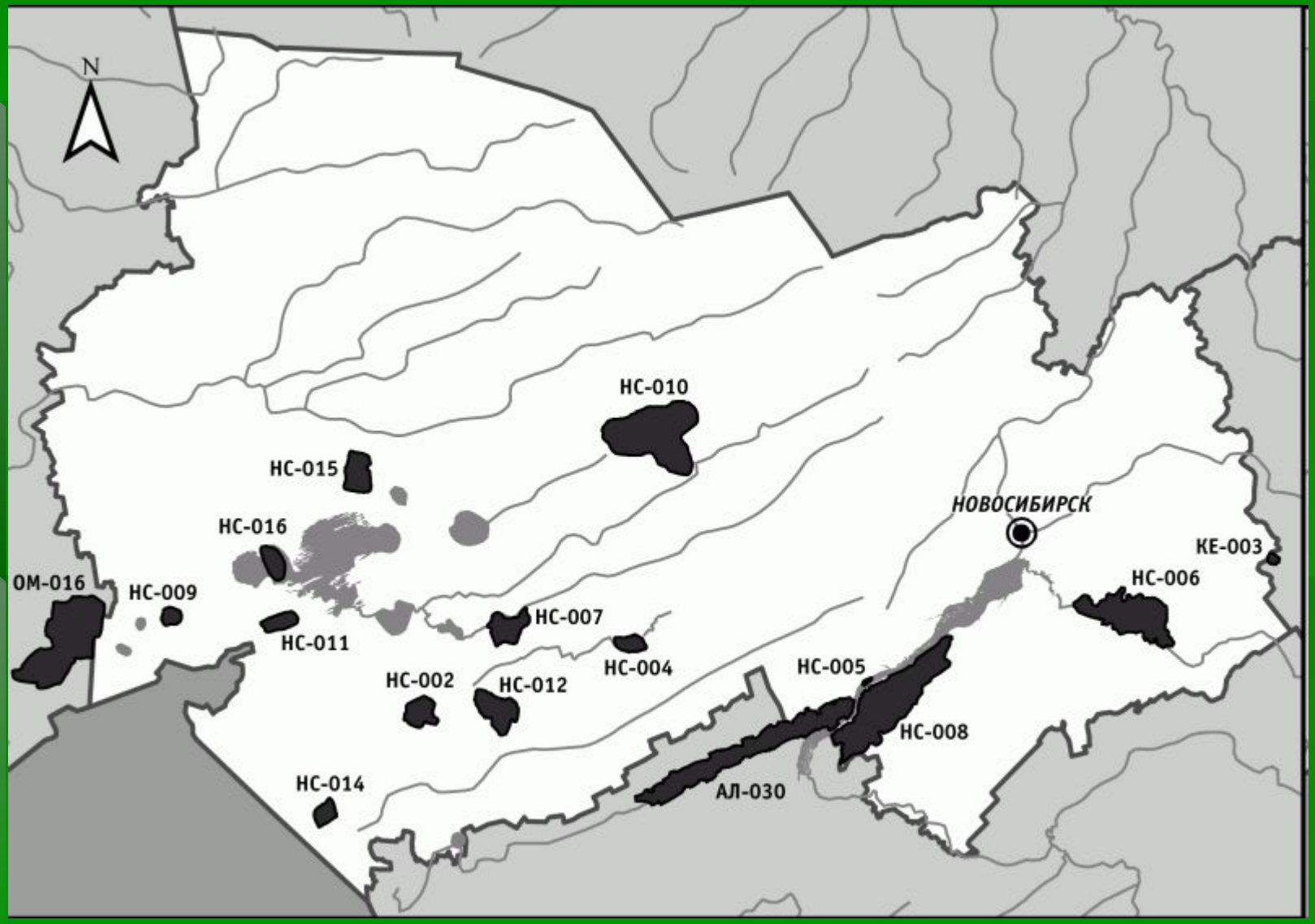
ГИС

- включают возможности
  - систем управления базами данных (СУБД)
  - редакторов растровой
  - и векторной графики
  - аналитических средств

Уровни ГИС

- глобальные ГИС (global GIS)
- субконтинентальные ГИС
- национальные ГИС
- региональные ГИС (regional GIS)
- субрегиональные ГИС
- локальные ГИС (local GIS)

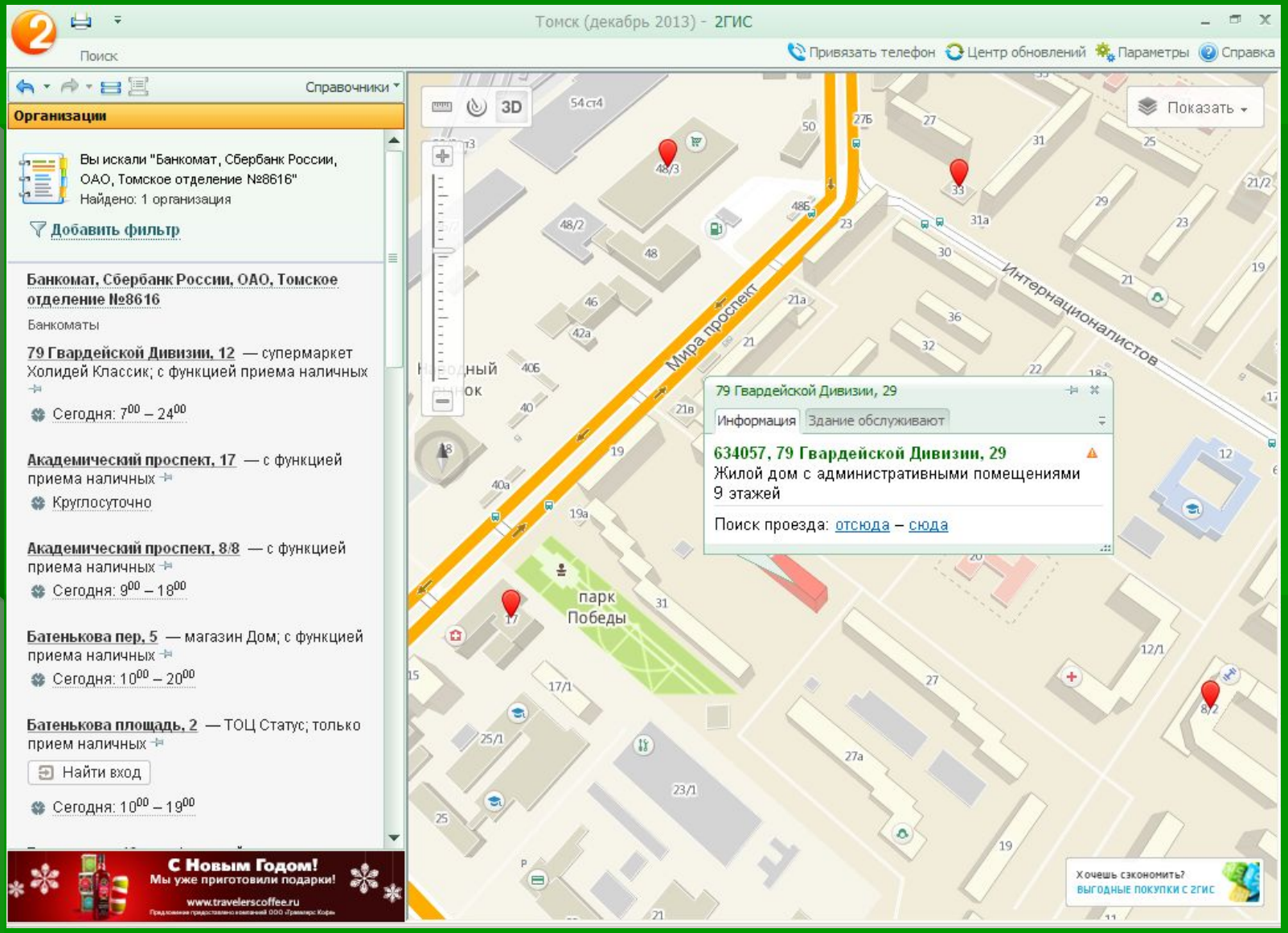
КОТР Новосибирской области



По предметной области

- городские или муниципальные ГИС, МГИС (urban GIS)
- ГИС недропользователя
- горно-геологические ГИС
- природоохранные ГИС (environmental GIS)
- земельные информационные системы
- и др.

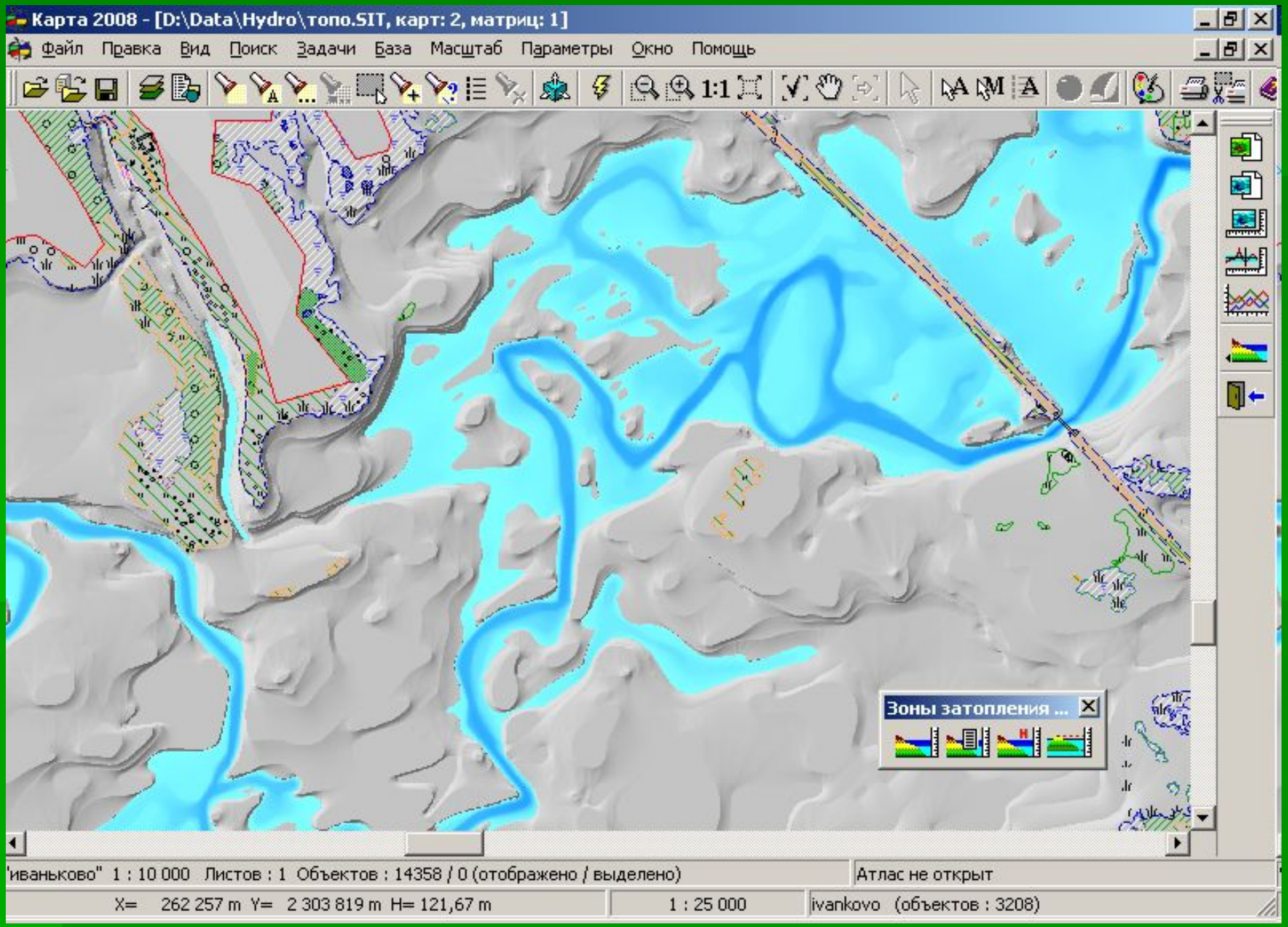
Дубль-ГИС


Томск (декабрь 2013) - 2ГИС
Поиск
Привязать телефон
Центр обновлений
Параметры
Справка
Справочники
Организации
Вы искали "Банкомат, Сбербанк России, ОАО, Томское отделение №8616"
Найдено: 1 организация
Добавить фильтр
Банкомат, Сбербанк России, ОАО, Томское отделение №8616
Банкоматы
79 Гвардейской Дивизии, 12 — супермаркет Холидей Классик; с функцией приема наличных
Сегодня: 7⁰⁰ – 24⁰⁰
Академический проспект, 17 — с функцией приема наличных
Круглосуточно
Академический проспект, 8/8 — с функцией приема наличных
Сегодня: 9⁰⁰ – 18⁰⁰
Батенькова пер, 5 — магазин Дом; с функцией приема наличных
Сегодня: 10⁰⁰ – 20⁰⁰
Батенькова площадь, 2 — ТОЦ Статус; только прием наличных
Найти вход
Сегодня: 10⁰⁰ – 19⁰⁰
С Новым Годом!
Мы уже приготовили подарки!
www.travelerscoffee.ru
3D
Показать
Мира проспект
Интернационалистов
парк Победы
79 Гвардейской Дивизии, 29
Информация
Здание обслуживают
634057, 79 Гвардейской Дивизии, 29
Жилой дом с административными помещениями
9 этажей
Поиск проезда: отсюда – сюда
Хочешь сэкономить?
выгодные покупки с 2гис

Ответы ГИС

- Что находится в…? (определяется место).
- Где это находится? (пространственный анализ).
- Что изменилось начиная с…? (определить временные изменения на определенной площади).
- Какие пространственные структуры существуют?
- Что если? (моделирование, что произойдет, если добавить новый объект).
- Какой размер объекта (длина, площадь, объём)?

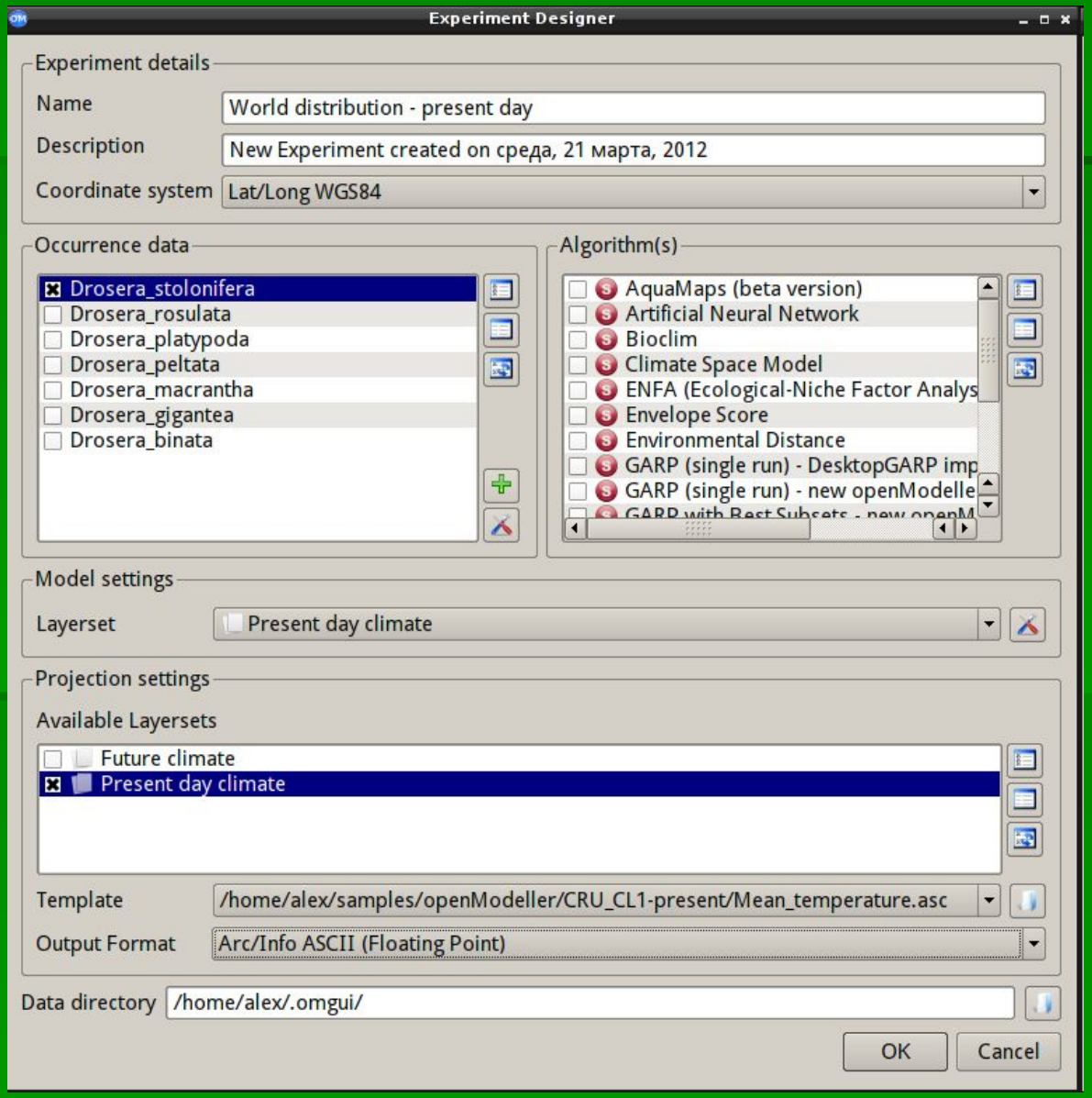
Затопление местности



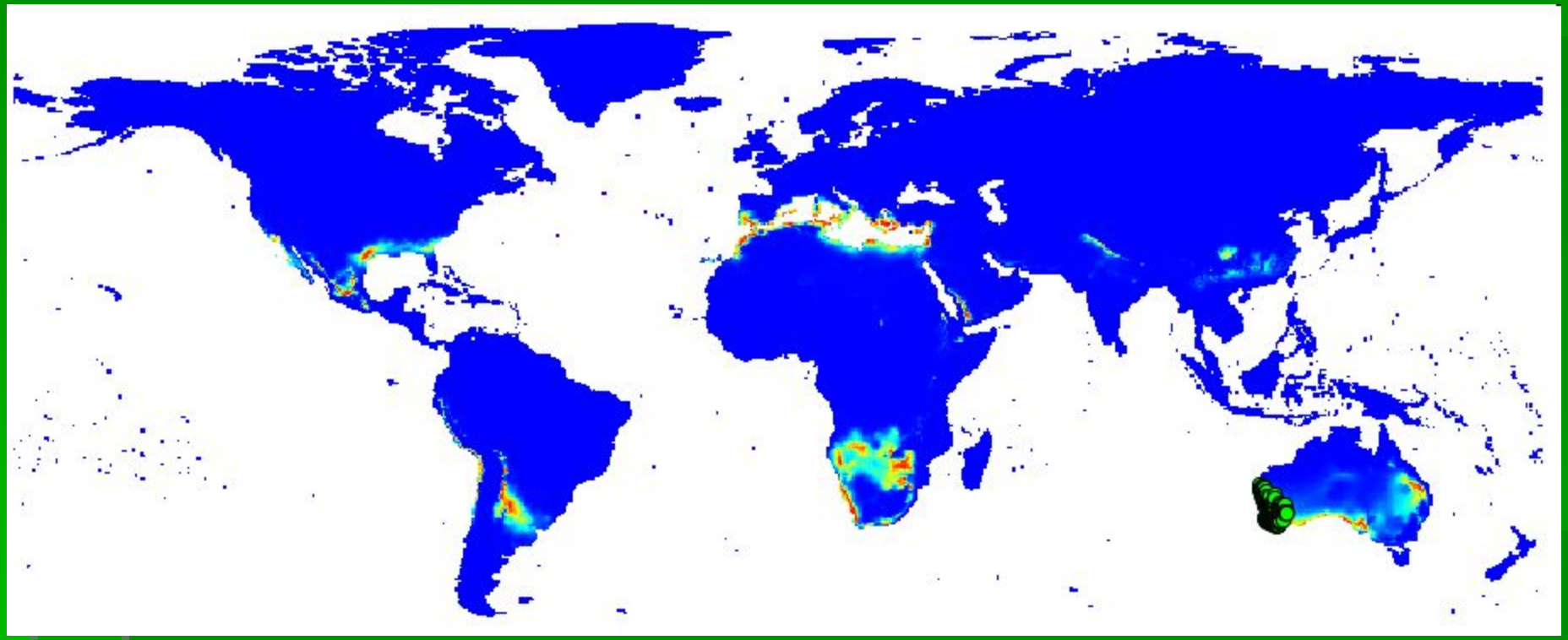
Применение

- картография
- геология
- метеорология
- землеустройство
- экология
- муниципальное управление
- транспорт
- экономика
- оборона
- и др.
- разумеется, и в
  - биологии
  - почвоведении
  - лесоведении

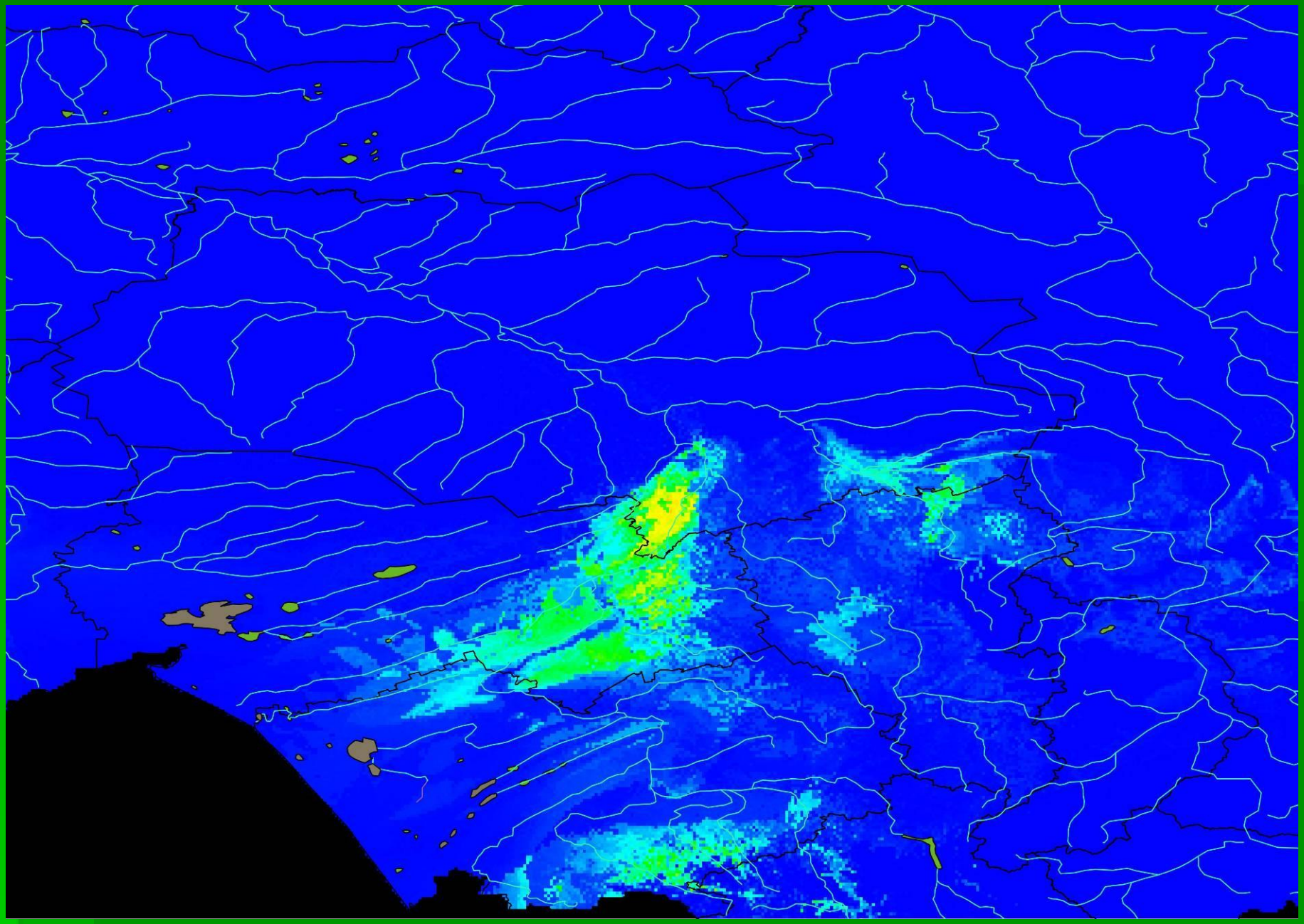
Моделирование распространения видов



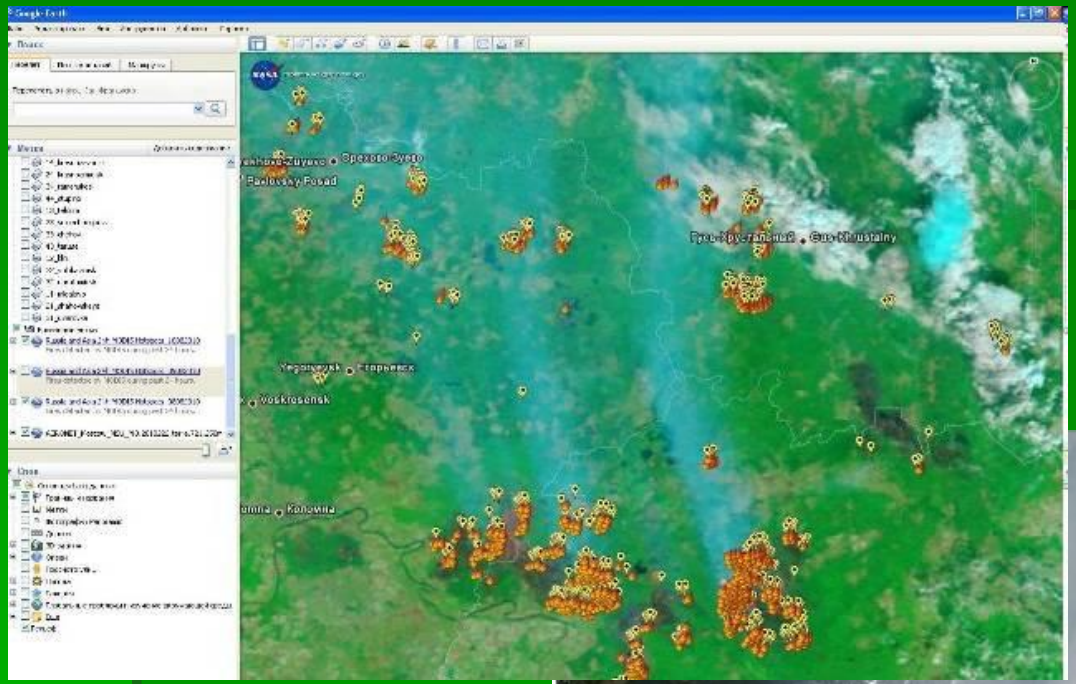
Моделирование распространения видов



MaxEnt



Сведения о пожарах

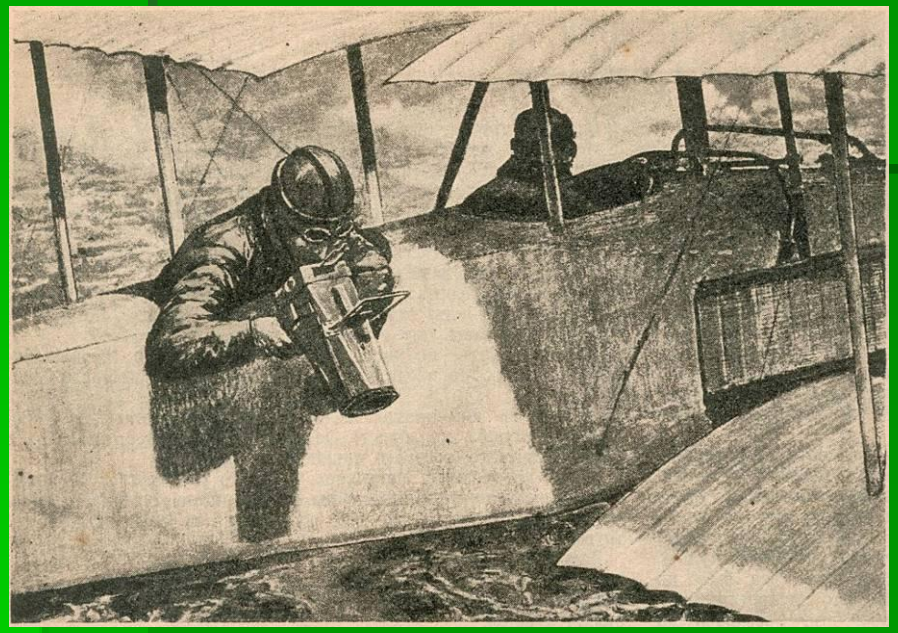


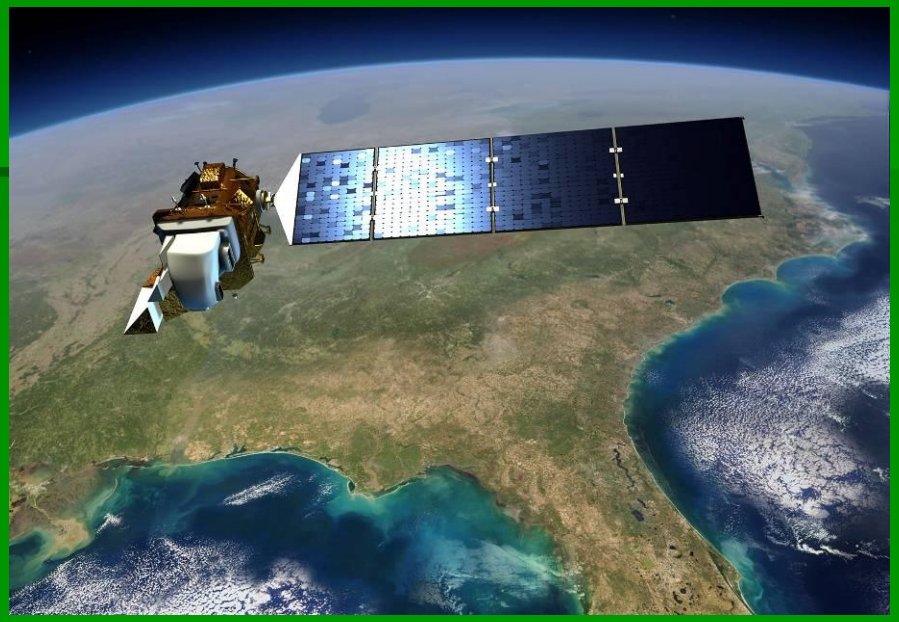
Геоинформатика

- наука, технология и производственная деятельность по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию географических информационных систем, по разработке геоинформационных технологий, по приложению ГИС для практических и научных целей
- задачи:
  - создание баз геоданных (геокодирование) и управление ими
  - анализ и моделирование геоданных
  - разработка программного обеспечения для первых двух задач

Дистанционное зондирование Земли

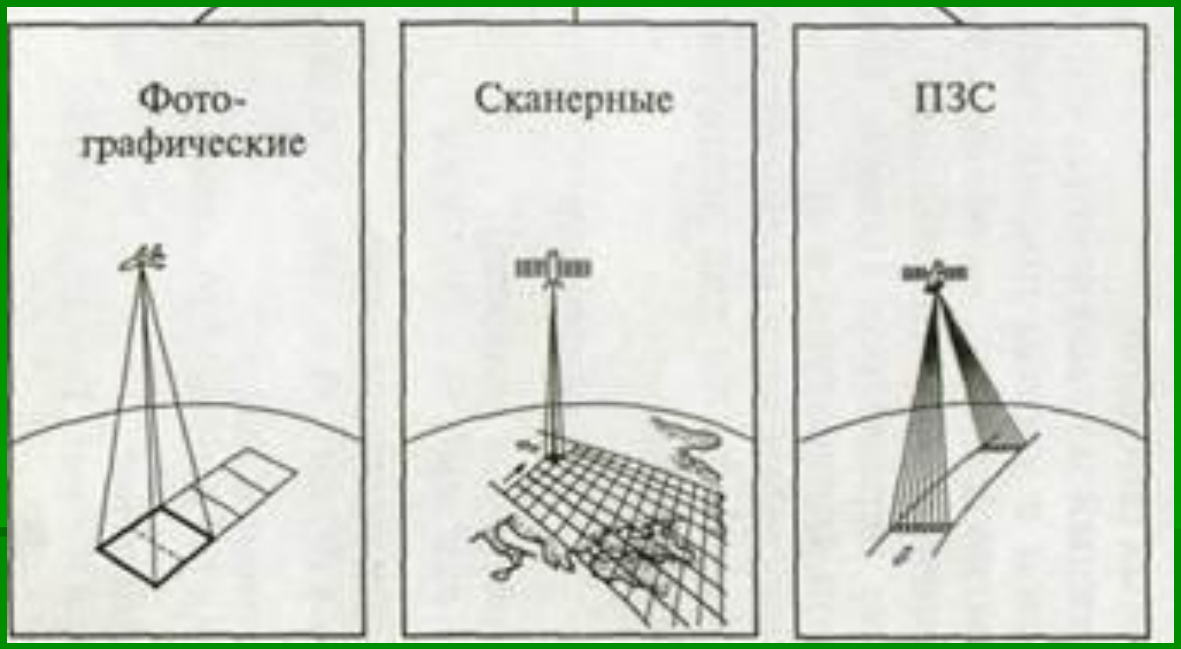
- **ДЗЗ**
- наблюдение поверхности Земли авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съемочной аппаратуры
- рабочий диапазон длин волн – от долей микрометра (видимое оптическое излучение) до метров (радиоволны)





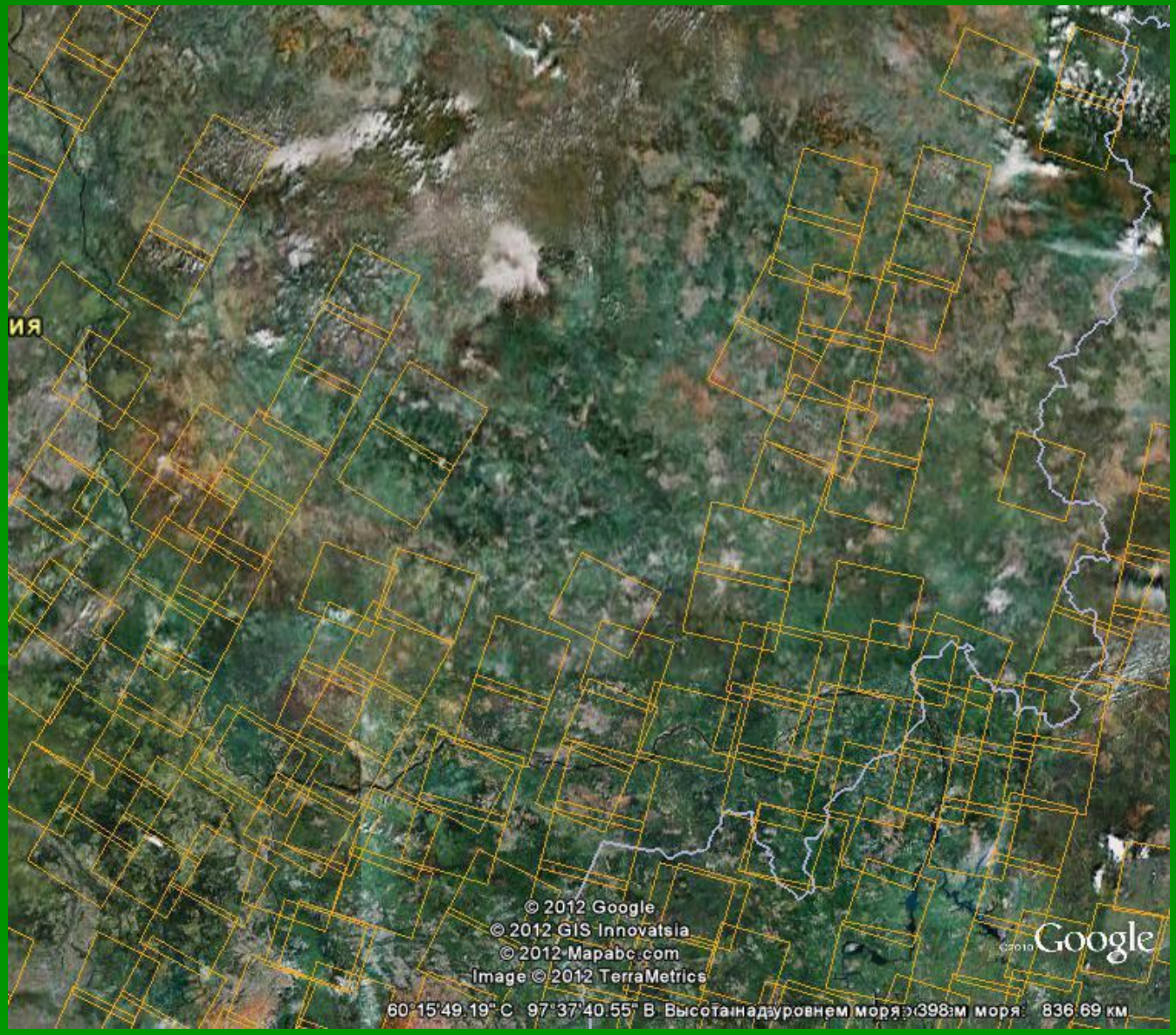
Характеристики ДЗЗ

- по типу зондирования
  - активное
  - пассивное
- по ширине
  - трассовые
  - панорамные
- разрешение
  - пространственное
  - спектральное
  - радиометрическое
  - временное
- подробнее: Константиновская Л. В. Дистанционные методы контроля (для экологов)



Космоснимки

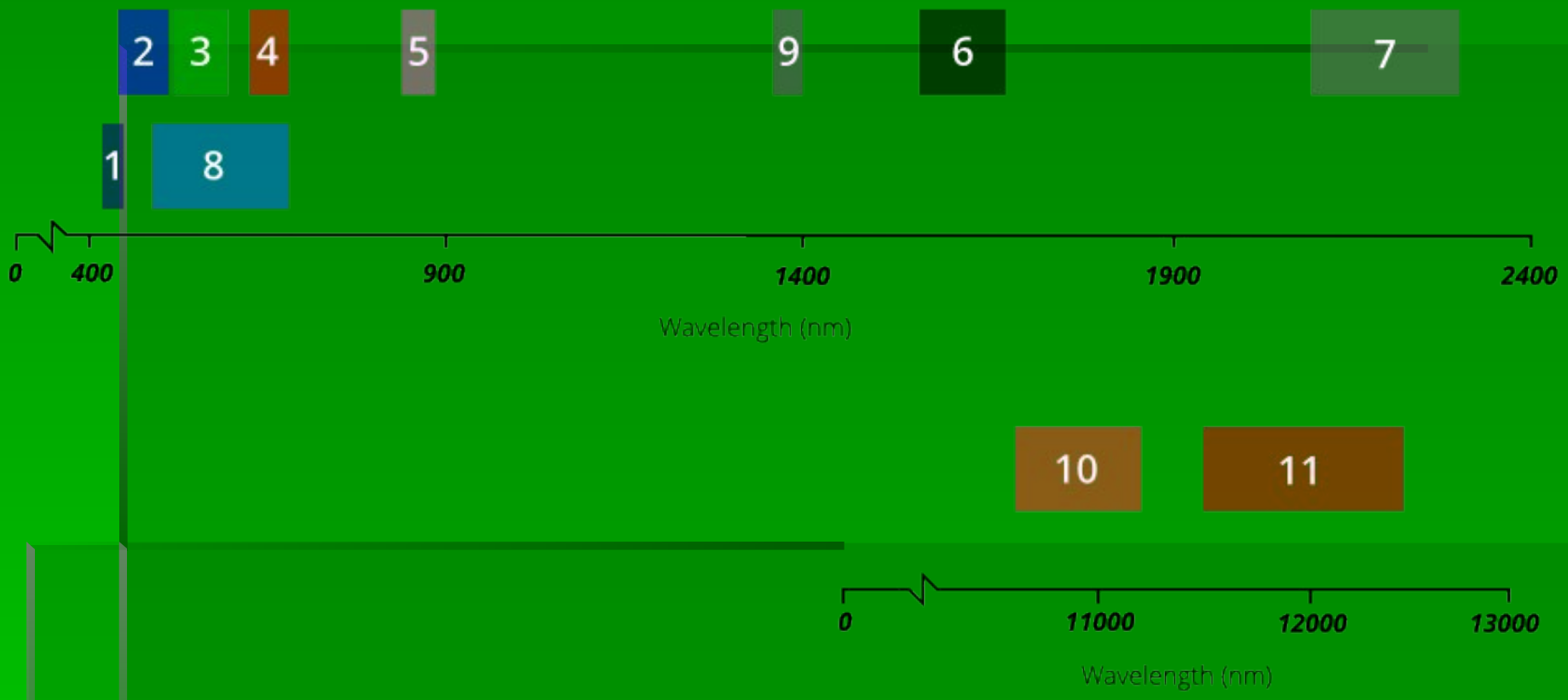
Покрытие


ИЯ
© 2012 Google
© 2012 GIS Innovatsia
© 2012 Mapabc.com
Image © 2012 TerraMetrics
60°15'49.19" С 97°37'40.55" В Высота над уровнем моря 398 м
836.69 км
Google

Пространственное разрешение

Временно́е разрешение

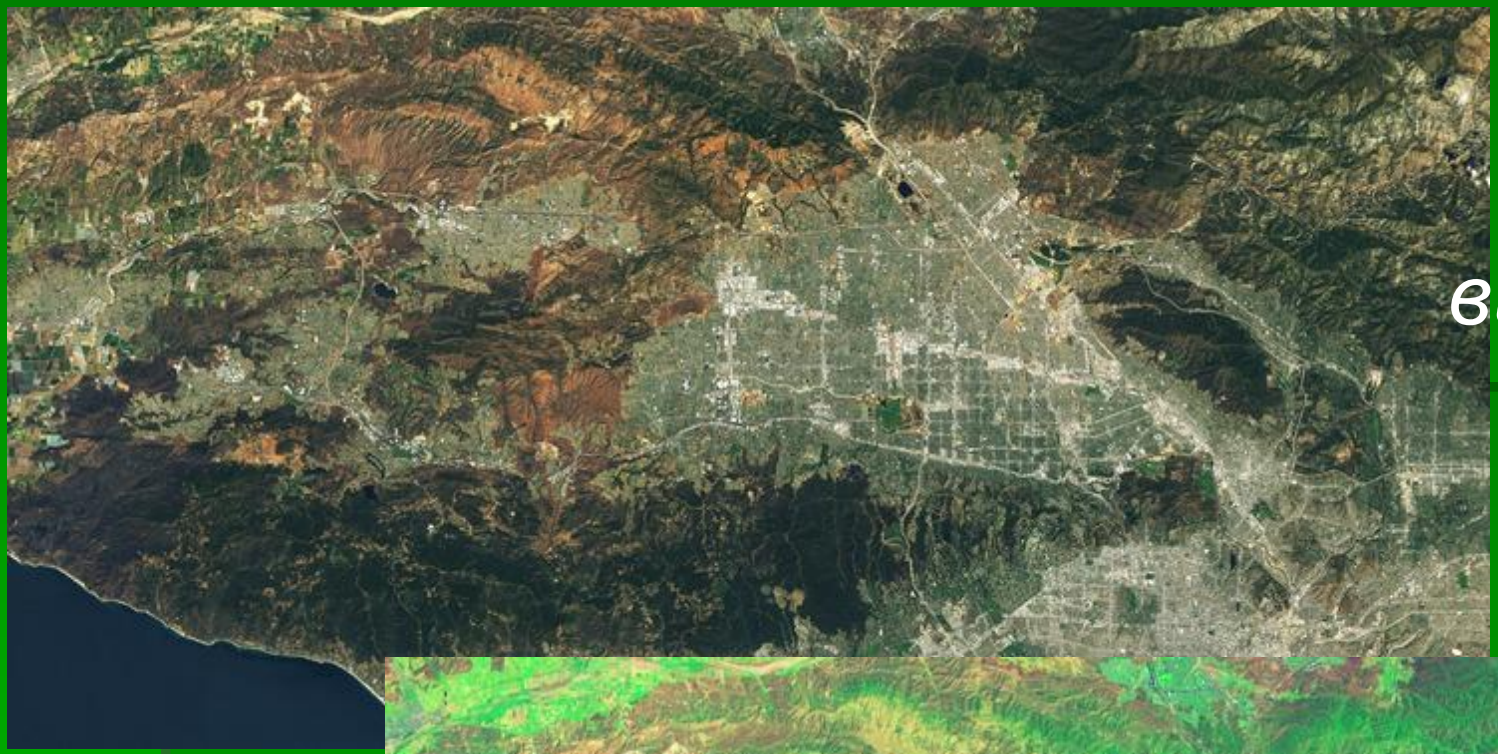
Спектральное разрешение



Спектральное разрешение

Спектральные каналы (*bands*):

- 1 – побережный или аэрозольный
- 2, 3, 4 – видимый RGB
- 5 – ближний инфракрасный спектр или NIR (*near Infrared*)
- 6, 7 – коротковолновой ИК или SWIR (*shortwave infrared*)
- 8 – панхроматический
- 9 – то, что либо отражает очень хорошо, либо находится вне атмосферы
- 10, 11 – тепловой



видимый

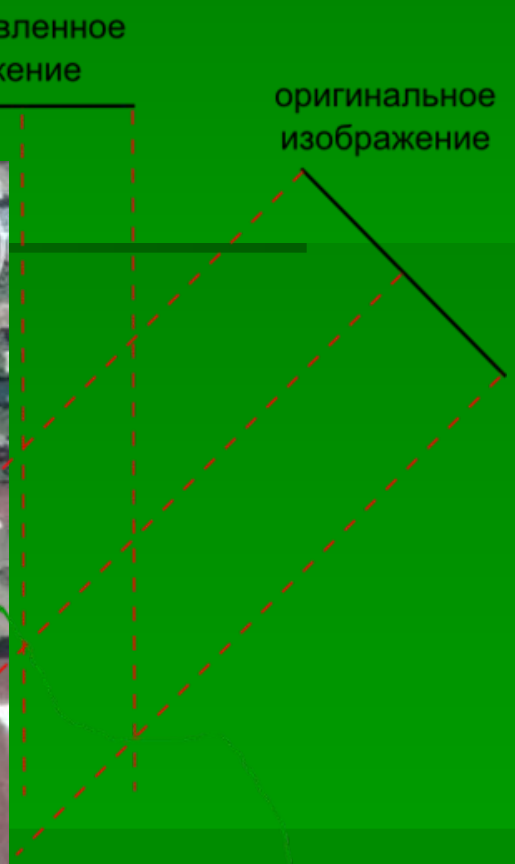
7+5+1

Уровни обработки ДЗЗ

Уровень	Описание
0	Данные, поступающие непосредственно от устройства, без служебных данных (синхронизационные фреймы, заголовки, повторы).
1a	Реконструированные данные устройства, снабженные маркерами времени, радиометрическими коэффициентами, эфемеридами (орбитальными координатами) спутника.
1b	Данные уровня 1a, преобразованные в физические единицы измерения.
2	Производные геофизические переменные (высота океанических волн, влажность почвы, концентрация льда) с тем же разрешением, как у данных уровня 1.
3	Переменные, отображенные в универсальной пространственно-временной шкале, возможно дополненные интерполяцией.
4	Данные, полученные в результате расчетов на основе предыдущих уровней.

Ортотрансформация

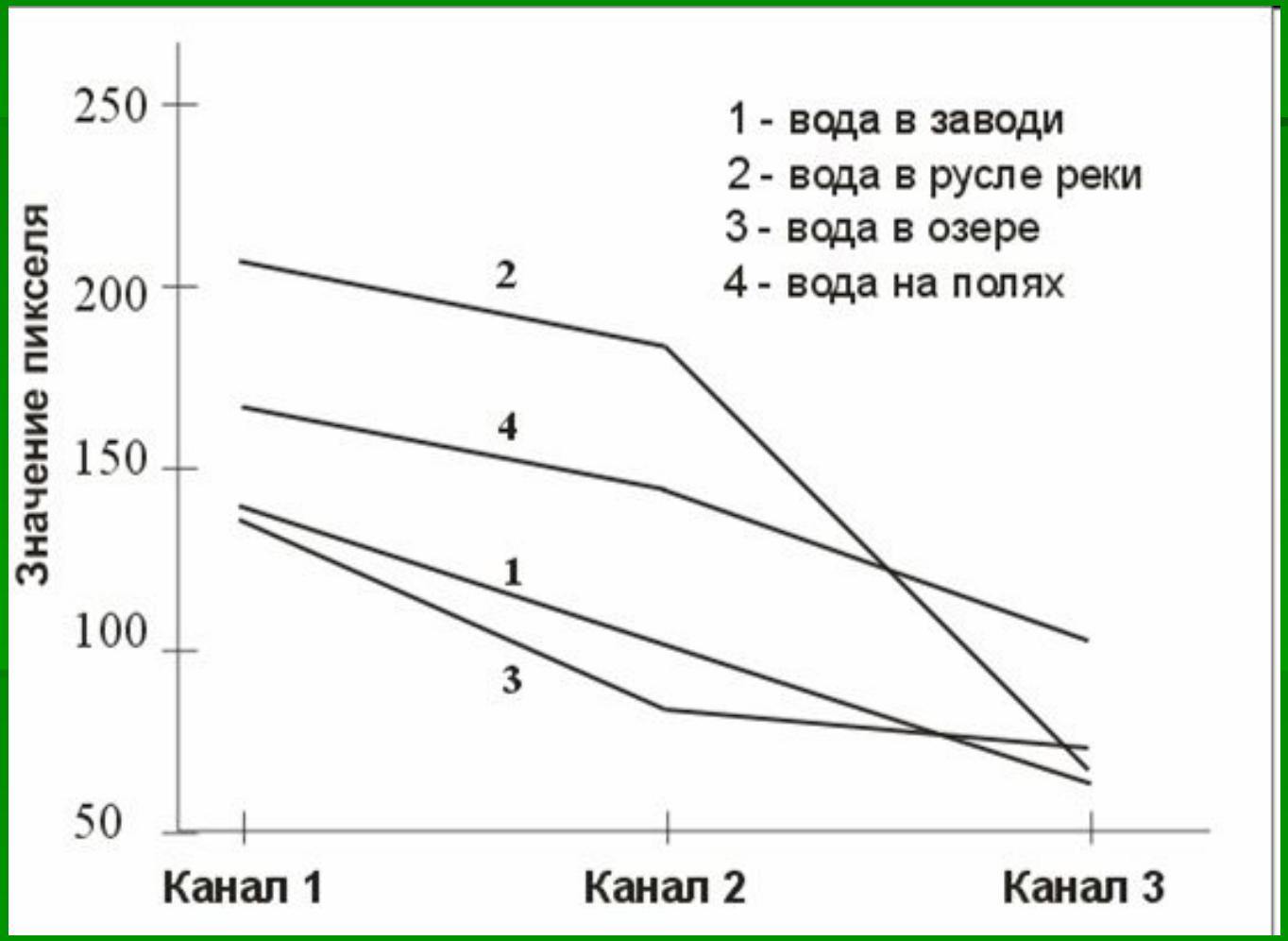
Перераспределение пикселов
на изображении в результате ортокоррекции



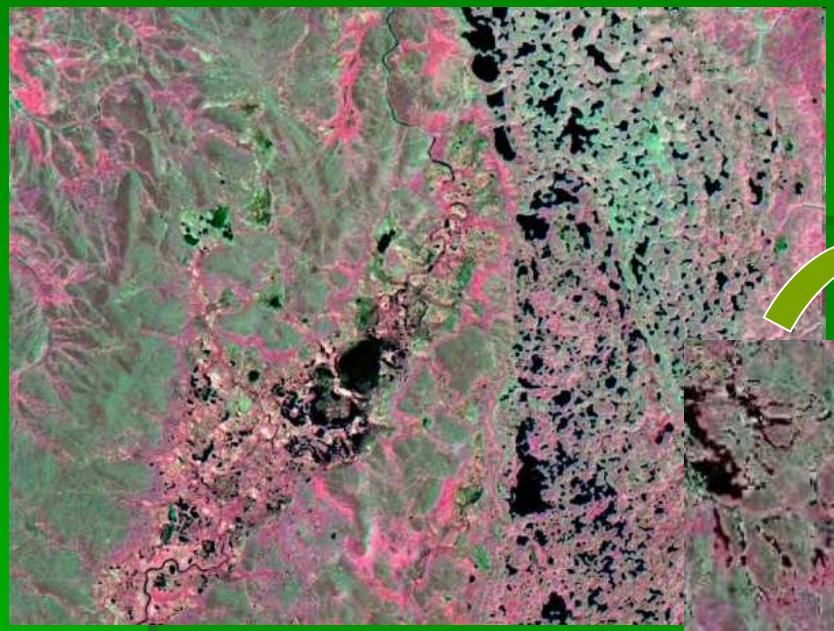
Дешифровка ДЗЗ

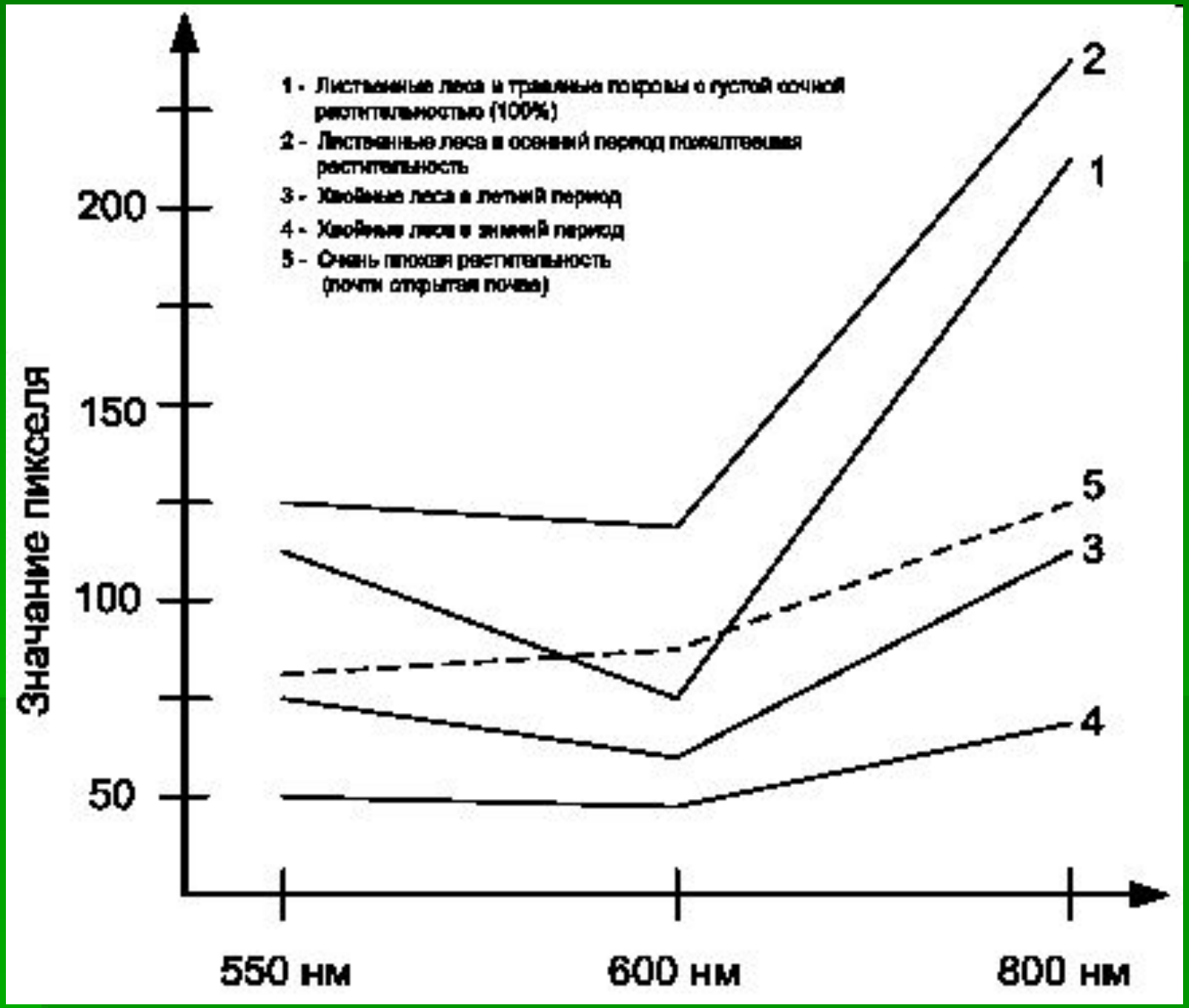
- растительность:
  - классификация типа культур
  - оценка состояния
    - мониторинг сельскохозяйственных культур
    - оценка ущерба
  - оценка урожайности
- почва
  - отображение характеристик почвы
  - отображение типа почвы
  - эрозия почвы
  - влажность почвы
  - отображение практики обработки почвы
- лесопользование
  - классификация
  - отслеживание состояния и заболеваний
  - отслеживание вырубки
- гидрография
- орография и гляциология

Дешифровка ДЗЗ



Дешифровка ДЗЗ

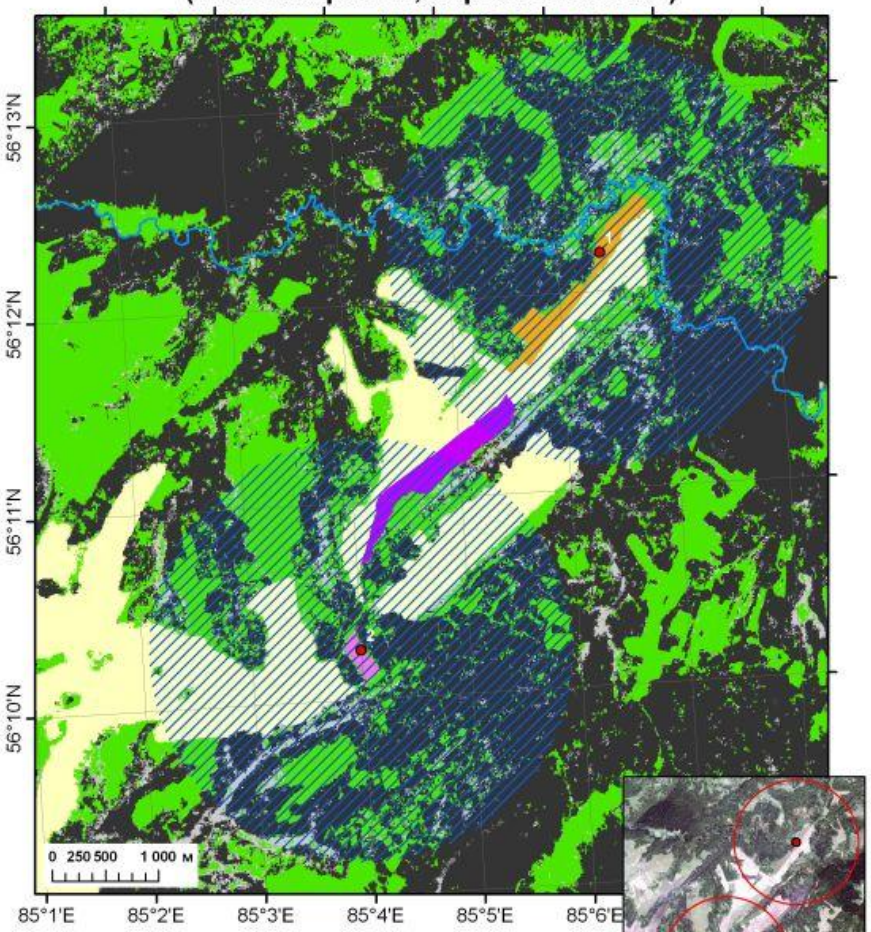



1 - Лиственные леса и травяные покровы с густой сочной растительностью (100%)
2 - Лиственные леса в осенний период пожелтевшая растительность
3 - Хвойные леса в летний период
4 - Хвойные леса в зимний период
5 - Очень плохая растительность (почти открытая почва)
Значание пикселя
200
150
100
50
550 нм
600 нм
800 нм
1
2
3
4
5

ГИС в биологии и экологии

- разумеется, применяется

Растительность окрестностей опытных пасек (Томский район, окр. с. Спасское)



Исходный снимок

Условные обозначения

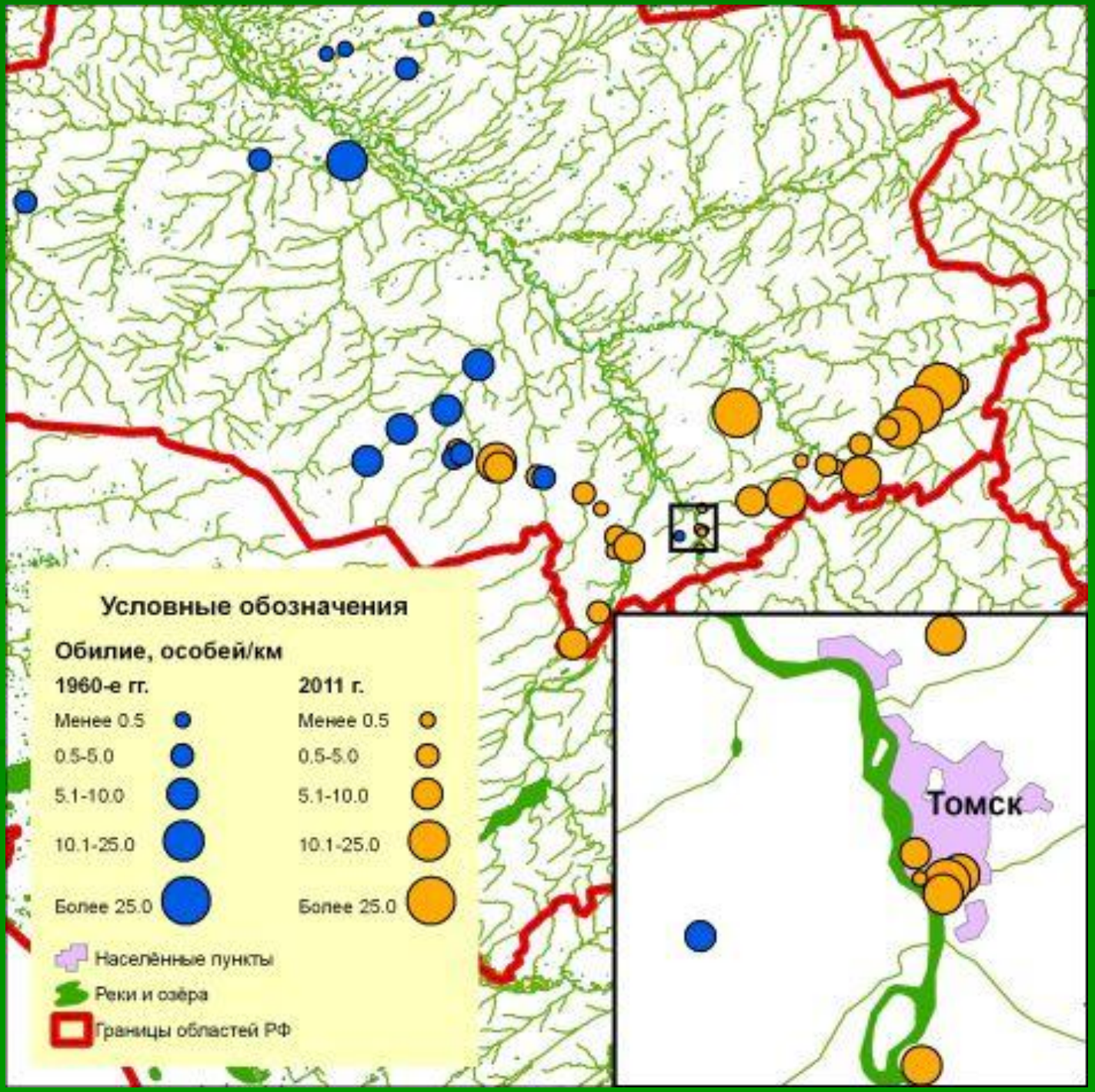
- Пасека
- Окружность R=2 км
- р. Тугояковка

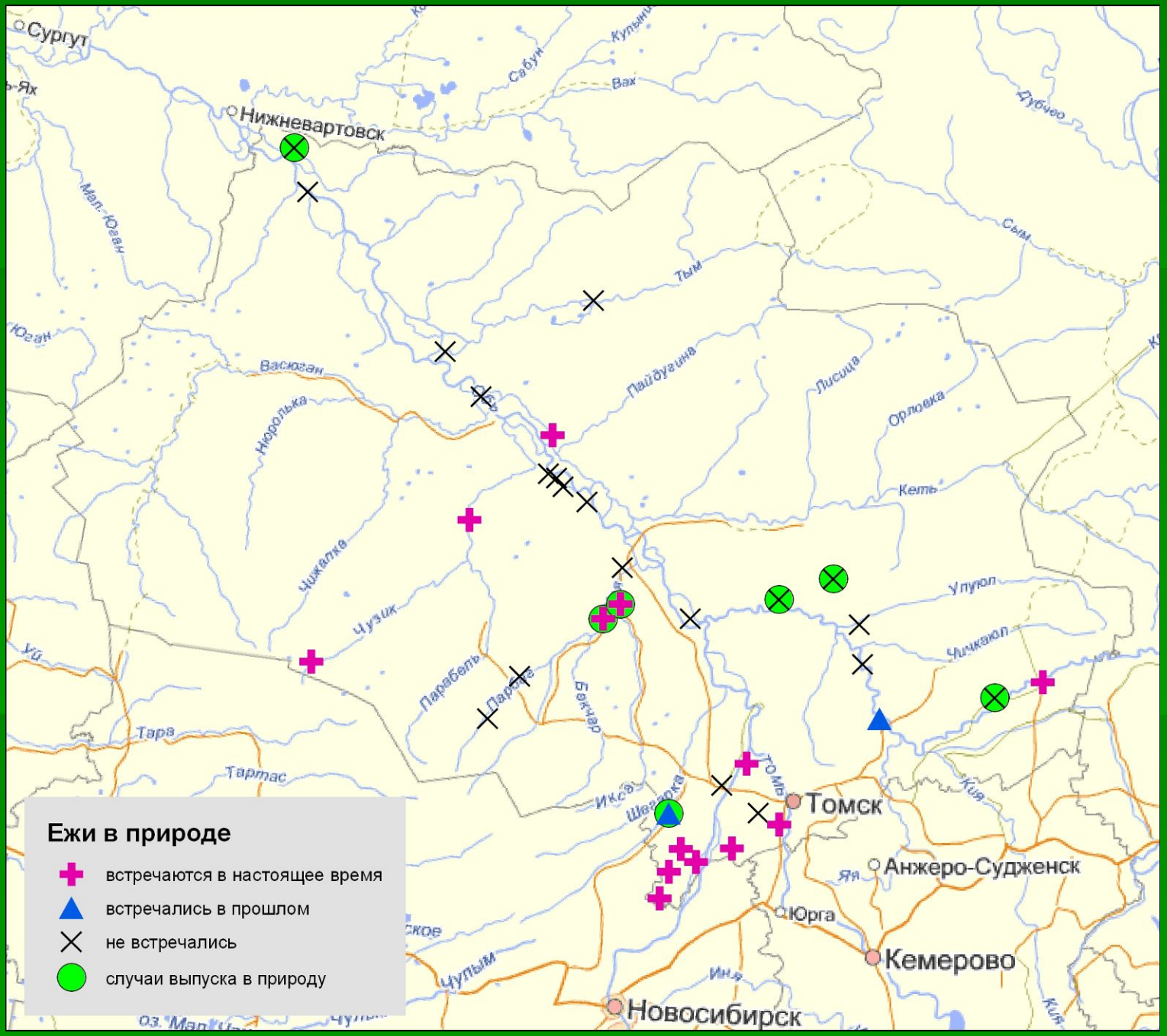
Типы растительности

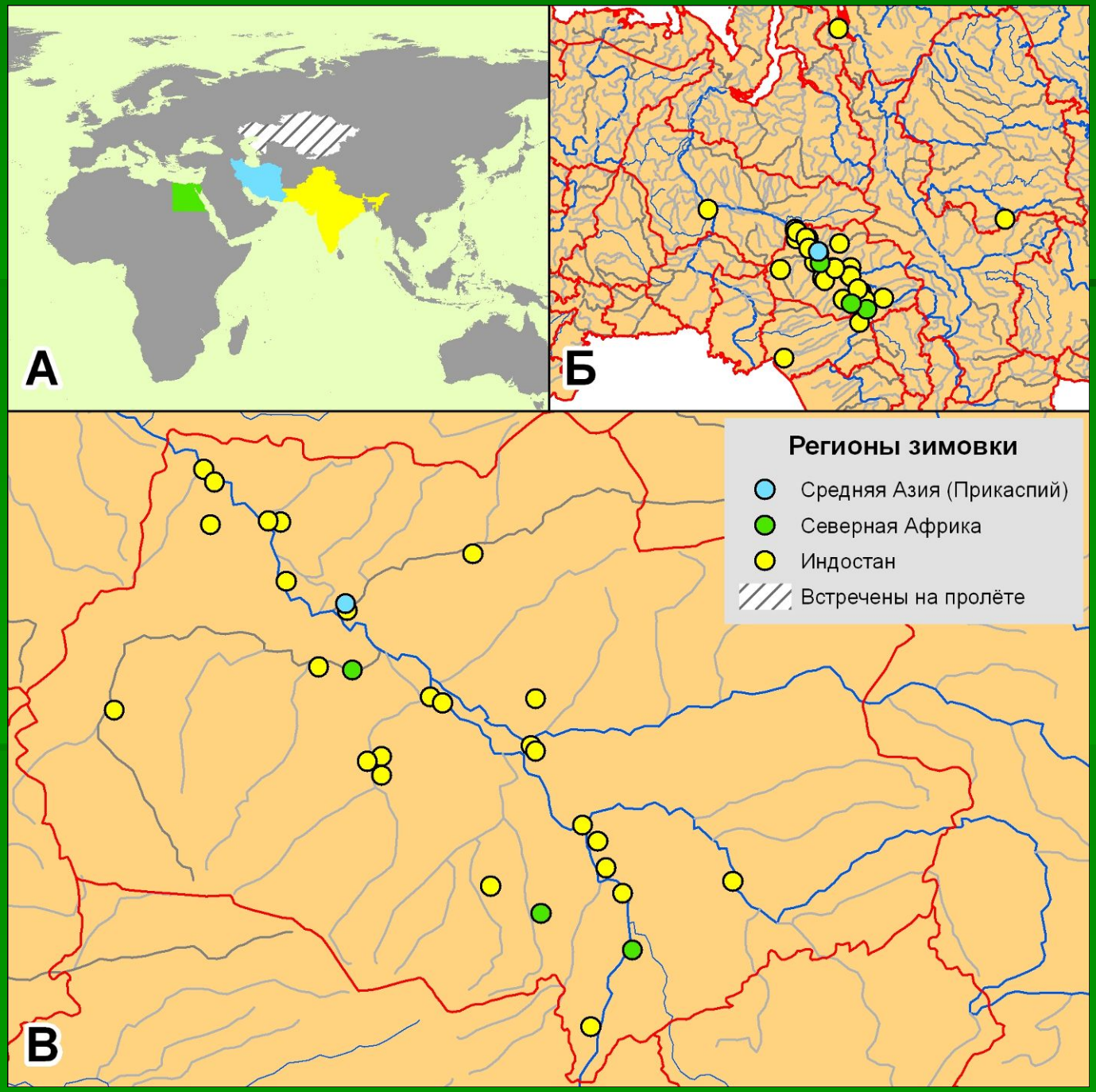
- Кипрей
- Бодяк
- Клевер
- Луг, покосы
- Сельхозугодья
- Опушка леса, кустарник
- Лес

Площади угодий в окружности R=2 км от пасек (га)

Тип растительности	Пасека 1	Пасека 2
Кипрей	31,89	0
Бодяк	0	6,38
Клевер	7,43	21,47
Луг, покосы	314,92	335,29
Сельхозугодья	112,64	257,18
Опушка леса, кустарник	85,11	76,35
Лес	704,76	560,07


Условные обозначения
Обилие, особей/км
1960-е гг.
2011 г.
Менее 0.5
0.5-5.0
5.1-10.0
10.1-25.0
Более 25.0
Менее 0.5
0.5-5.0
5.1-10.0
10.1-25.0
Более 25.0
Населённые пункты
Реки и озёра
Границы областей РФ
Томск


Ежи в природе
встречаются в настоящее время
встречались в прошлом
не встречались
случаи выпуска в природу
Сургут
Нижневартовск
Томск
Анжеро-Судженск
Юрга
Кемерово
Новосибирск
Сабун
Вах
Тым
Васюган
Пайдугина
Лисица
Орловка
Кеть
Нюролька
Чижапка
Чузик
Парабель
Парма
Бакчар
Улуюл
Чичакюл
Тара
Тартас
Иксы
Шегарка
Томь
Кия
Яя
Иня
Чулым
Юган
Мал-Юган
Сым
Рубчево


А
Б
В
Регионы зимовки
Средняя Азия (Прикаспий)
Северная Африка
Индостан
Встречены на пролёте

Практические аспекты использования ГИС

- философия и развитие
- программное обеспечение
  - установка и настройка
  - особенности работы
  - программирование
  - взаимодействие с базами данных
- экспорт, импорт и конвертация данных
- цифровые данные
  - теоретические и расчётные
  - реальные
- данные дистанционного зондирования
  - получение данных из Интернета
  - получение и импорт
  - привязка
  - геометрическая коррекция
  - радиометрическая и атмосферная коррекция
  - тематика и дешифрование
- географическая привязка данных
- проецирование данных
- работа с рельефом
- геометрические вычисления
- статистические вычисления
- обработка растров
- подготовка и печать карт и схем

Программное обеспечение

- Комплексы
  - ESRI ArcGIS
    - ArcView
  - GRASS
  - **QGIS**
    - бесплатно, под Linux
    - рекомендуется для персонального использования
  - MapInfo Professional
- Обработка ДЗЗ
  - ENVI
  - ERDAS Imagine
  - EasyTrace
- Другие
  - Google Earth / Sea / Moon
  - SAS.Planet

Аппаратные требования

- Процессор – важен
- Оперативная память – очень важна
- Видеокарта – практически не используется
- Звук – вобще отсутствует
- Интернет – быстрый и безлимитный

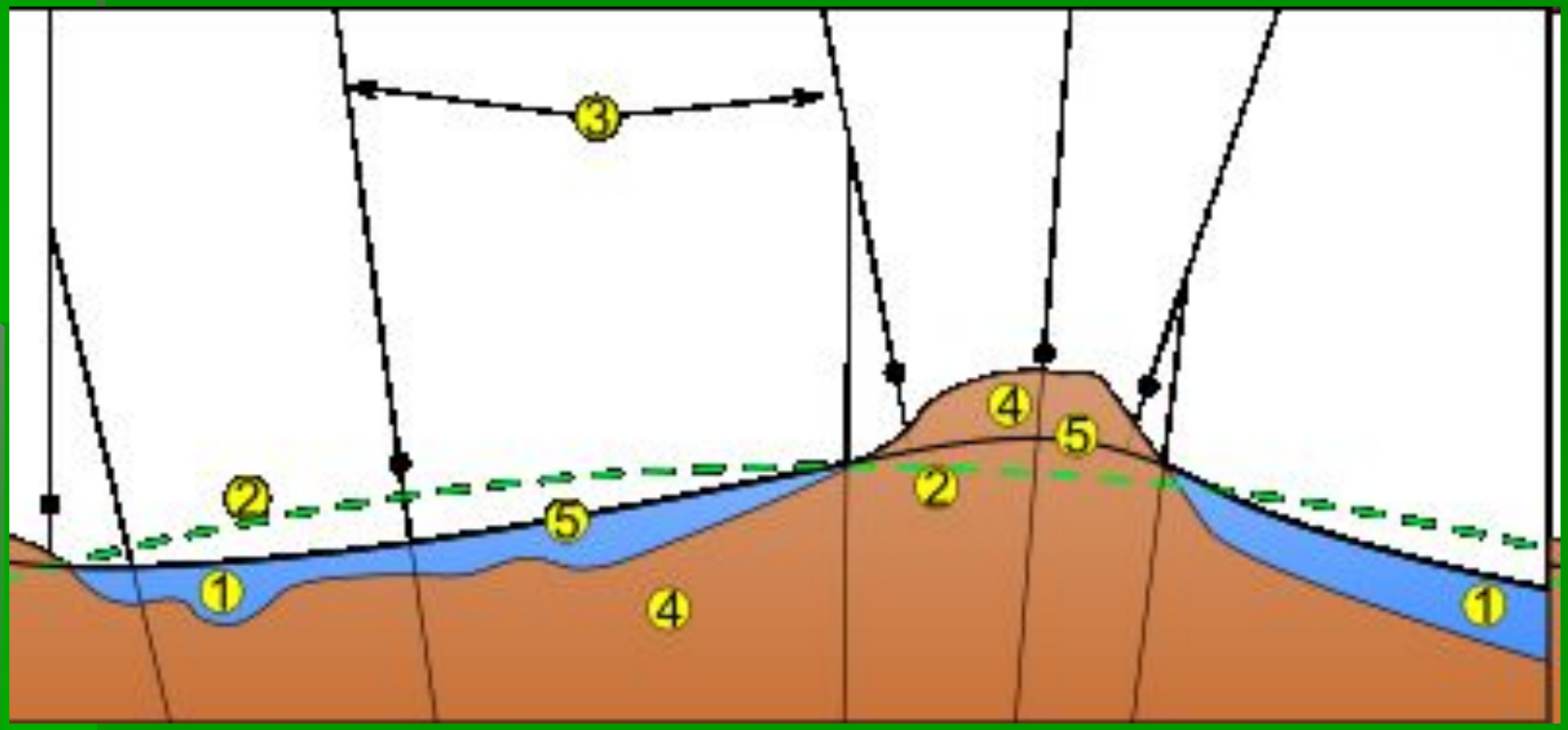
Блок 2

Основные термины и понятия ГИС

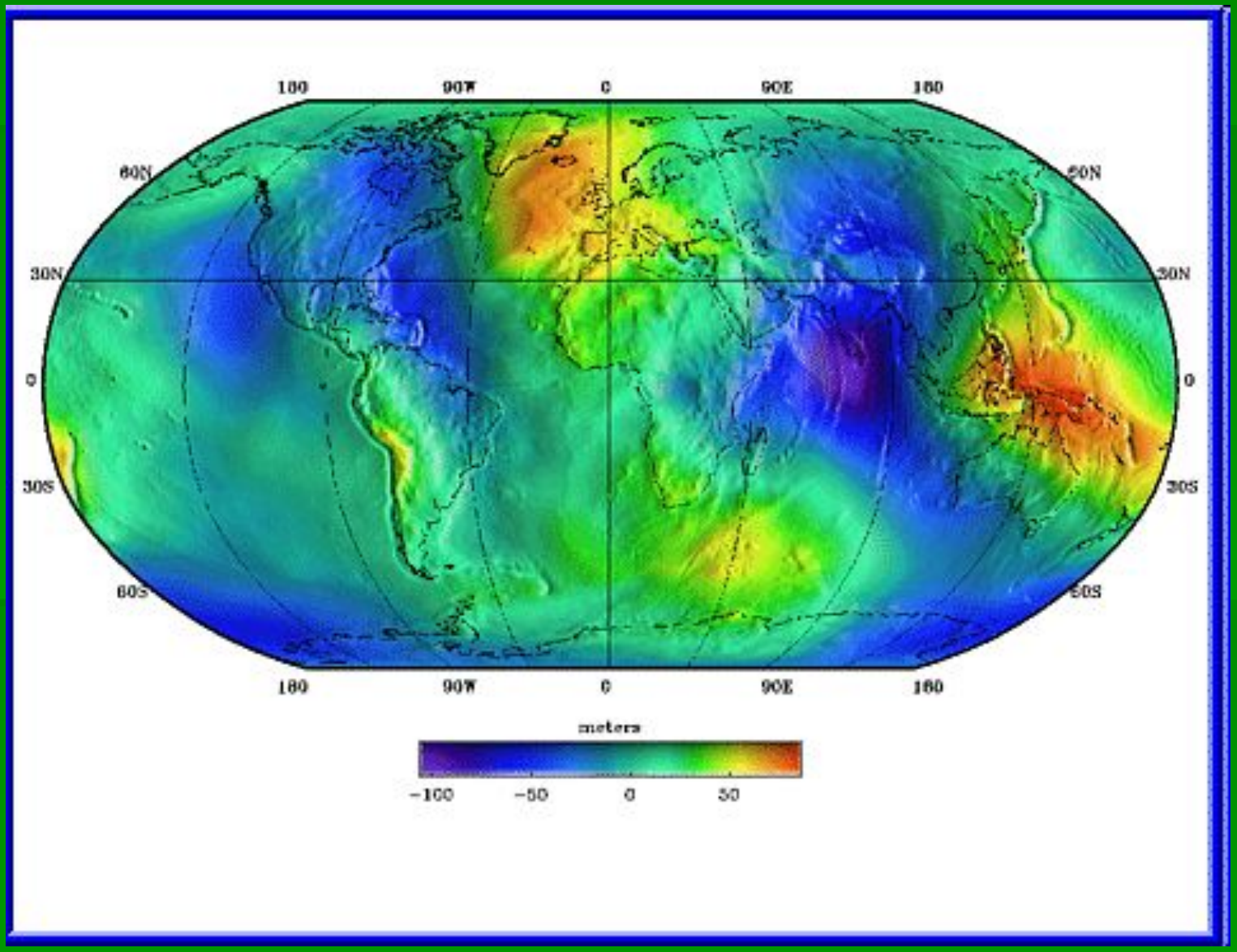
Форма Земли и её приближения

- шар
- эллипсоид
- геоид

1. Мировой океан
2. Земной эллипсоид
3. Отвесные линии
4. Тело Земли
5. Геоид



Разница между геоидом и эллипсоидом

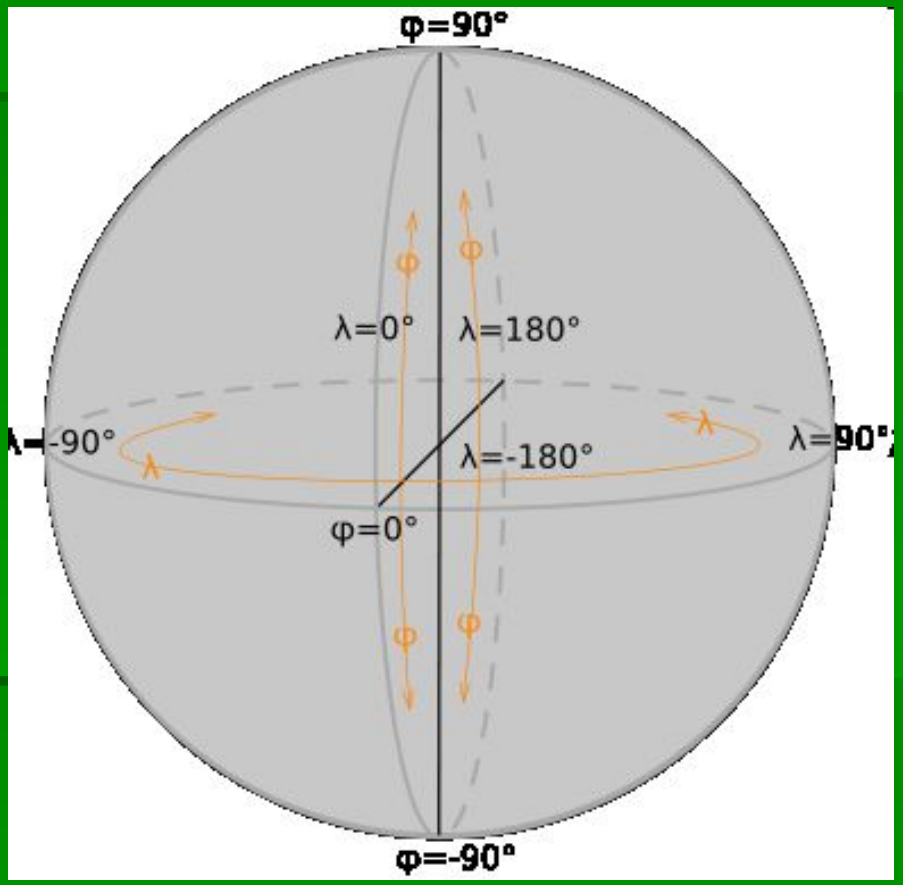


Системы координат

- Координаты – угловые или линейные величины, определяющие положение точки на какой-либо поверхности или в пространстве.
- Географическими координатами называют угловые величины (долгота и широта), определяющие положение точек на эллипсоиде.
- Спроецированными (плоскими, прямоугольными, декартовыми) координатами называют линейные величины (абсцисса и ордината, X и Y), определяющие относительное положение точки на плоскости.

Географическая СК

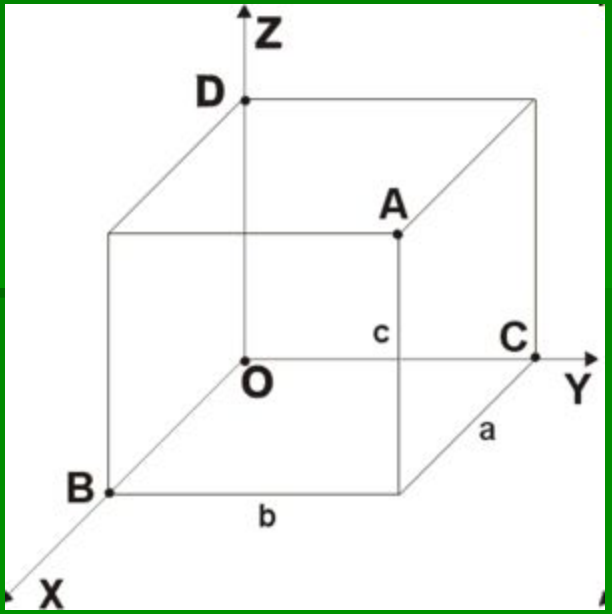
- ГСК
- неспроецированная
- долгота
  - восточная и западная
  - +/-180°
  - от нулевого меридиана
- широта
  - северная и южная
  - +/- 90°
  - от экватора
- *высота*
- в градусах, минутах, секундах
  - обычные 12°2’12.889”
  - десятичные 89.866487°
  - градусы с десятичными минутами 128°12.56456”



Датум *Datum*

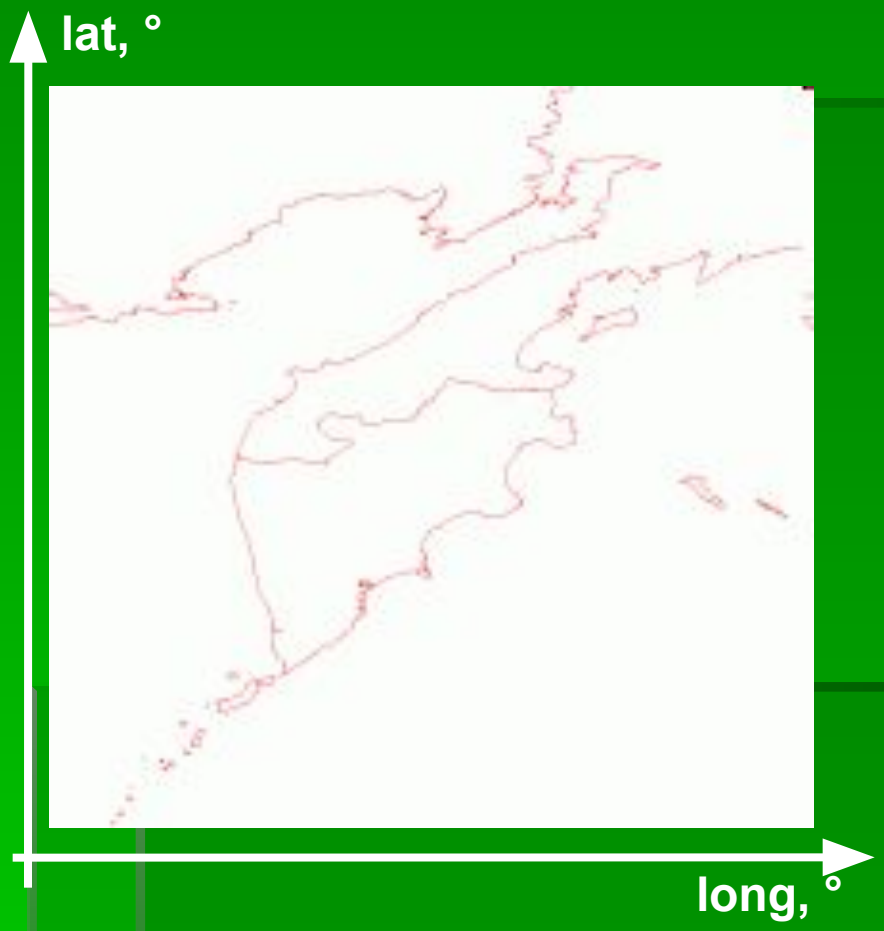
- набор параметров, используемых для смещения и трансформации референц-эллипсоида в локальные географические координаты
- часто используются
  - **WGS84** (World Geodetic System 1984)
  - Пулково-1942 (СК-42, Система координат 1942, **Pulkovo 1942**)
  - ПЗ-90 (Параметры Земли 1990)
  - **NAD-83** (Nord American Datum 1983)

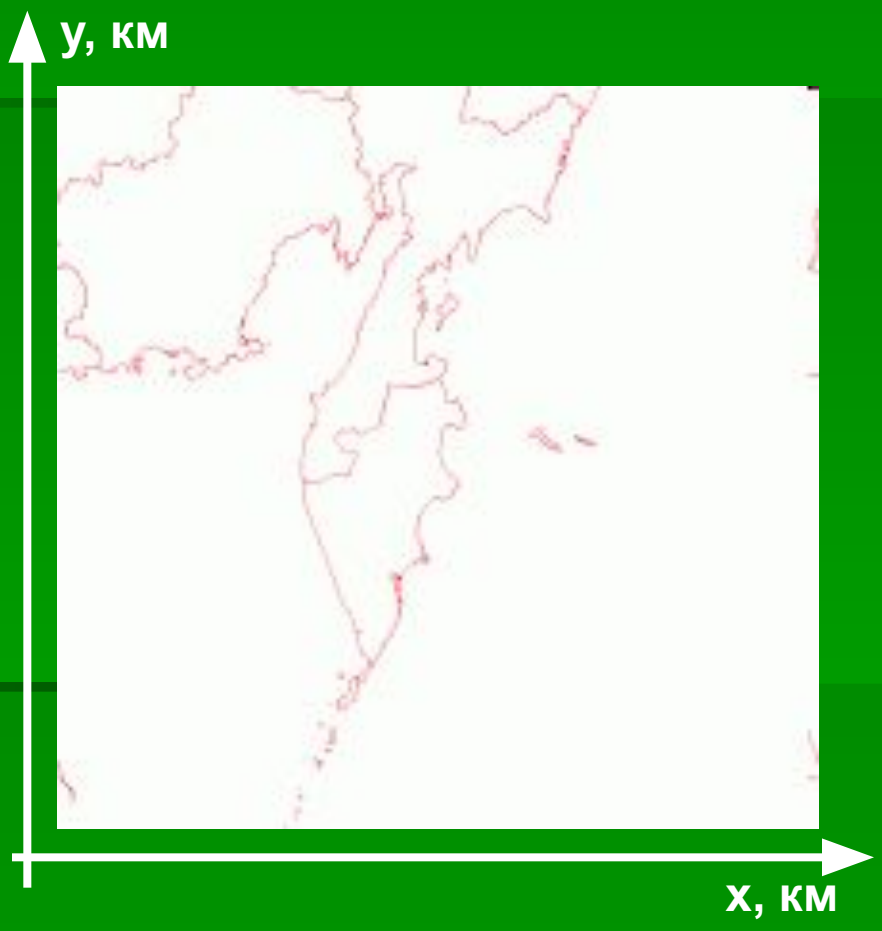
Плоская СК



- спроецированная, плоская, прямоугольная, декартовая
- в любых единицах длины
- бывает локальная (файловая)

Проекции





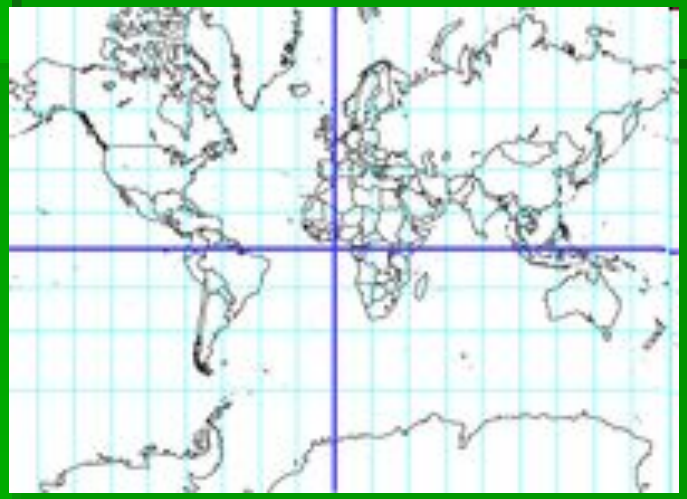
- Географическая СК
- Проективная СК

Искажения при проецировании

- искажения длин
- искажения углов
- искажения площадей
- искажения форм

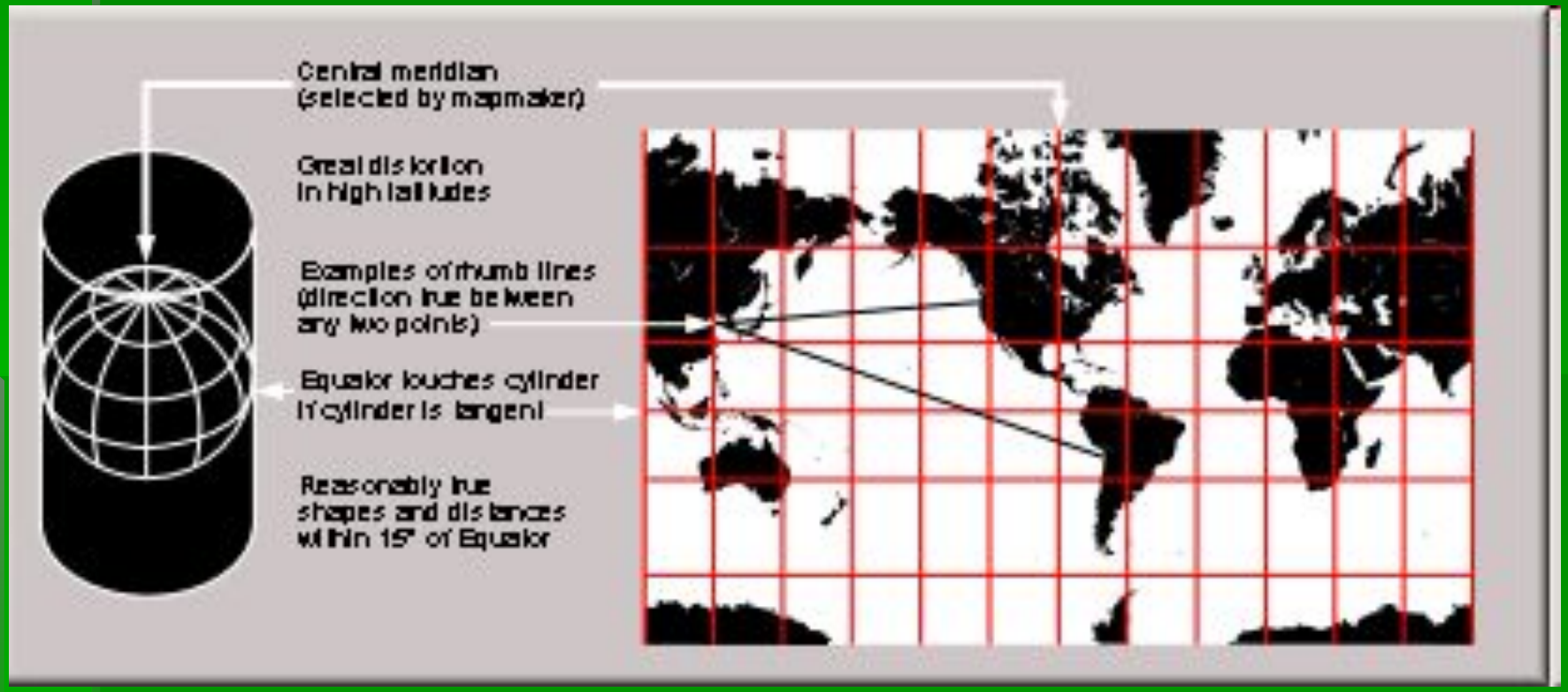
Типы проекций

- Равноугольные проекции
- Равновеликие (равноплощадные) проекции
- Равнопромежуточные проекции
- Произвольные проекции

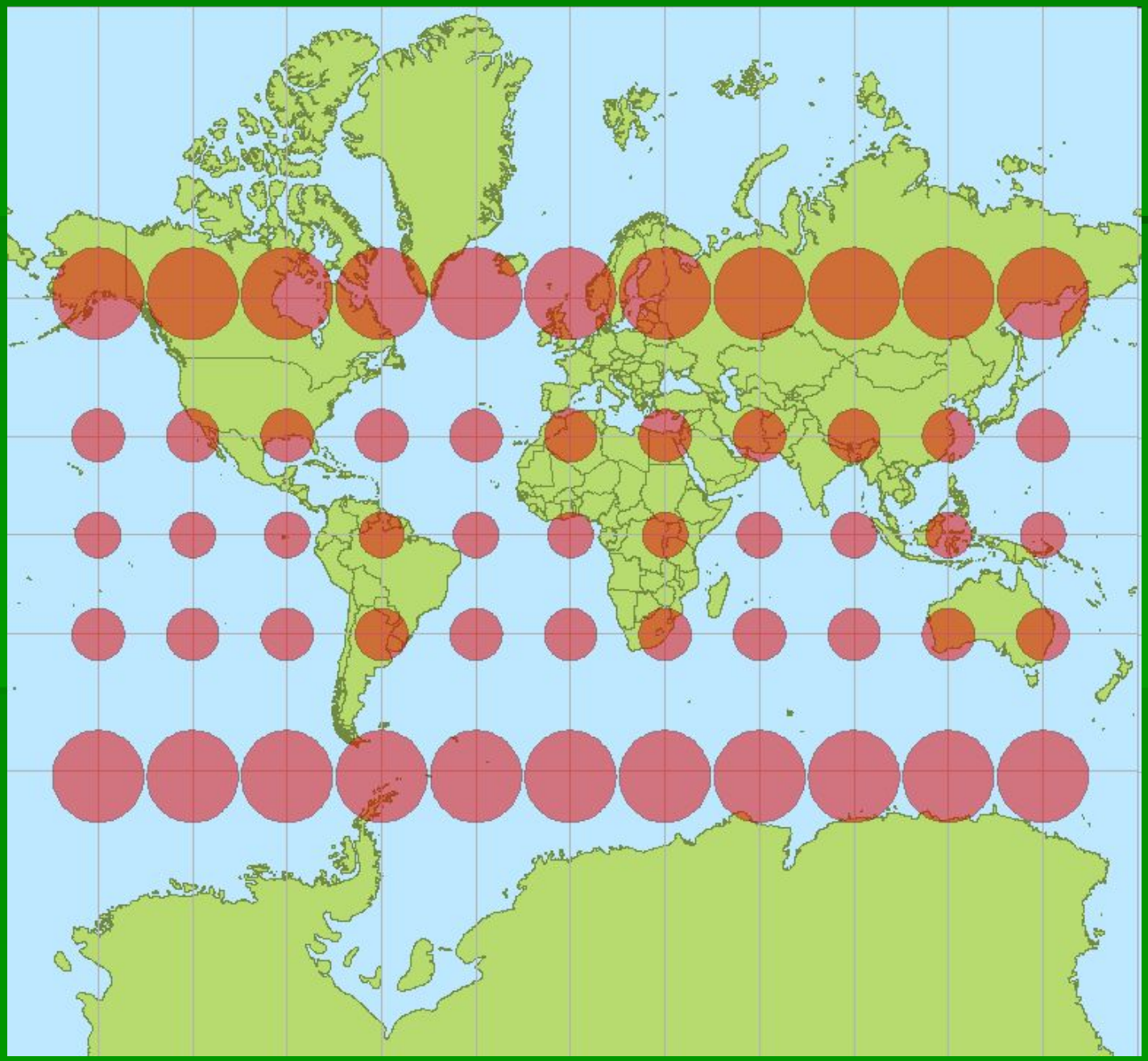


Виды проекций

- цилиндрическая

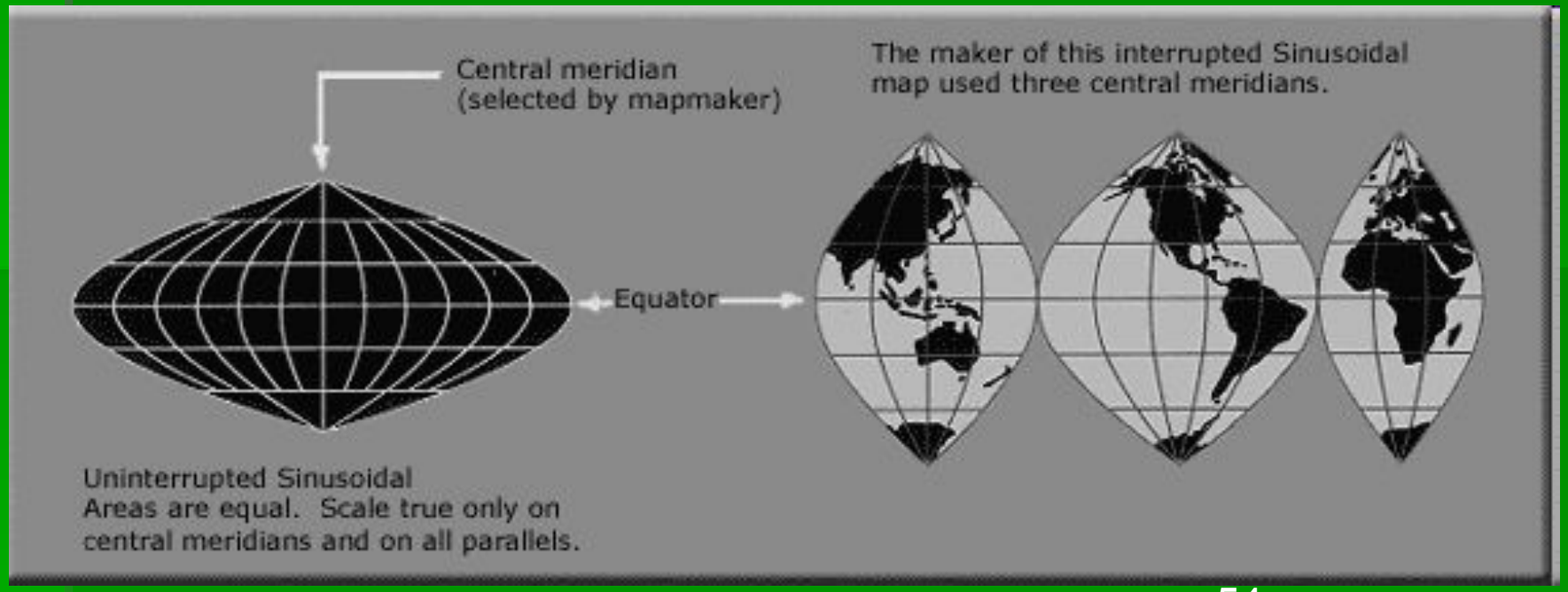


Искажения площадей



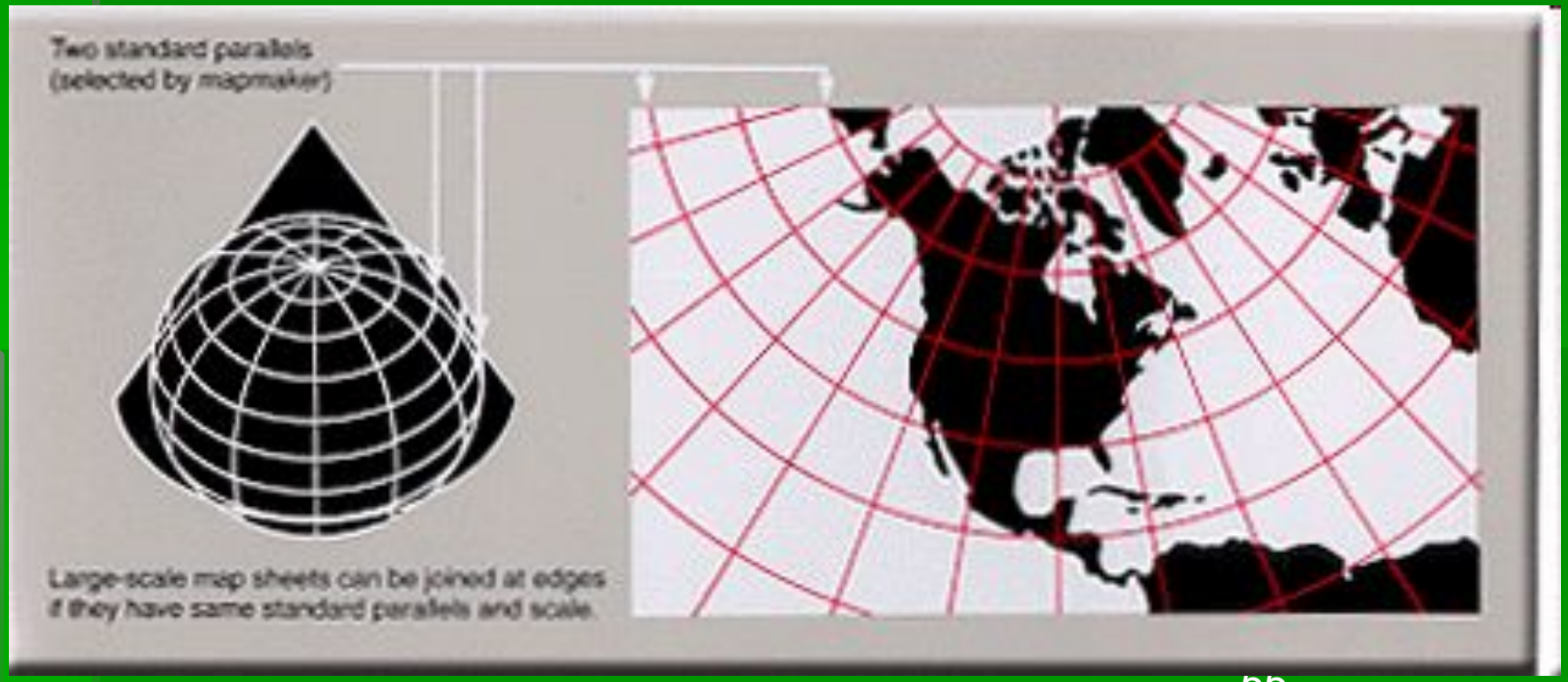
Виды проекций

- псевдоцилиндрическая



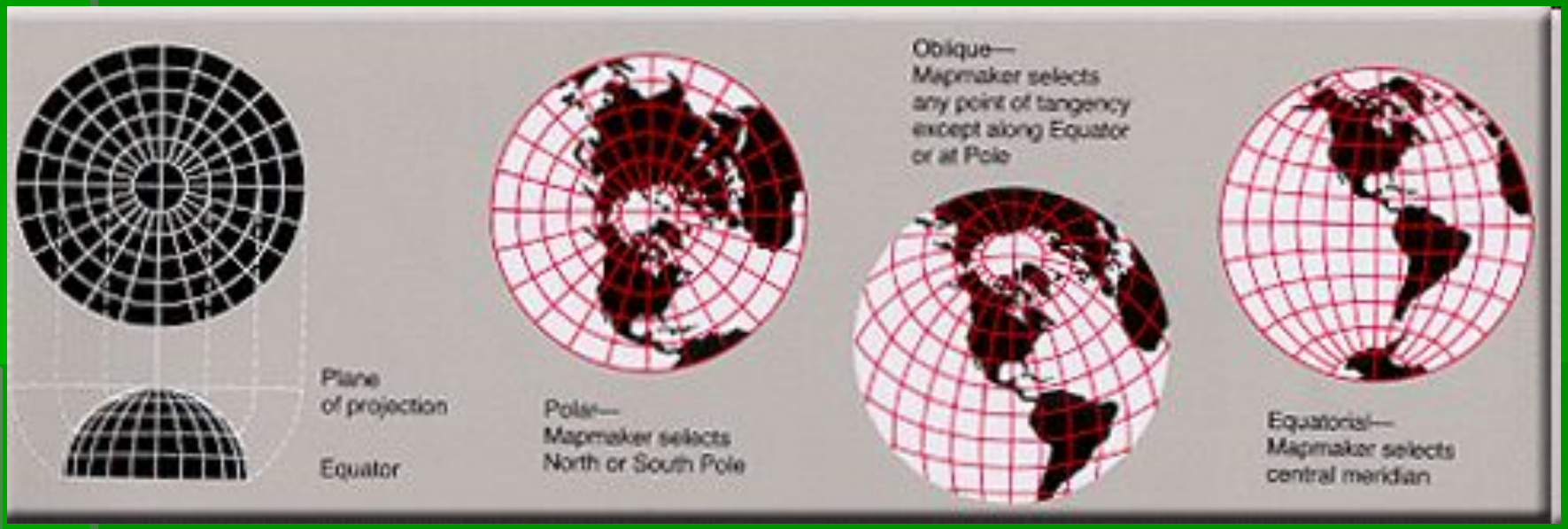
Виды проекций

- коническая



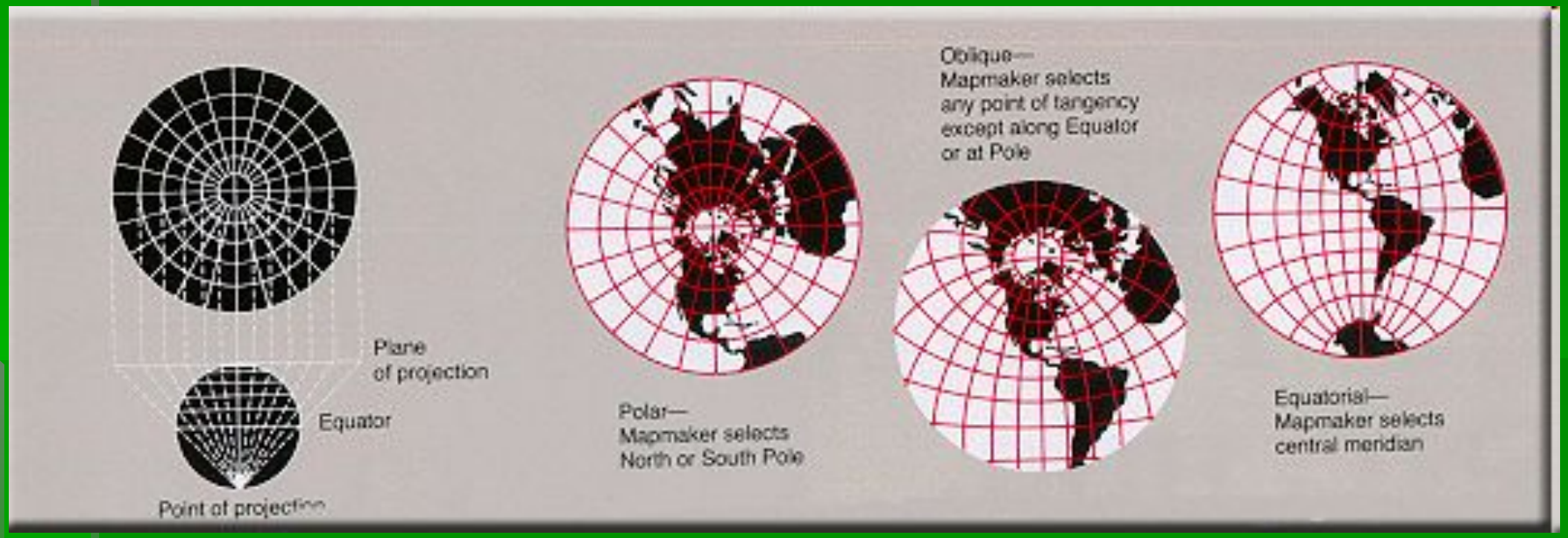
Виды проекций

- азимутальная



Виды проекций

- стереографическая

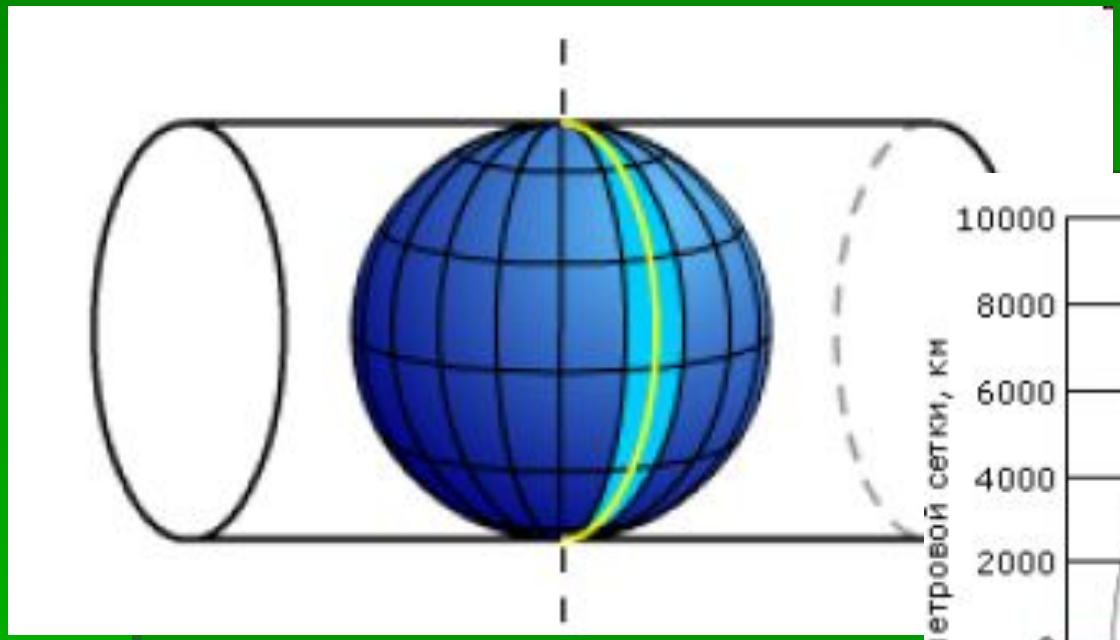


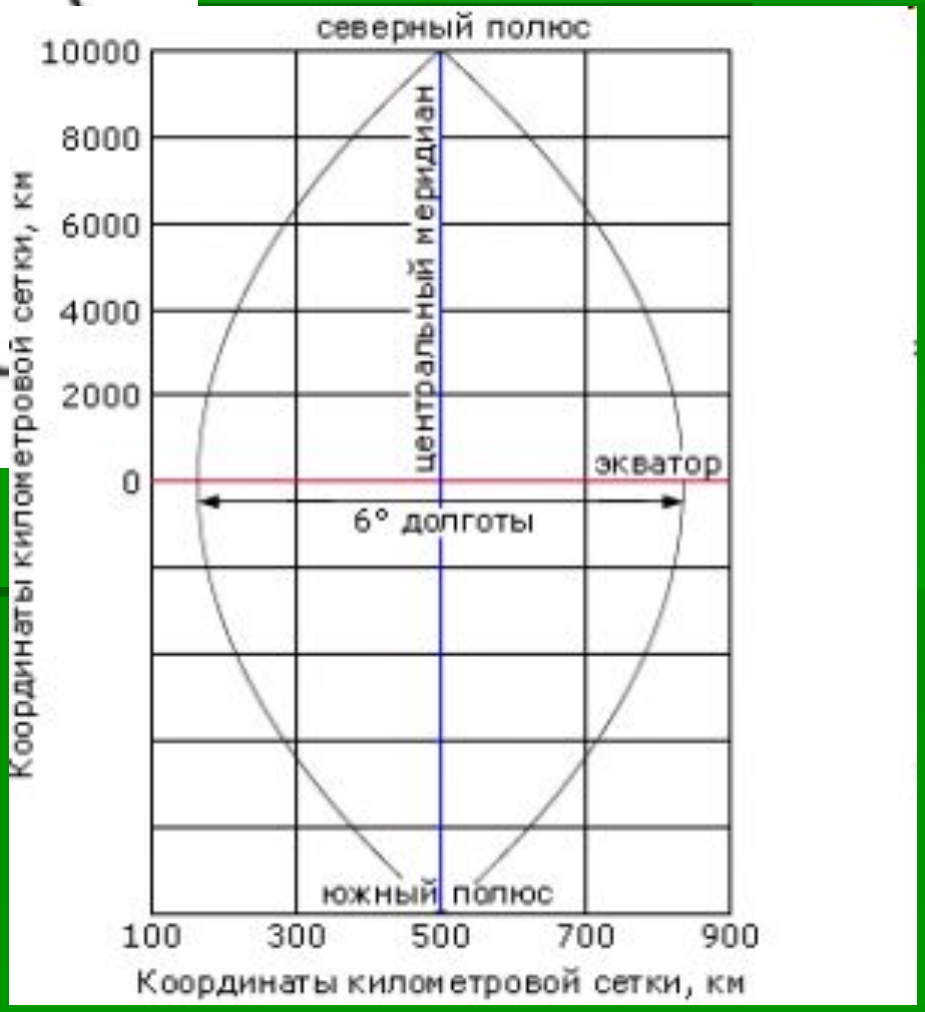
Популярные проекции

- Гаусса-Крюгера

- UTM

Километровая сетка

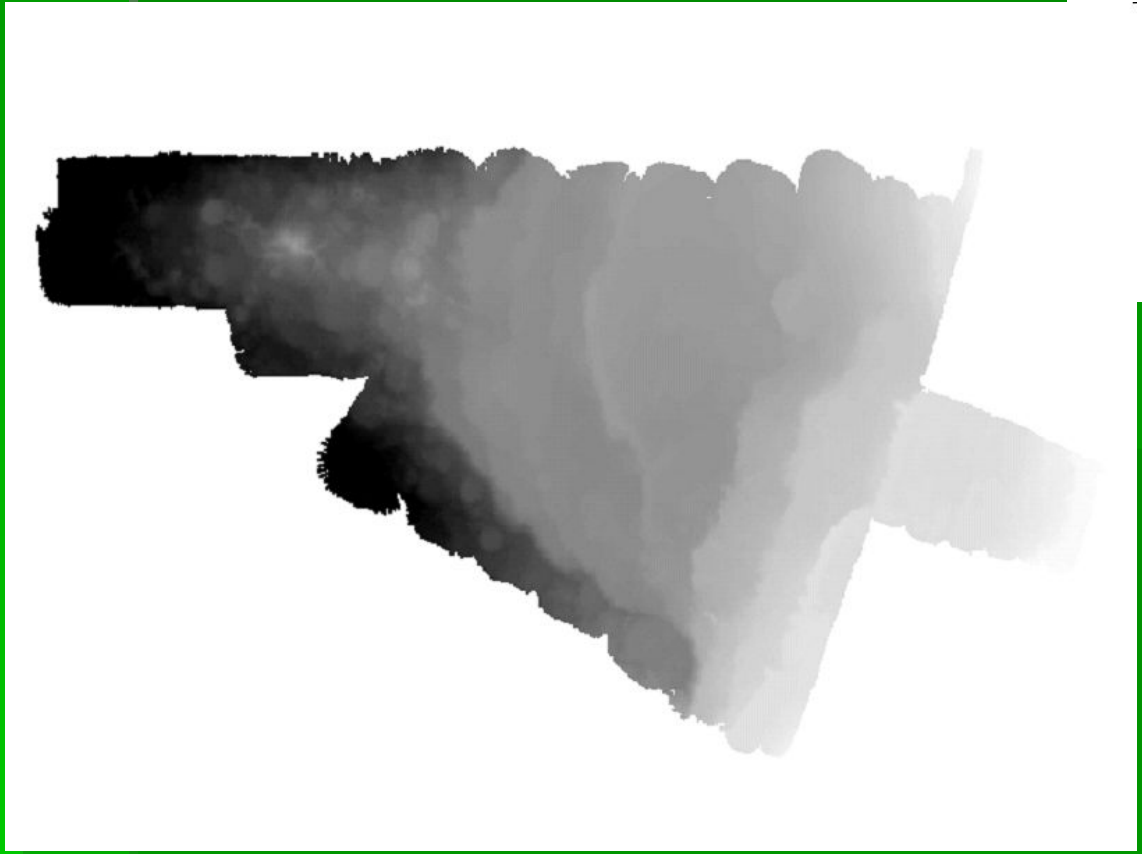


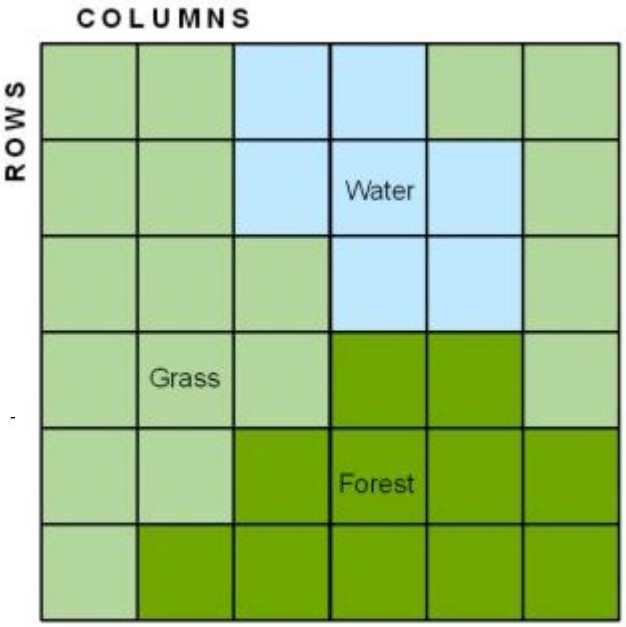


Объекты ГИС

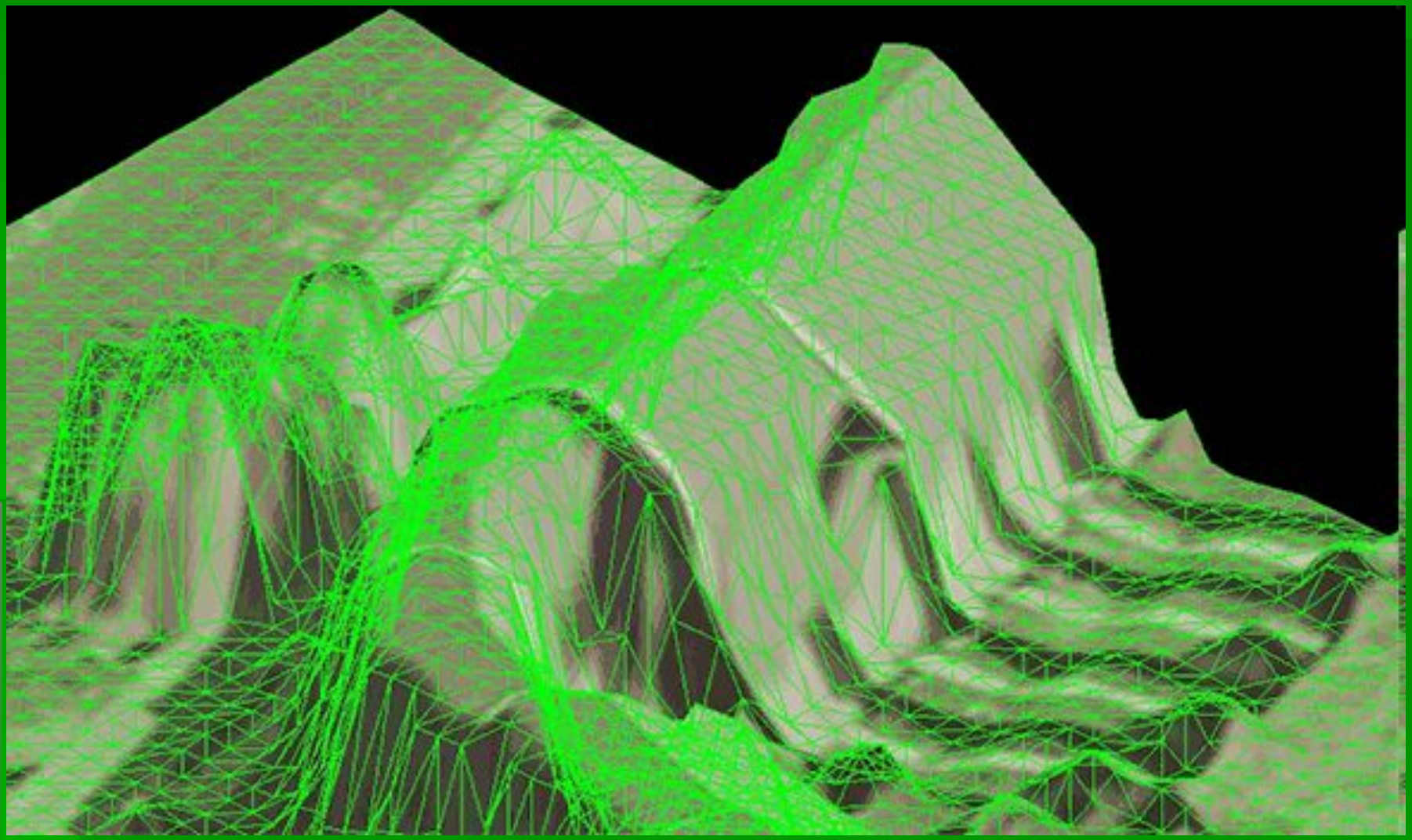
- растровые
  - грид
  - изображение (снимок)
- векторные
  - точка
  - полилиния
  - полигон
  - правила топологии
- объёмные
  - тин (триангуляционная сетка, *TIN, triangulated irregular network*)
- символы и подписи

Грид (*grid*)



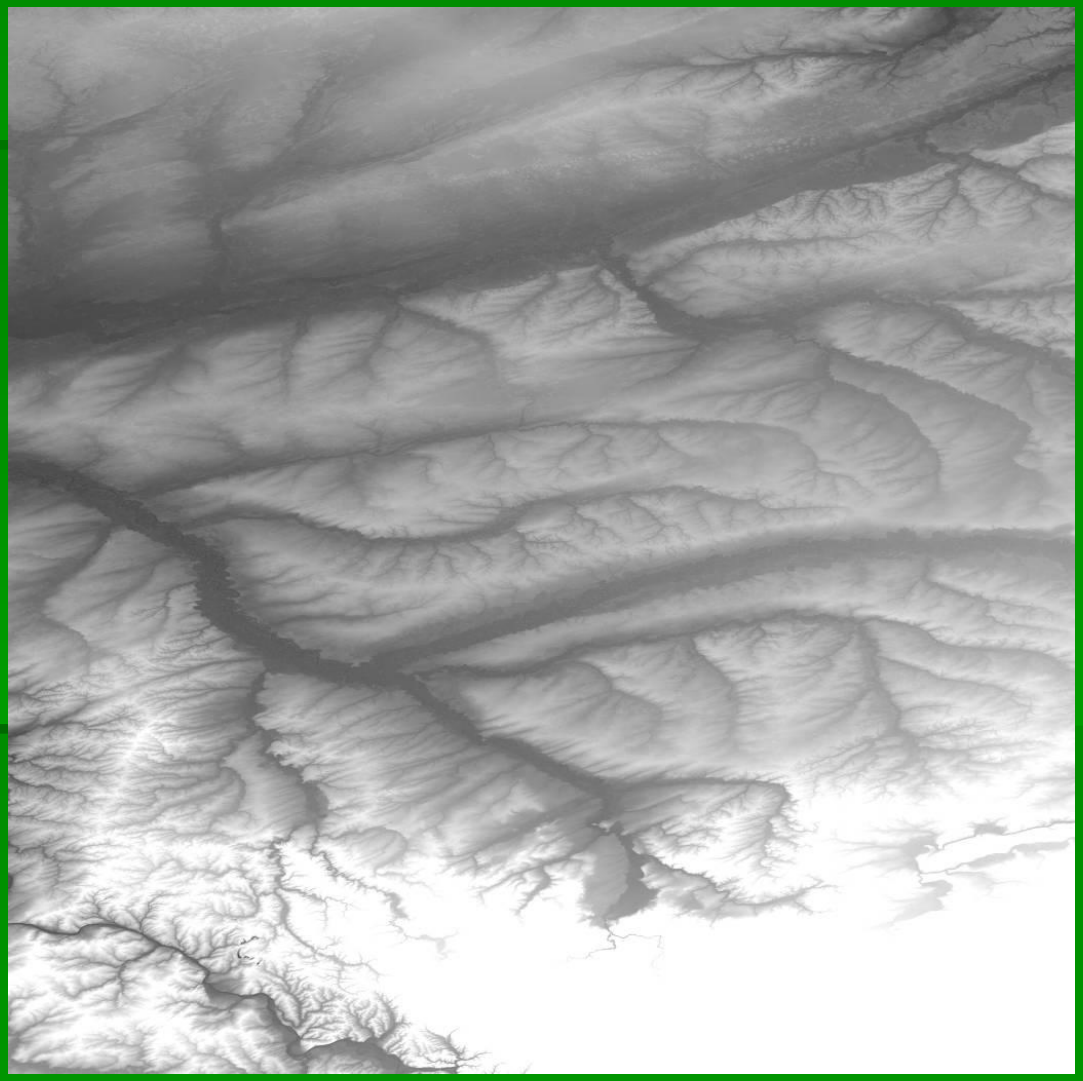


TIN



Способы описания рельефа

- точечный слой с атрибутом высоты (Z-value)
- растр или грид
- TIN



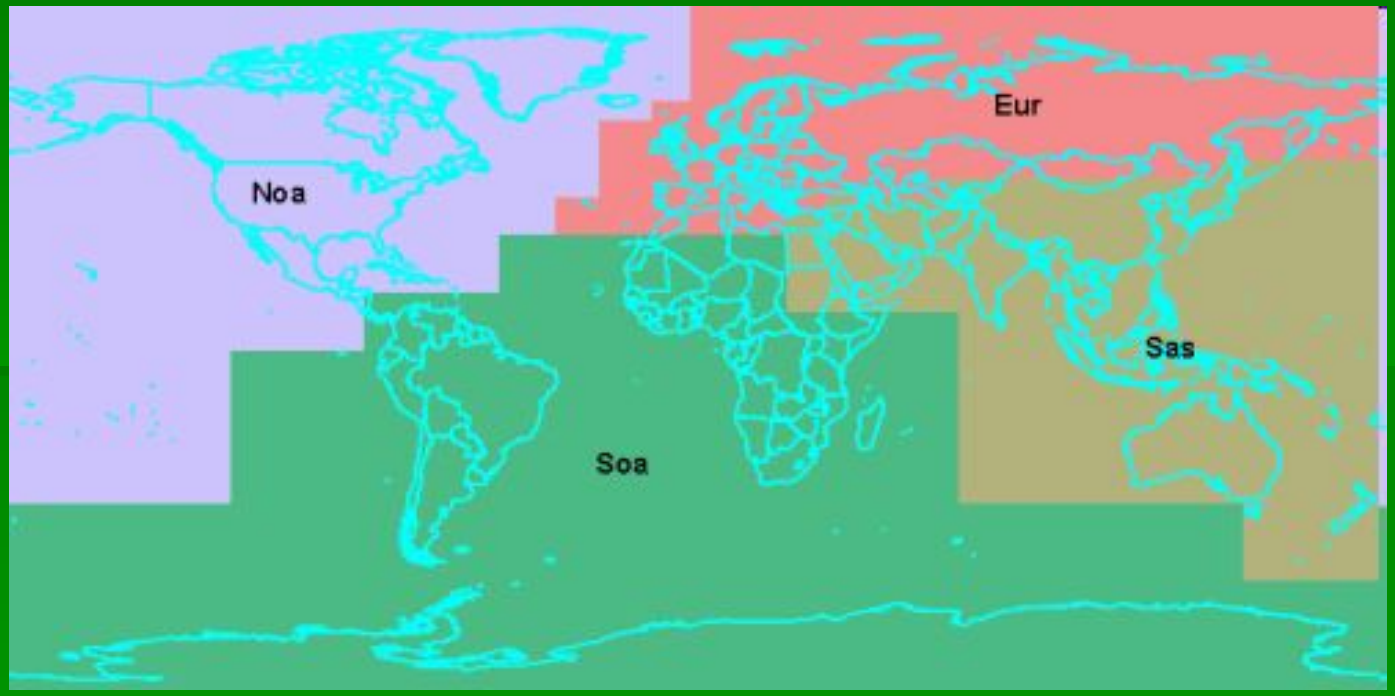
Источники данных

- космоснимки
  - сервисы Google и Яндекс
  - коллекции снимков (Landsat, Aster, MODIS)
- векторные данные
  - VMap
  - OpenStreetMap
- тематические БД
  - Единый государственный реестр почвенных ресурсов России egrpr.esoil.ru
  - WorldClim – глобальные сведения о климате
  - SRTM – глобальный рельеф
  - GBIF – Глобальная база данных по биоразнообразию
- данные GPS
- БД географических названий
  - www.geonames.org

Landsat 8

- мультиспектральный (11 каналов)
  - 400..12500 нм + панхроматический
- 30 (15 м) / пикс.
- свежий (2013 г. – н.в.)
- **бесплатный** (после регистрации)

Vmap0

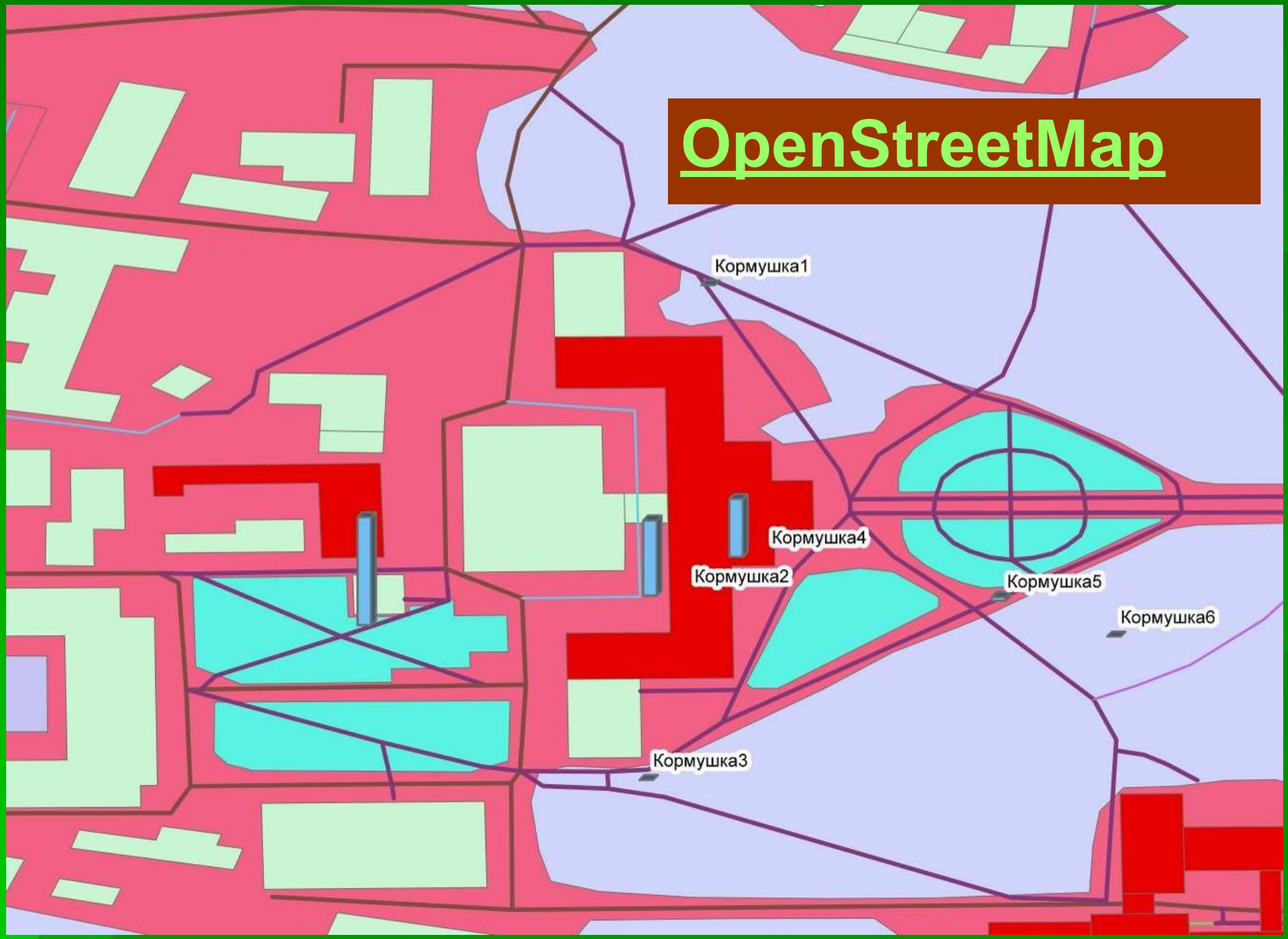


- Масштаб: 1:1000000 (в одном сантиметре - 10 километров)
- Географический охват: глобальный
- Дата публикации: сентябрь, 2000
- Система координат: WGS 1984
- Горизонтальная (плановая) точность: 2040 м
- Вертикальная точность: 152.4 м
- Бесплатный

Vmap0

- Границы субъектов
- Границы государств
- Вспомогательные слои (качество данных, разграфка и т.д.)
- Рельеф и высоты
- Гидросеть - точечные объекты
- Гидросеть - линейные объекты
- Гидросеть - площадные объекты
- Промышленность
- Физическая география
- Населенные пункты
- Населенные пункты с русскоязычной атрибутикой и дополнительными полями
- Транспорт
- Инфраструктура
- Растительность

OpenStreetMap



w:OpenStreetMap

- Описание
- Точки интереса
- Железнодорожные, трамвайные пути и метро
- Населенные пункты
- Железнодорожные станции
- Землепользование
- Железнодорожные платформы
- Дорожная сеть
- Охраняемые природные территории
- Растительность
- Здания
- Здания
- Населенные пункты
- Административные границы
- Поверхность
- Точки интереса
- Гидросеть
- Водоёмы

+ + +

- Бесплатно и свободно
- Создаётся силами сообщества
- Высокая детализация

- - -

- Недостаточная точность

WorldClim

WorldClim

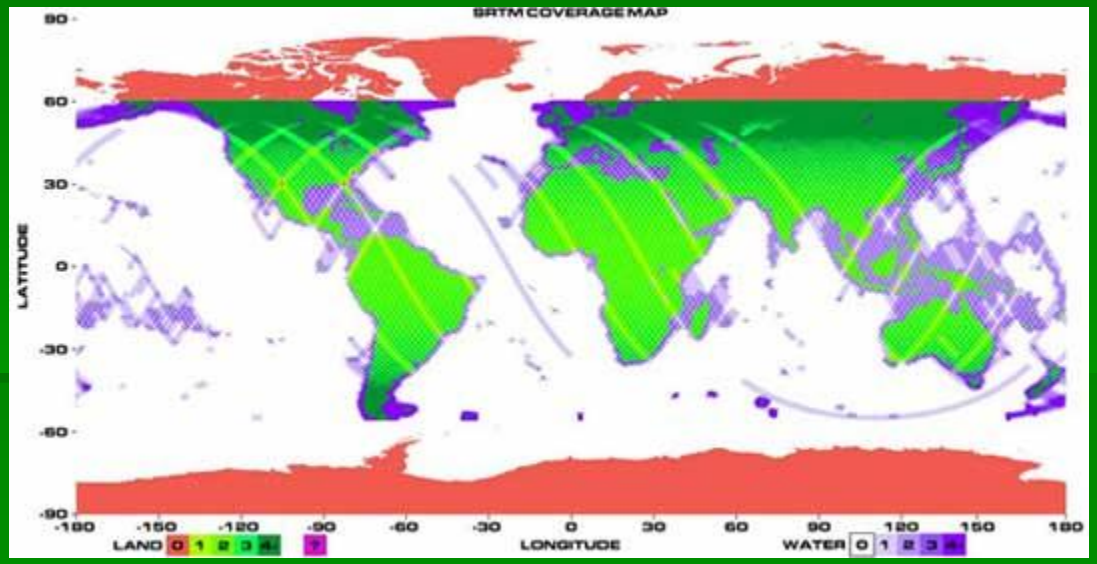
- Сведения о погоде (вся планета)
  - средняя минимальная температура месяца
  - средняя максимальная температура месяца
  - суммарные осадки за месяц
  - BIOCLIM – «биоклиматические» переменные
  - рельеф
- 3 периода
  - н.в. (1950-2000 гг.)
  - прошлое
    - средний Голоцен (~ 6000 лет назад), 9 моделей
    - последний максимум оледенения (~22 000 лет назад), 4 модели
    - последний межледниковый период (~130 000 лет назад), 1 модель
  - будущее
    - 4 варианта концентраций парниковых газов (RCP)
    - 2050 г., 19 моделей
    - 2070 г., 19 моделей
- 4 варианта разрешения
  - 10’, 5’, 2.5’, 30’’

WorldClim

Переменные BIOCLIM

- BIO1 = Annual Mean Temperature
- BIO2 = Mean Diurnal Range (Mean of monthly (max temp - min temp))
- BIO3 = Isothermality (BIO2/BIO7) (* 100)
- BIO4 = Temperature Seasonality (standard deviation *100)
- BIO5 = Max Temperature of Warmest Month
- BIO6 = Min Temperature of Coldest Month
- BIO7 = Temperature Annual Range (BIO5-BIO6)
- BIO8 = Mean Temperature of Wettest Quarter
- BIO9 = Mean Temperature of Driest Quarter
- BIO10 = Mean Temperature of Warmest Quarter
- BIO11 = Mean Temperature of Coldest Quarter
- BIO12 = Annual Precipitation
- BIO13 = Precipitation of Wettest Month
- BIO14 = Precipitation of Driest Month
- BIO15 = Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation)
- BIO16 = Precipitation of Wettest Quarter
- BIO17 = Precipitation of Driest Quarter
- BIO18 = Precipitation of Warmest Quarter
- BIO19 = Precipitation of Coldest Quarter

SRTM



- *Shuttle radar topographic mission* (SRTM) - радарная топографическая съемка [рельеф]
- до 60° с.ш., 54° ю.ш.
- февраль 2000 г.
- разрешение в плане 30*30 м
- точность по высоте менее 20 м
- дополнительно: гидрография (без названий)

Единый государственный реестр почвенных ресурсов России

Единый государственный реестр почвенных ресурсов России

- цифровая почвенная карта РФ масштаба **1 : 2 500 000** (Фридланд, 1988) в формате ESRI Shape
- включает сведения о разрезах (более 200 параметров)
- бесплатно, но несвободно

Единый государственный реестр почвенных ресурсов России

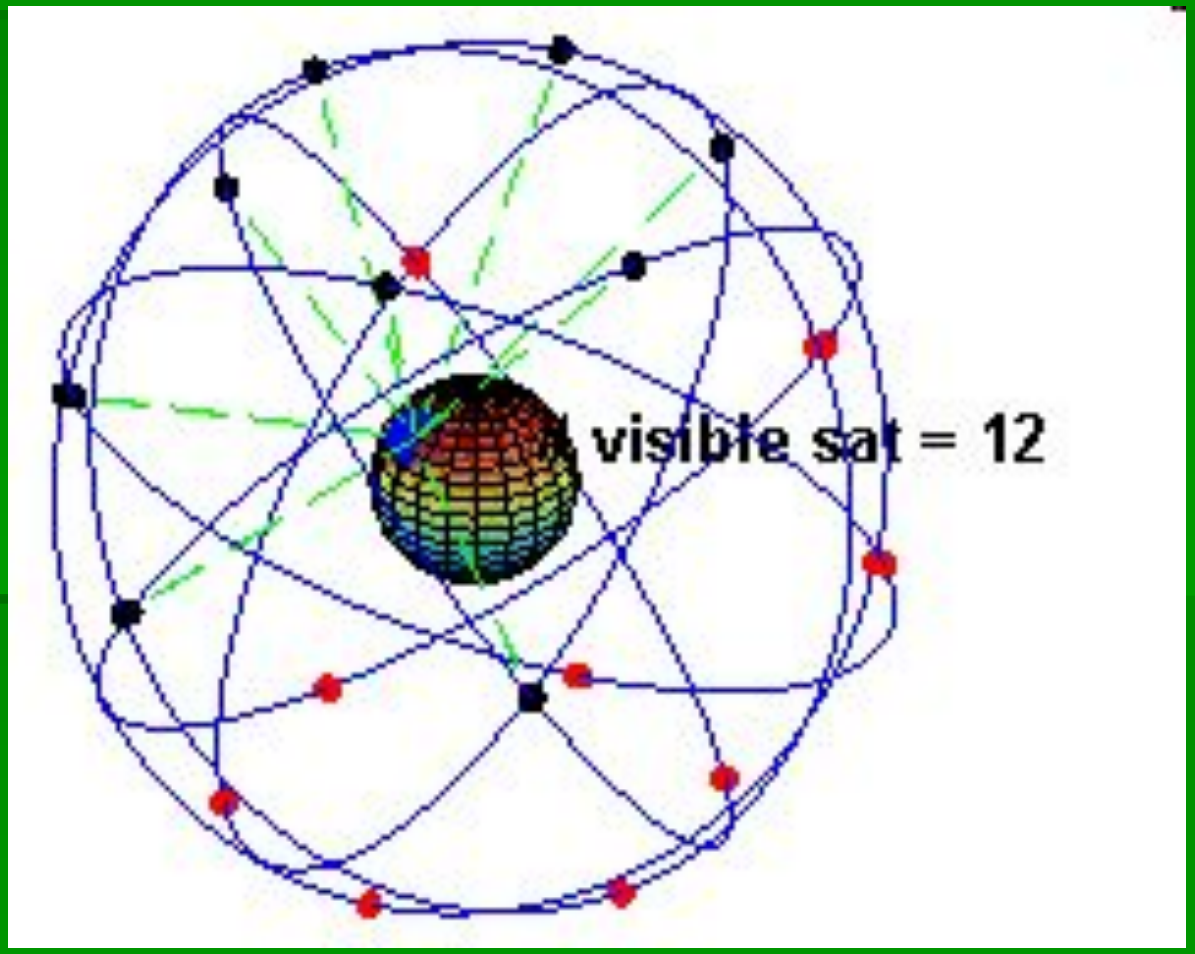
- Поле Описание данных
- POLIGON_ID Уникальный номер полигона почвенной карты
- SOIL0_ID Индекс основной почвы (почвенный комплекс, непочвенное образование)
- SOIL0_TXT Наименование выдела легенды основной почвы (почвенный комплекс, непочвенное образование)
- AREA0 Доля основной почвы в полигоне карты, %
- SOIL0_TRL Наименование выдела легенды основной почвы - транслит
- SOIL0_EN Наименование выдела легенды основной почвы - перевод на английский
- WRB_ID Индекс основной почвы по WRB
- WRB_TXT Наименование основной почвы по WRB
- FAO_ID Индекс основной почвы по FAO
- FAO_TXT Наименование основной почвы по FAO
- SYMBOL Символьный индекс почвы
- ZONEГрупповая принадлежность выдела легенды

Единый государственный реестр почвенных ресурсов России

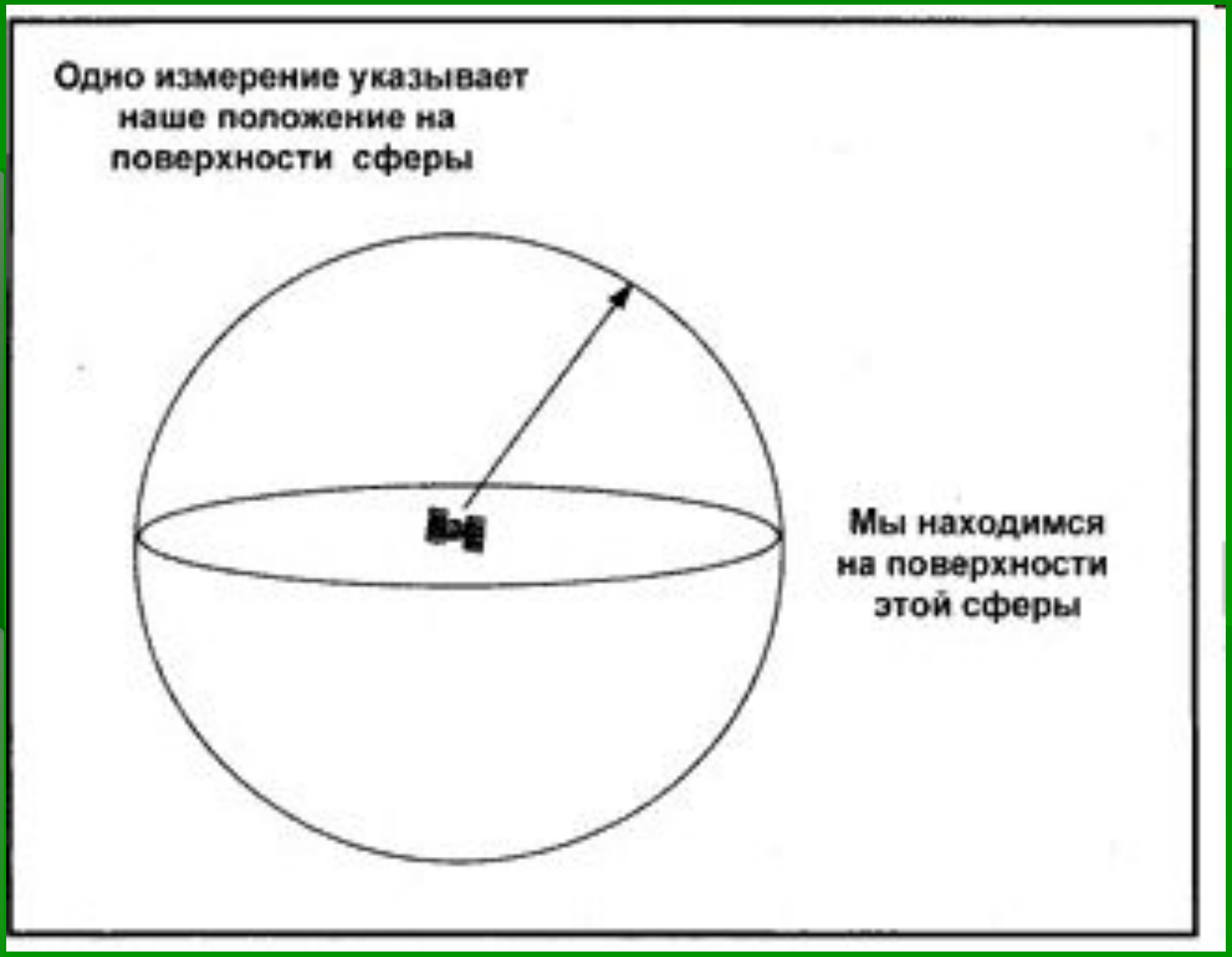
- SOIL1_ID Индекс 1 сопутствующей почвы (почвенный комплекс, непочвенное образование)
- SOIL1_TXT Наименование выдела легенды 1 сопутствующей почвы (почвенный комплекс, непочвенное образование)
- AREA1 Доля 1 сопутствующей почвы в полигоне карты, %
- SOIL2_ID Индекс 2 сопутствующей почвы (почвенный комплекс, непочвенное образование)
- SOIL2_TXT Наименование выдела легенды 1 сопутствующей почвы (почвенный комплекс, непочвенное образование)
- AREA2 Доля 3 сопутствующей почвы в полигоне карты, %
- SOIL3_ID Индекс 3 сопутствующей почвы (почвенный комплекс, непочвенное образование)
- SOIL3_TXT Наименование выдела легенды 1 сопутствующей почвы (почвенный комплекс, непочвенное образование)
- AREA3 Доля 3 сопутствующей почвы в полигоне карты, %
- PARENT1_ID Индекс 1 почвообразующей породаы
- PARENT1_TXT Наименование 1 почвообразующей породы
- PARENT2_ID Индекс 2 почвообразующей породаы
- PARENT2_TXT Наименование 2 почвообразующей породы
- AREA_M2 Площадь, м.кв.

Спутниковая навигация

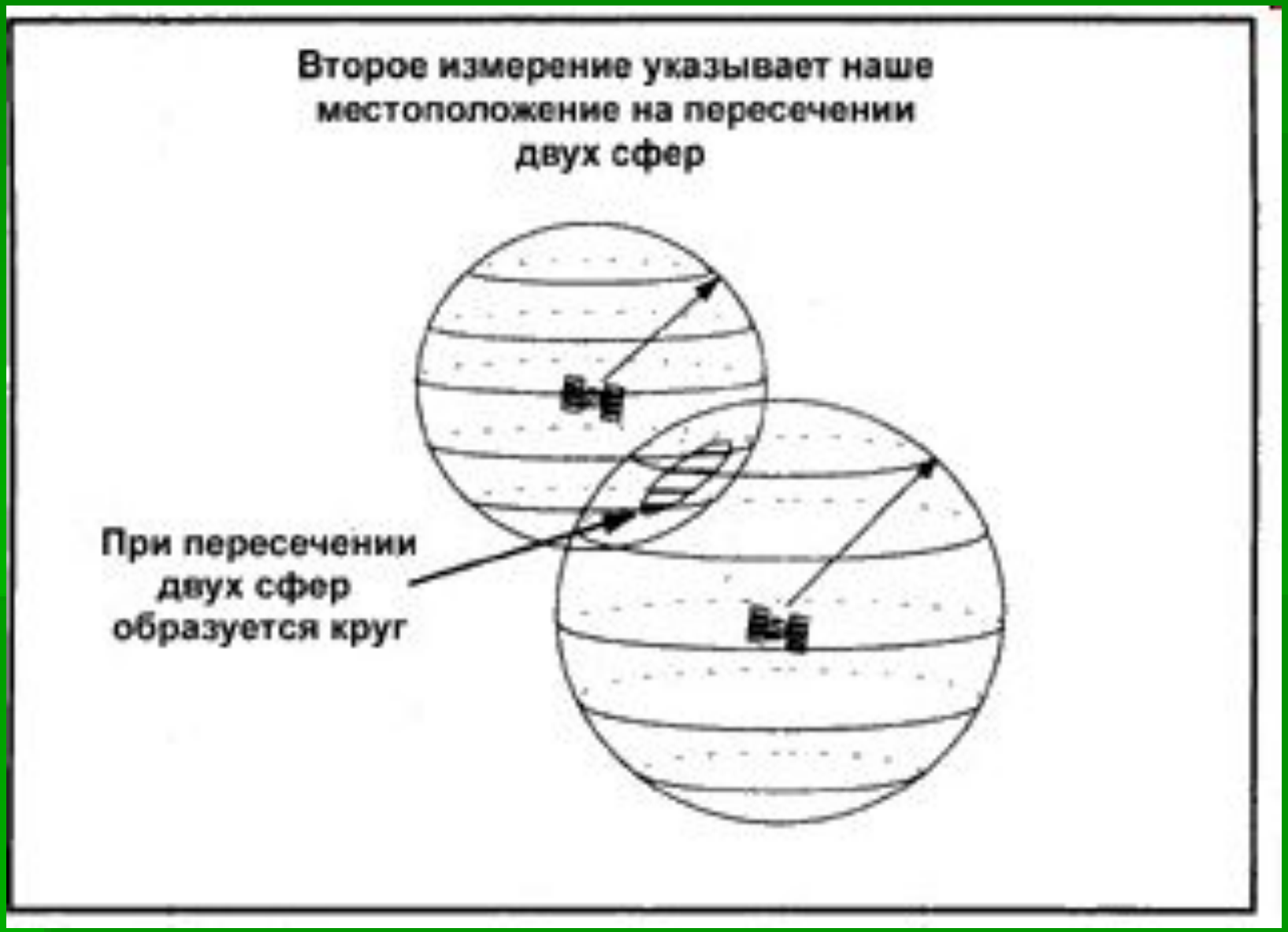
- GPS
- ГлоНАСС



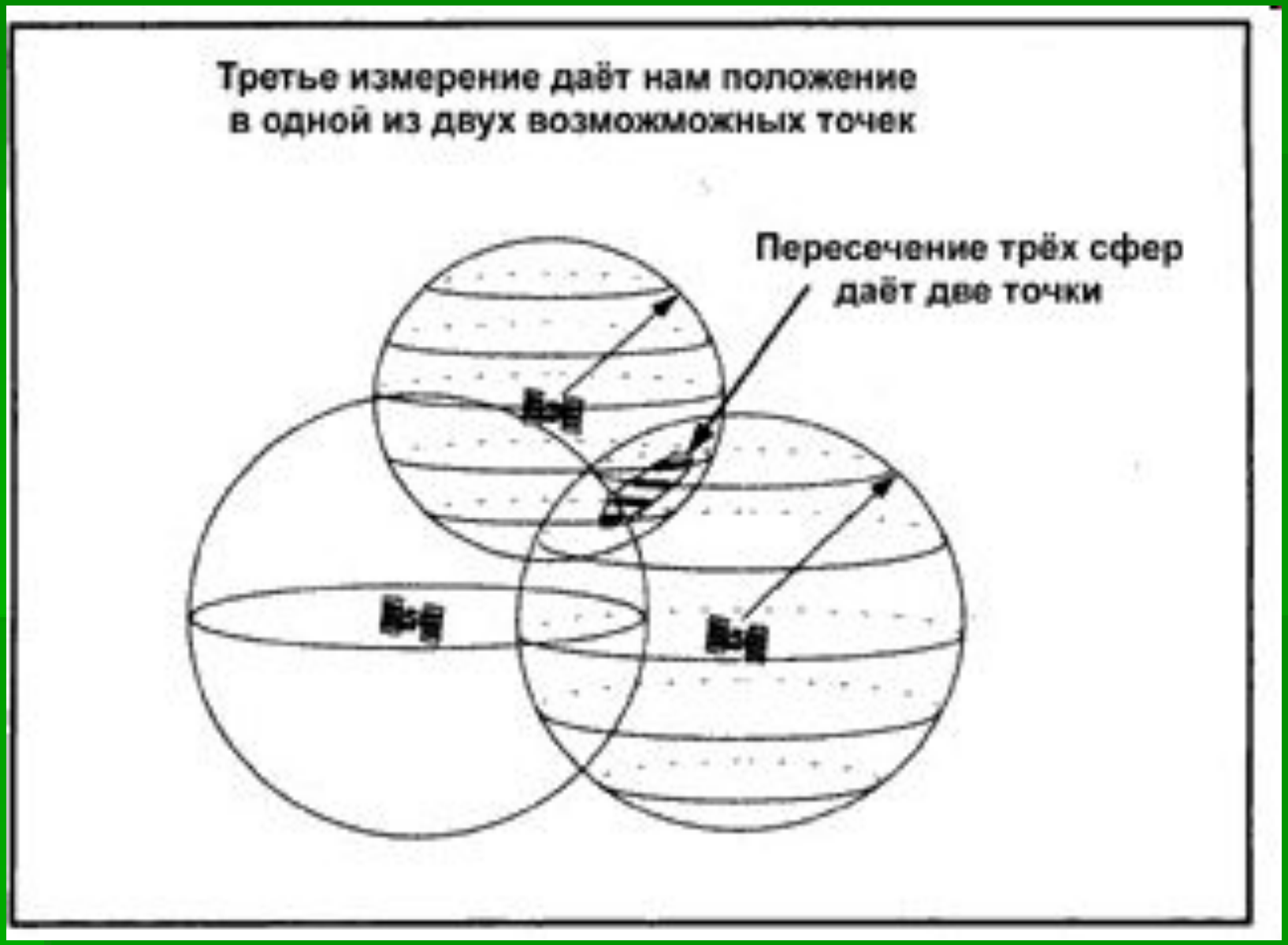
Как работает спутниковая навигация



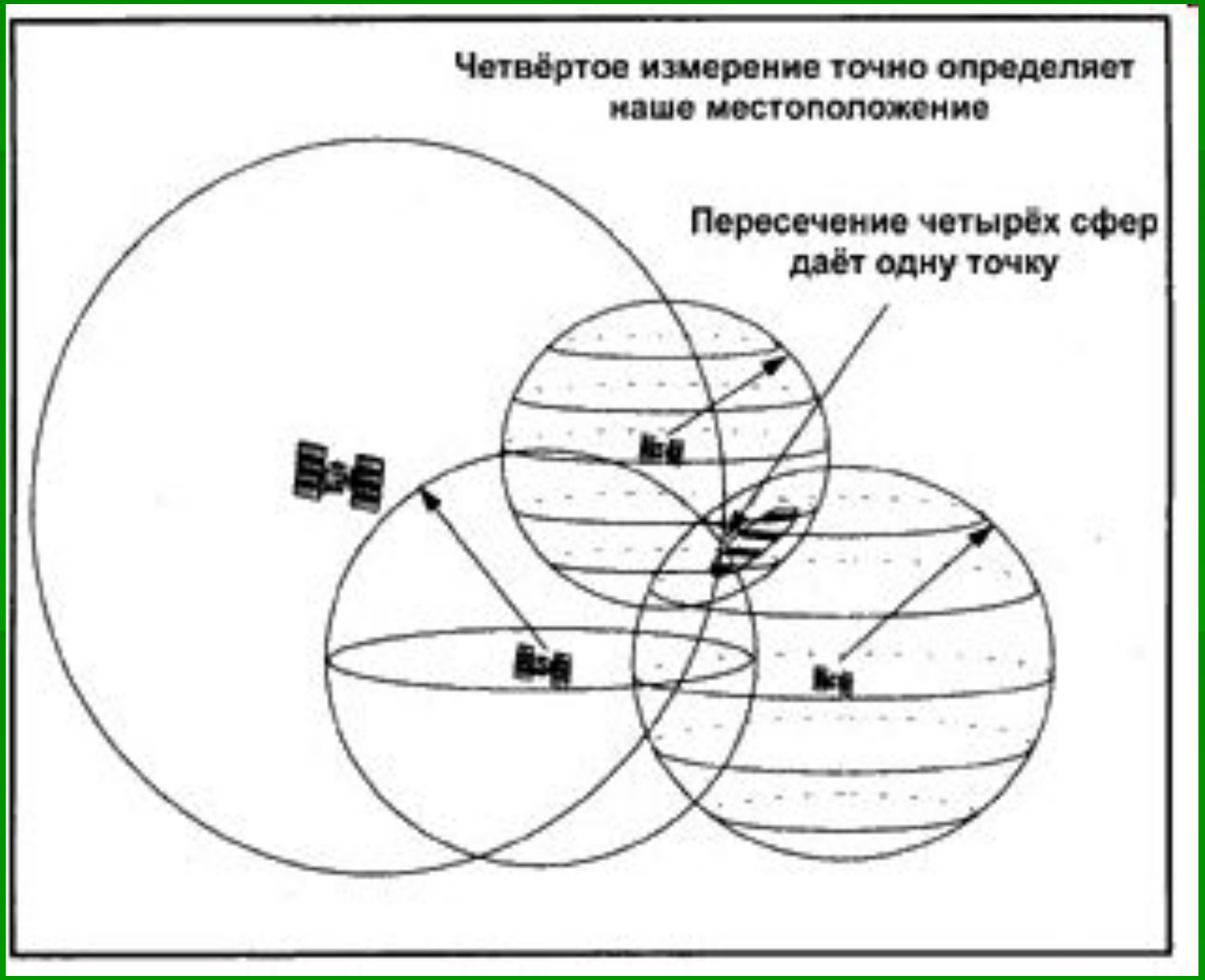
Как работает спутниковая навигация



Как работает спутниковая навигация



Как работает спутниковая навигация



GPS

- NAVSTAR
- структура
  - спутники
  - наземное оборудование
  - пользовательское оборудование
- 24 (31) спутник, 6 орбит по 4 спутника
- 2 оборота за 1 звёздные сутки
- 5 слоёв (частот), 1.57542 GHz (L1)