

САНКТ – ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет географии и геоэкологии
Кафедра картографии и геоинформатики

Анализ точности проекционных преобразований в ГИС MapInfo Professional и GeoMedia Professional



Белоненко Е.В.

Научный руководитель:
Капралов Е.Г.

Санкт - Петербург
2012

Цель:

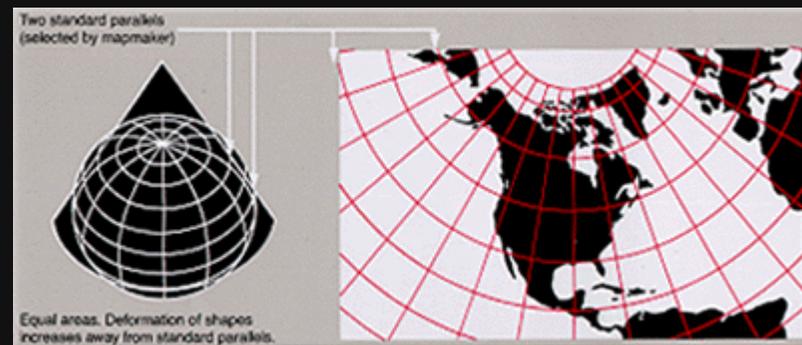
Проанализировать точность
проекционных преобразований
программ MapInfo Professional и
GeoMedia Professional

и

оценить погрешности, возникающие
при пересчёте карты из одной
проекции в другую

Теоретическая основа работы

Картографической проекцией называется математически выраженный способ отображения поверхности Земли, принимаемой за эллипсоид, сферу или другие математические поверхности, на плоскость.



Теоретическая основа работы

Переход от физической поверхности Земли к математической

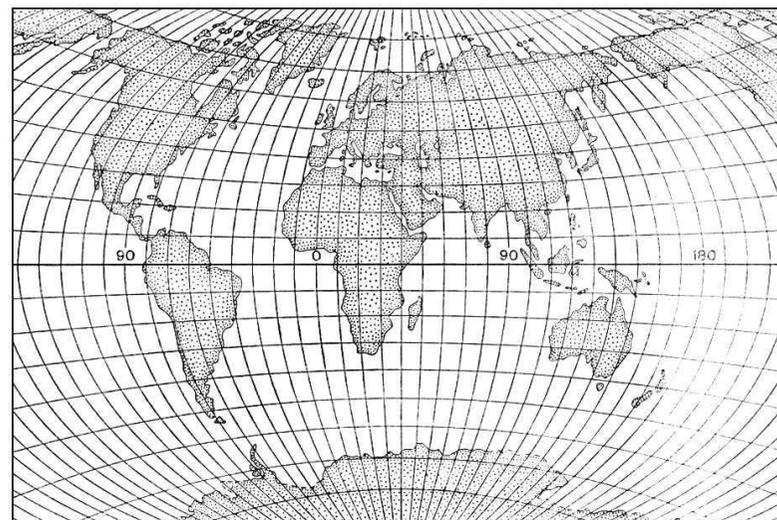
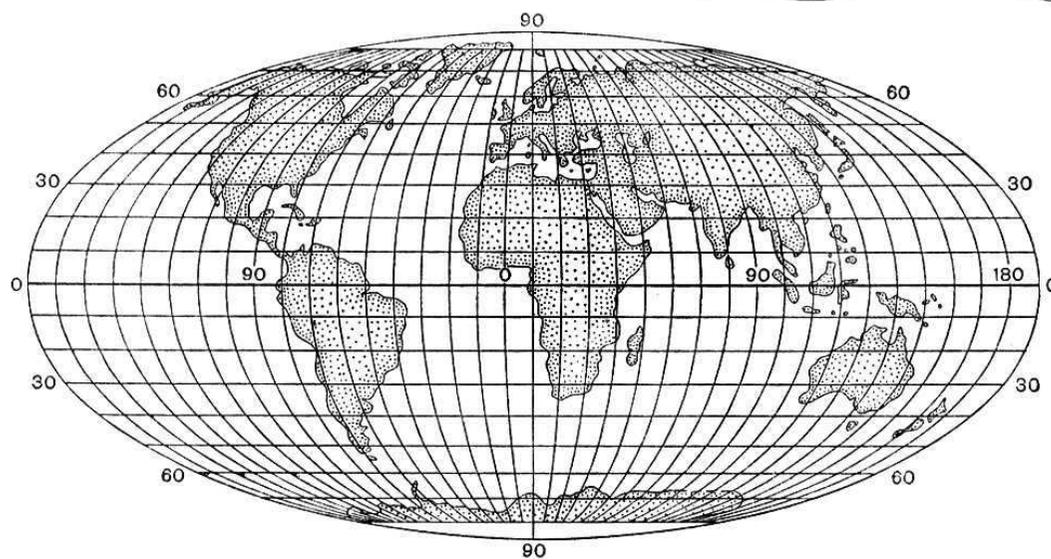
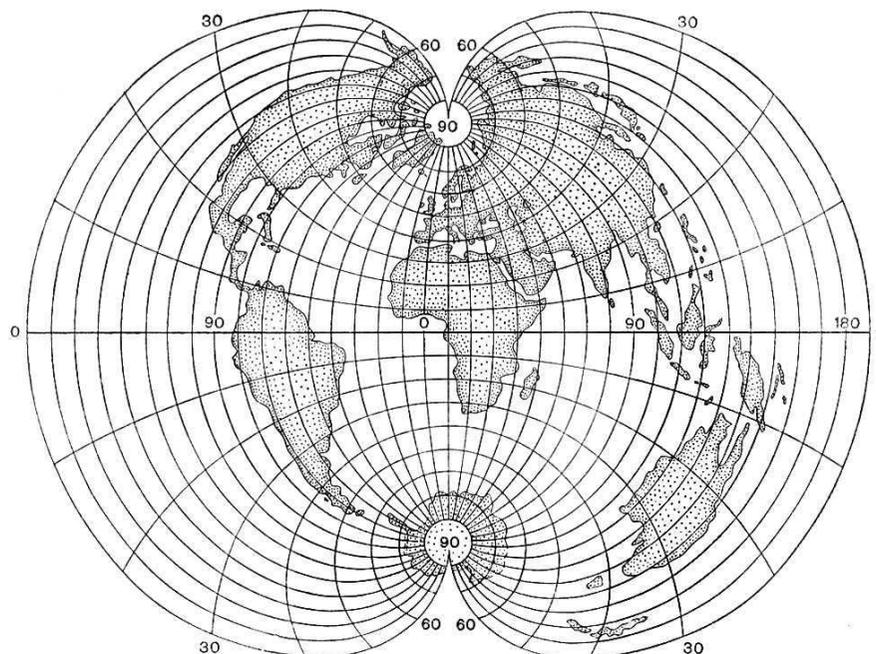


Аппроксимация формы Земли

Положение эллипсоида относительно центра Земли

- WGS (World Geodetic System) 1984
- HARN (High Accuracy Reference Network)
- HARP (High Precision Reference Network)
- ПЗ-90
- СК-42 (Пулково-42)
- NAD (National American Datum) 1927
- NAD 1983

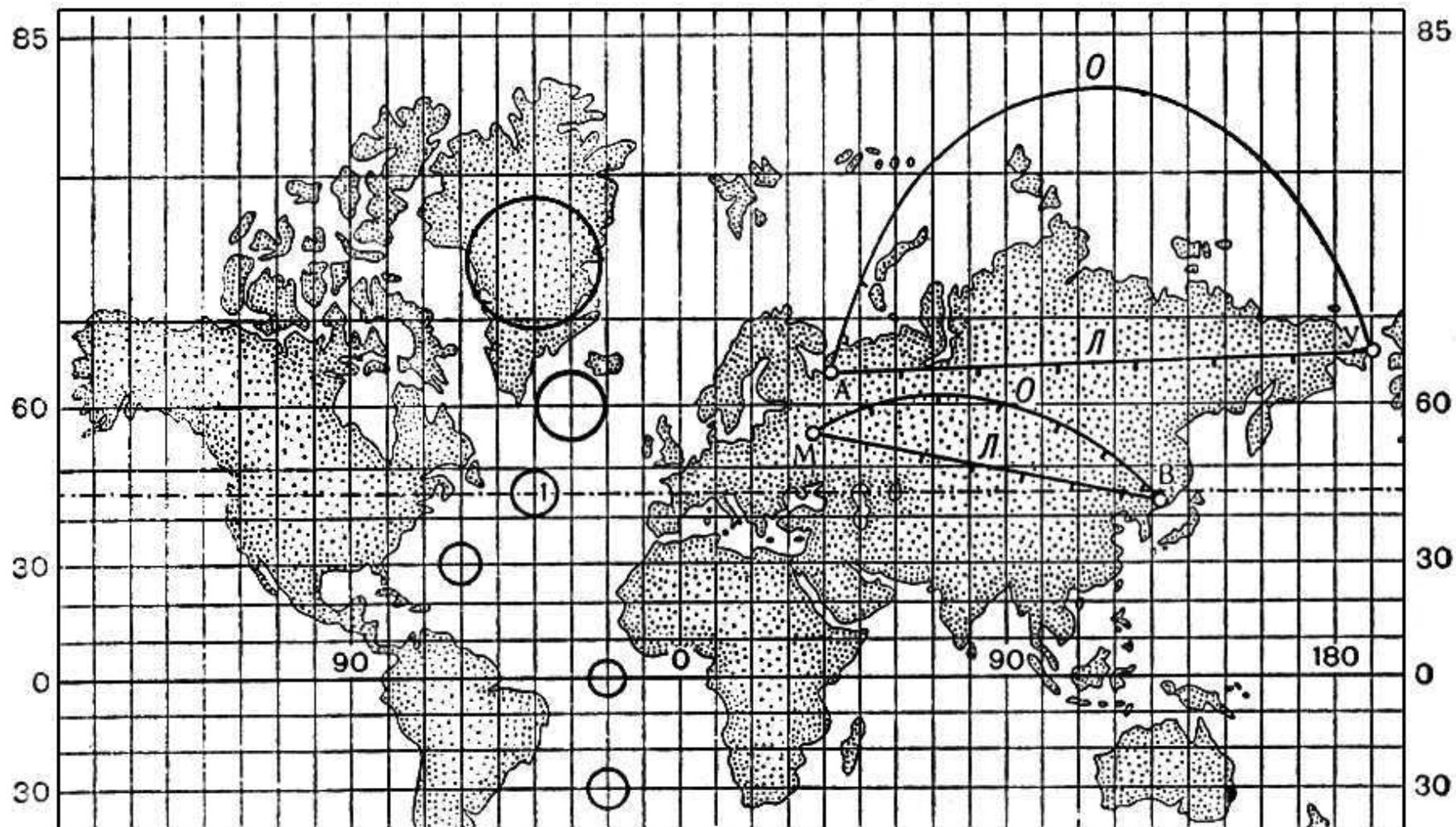
Виды картографических проекций



Виды картографических проекций

РАВНОУГОЛЬНЫЕ

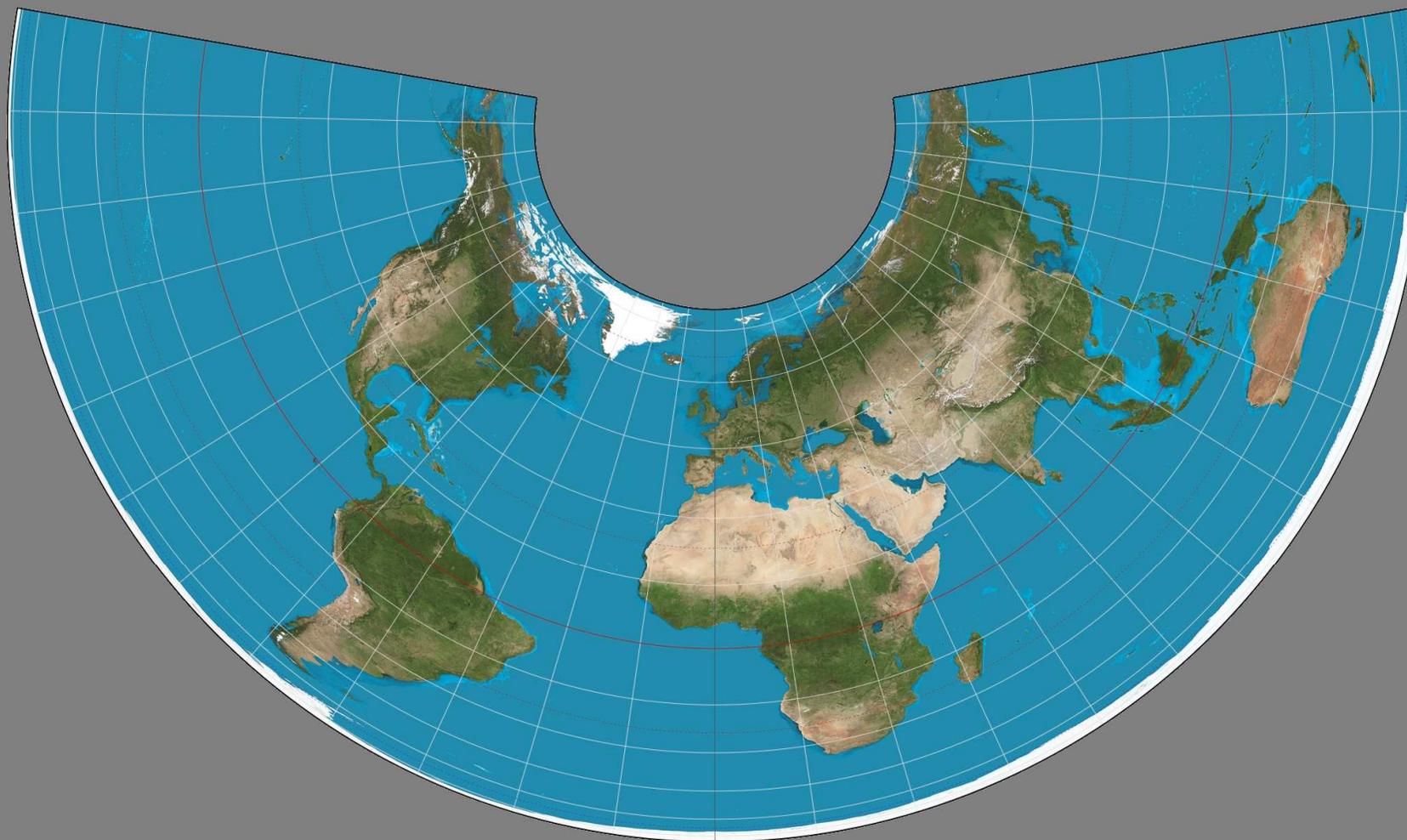
(проекция Меркатора)



Виды картографических проекций

РАВНОВЕЛИКИЕ

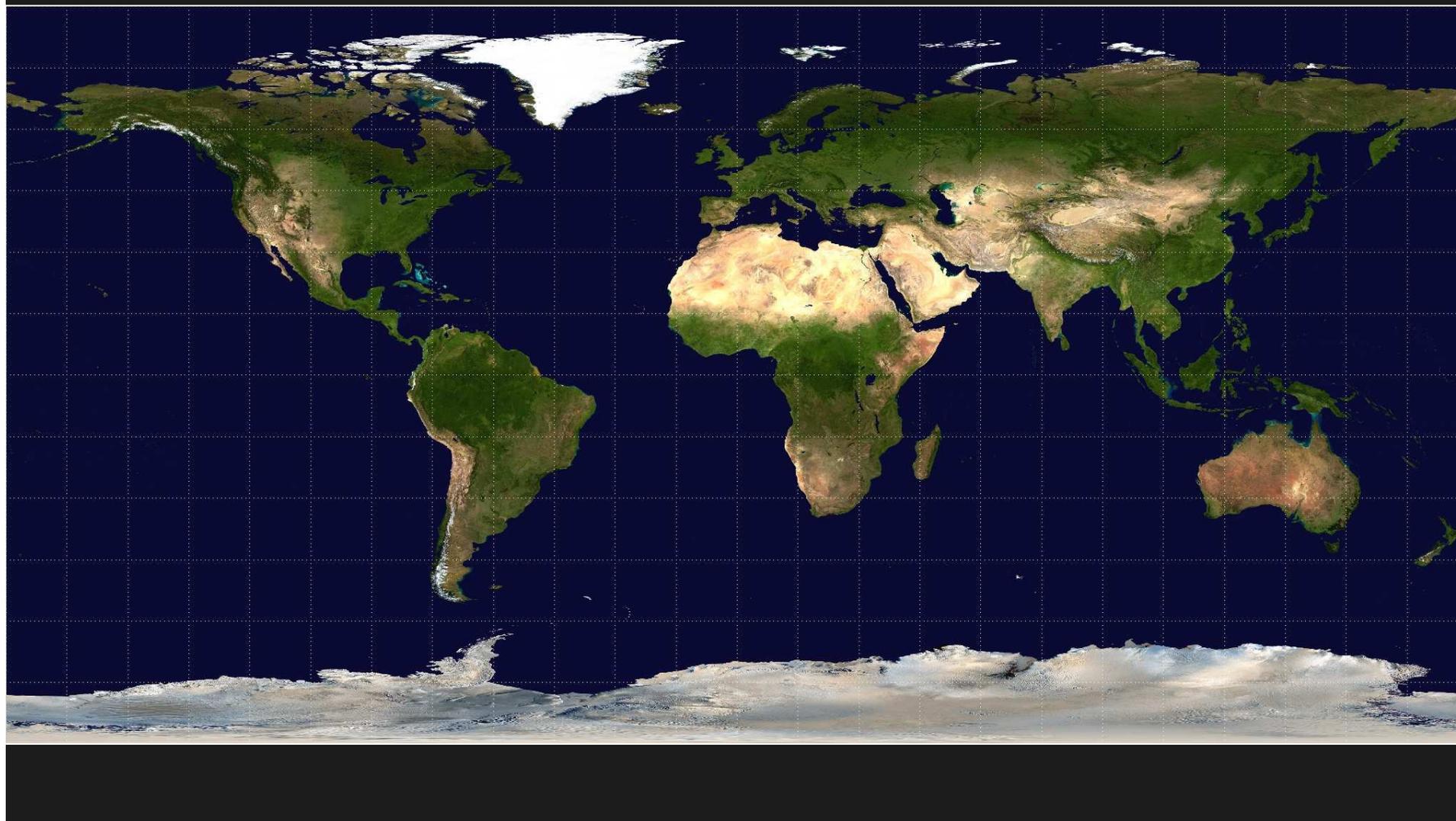
(коническая проекция Альберса)



Виды картографических проекций

РАВНОПРОМЕЖУТОЧНЫЕ

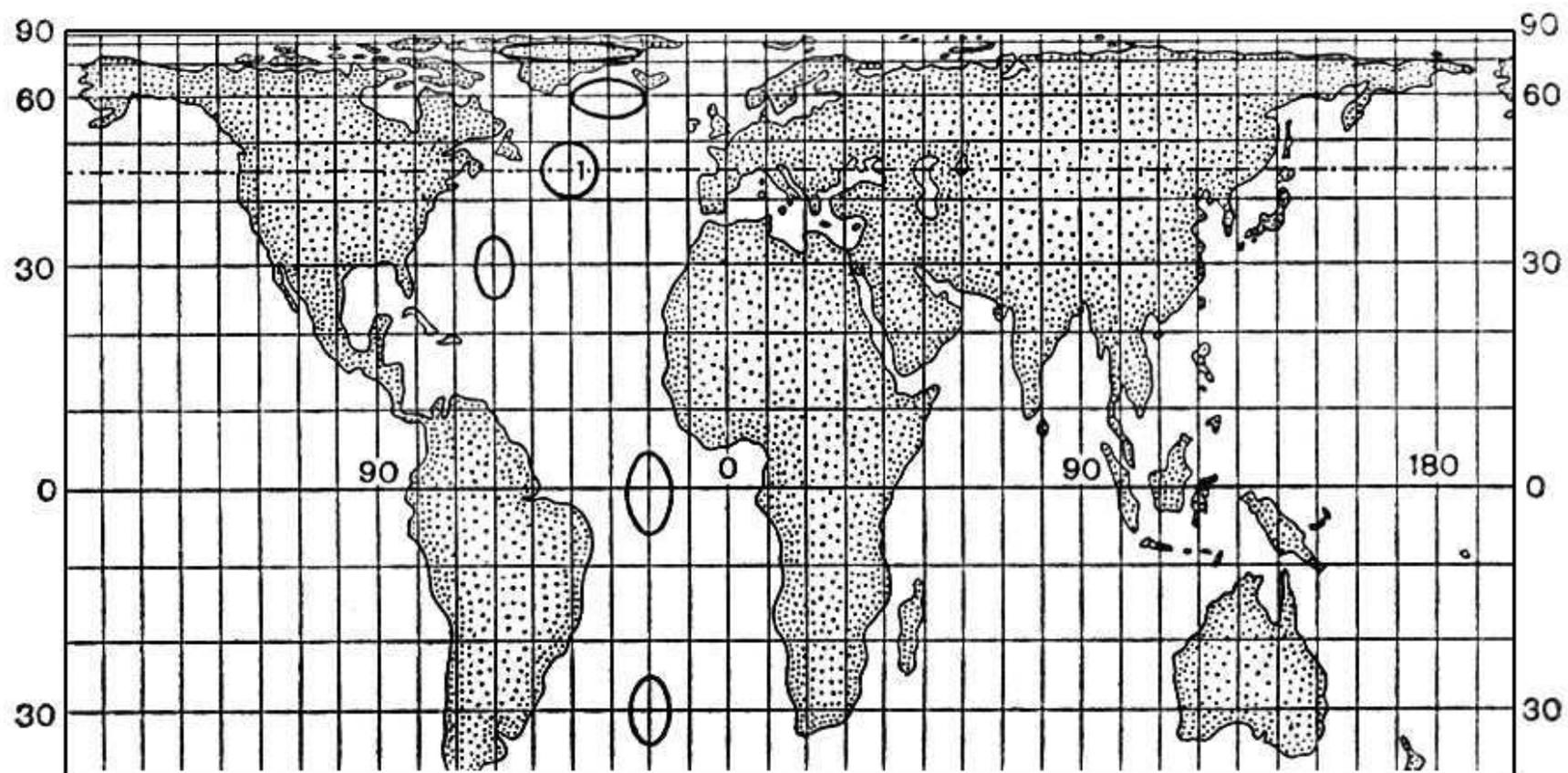
(равнопромежуточная проекция мира)



Виды картографических проекций

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ

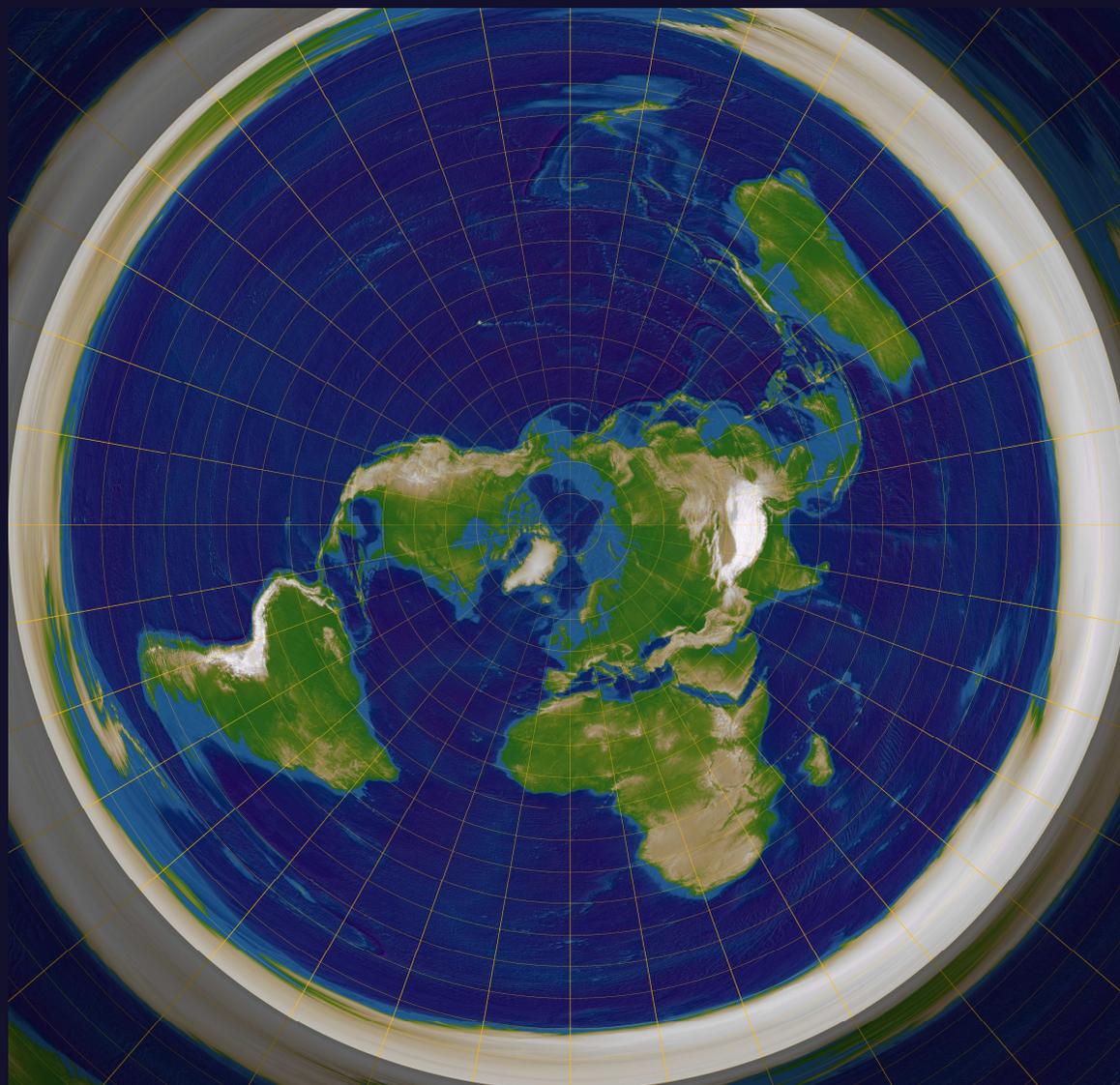
(равновеликая цилиндрическая проекция)



Виды картографических проекций

АЗИМУТАЛЬНЫЕ

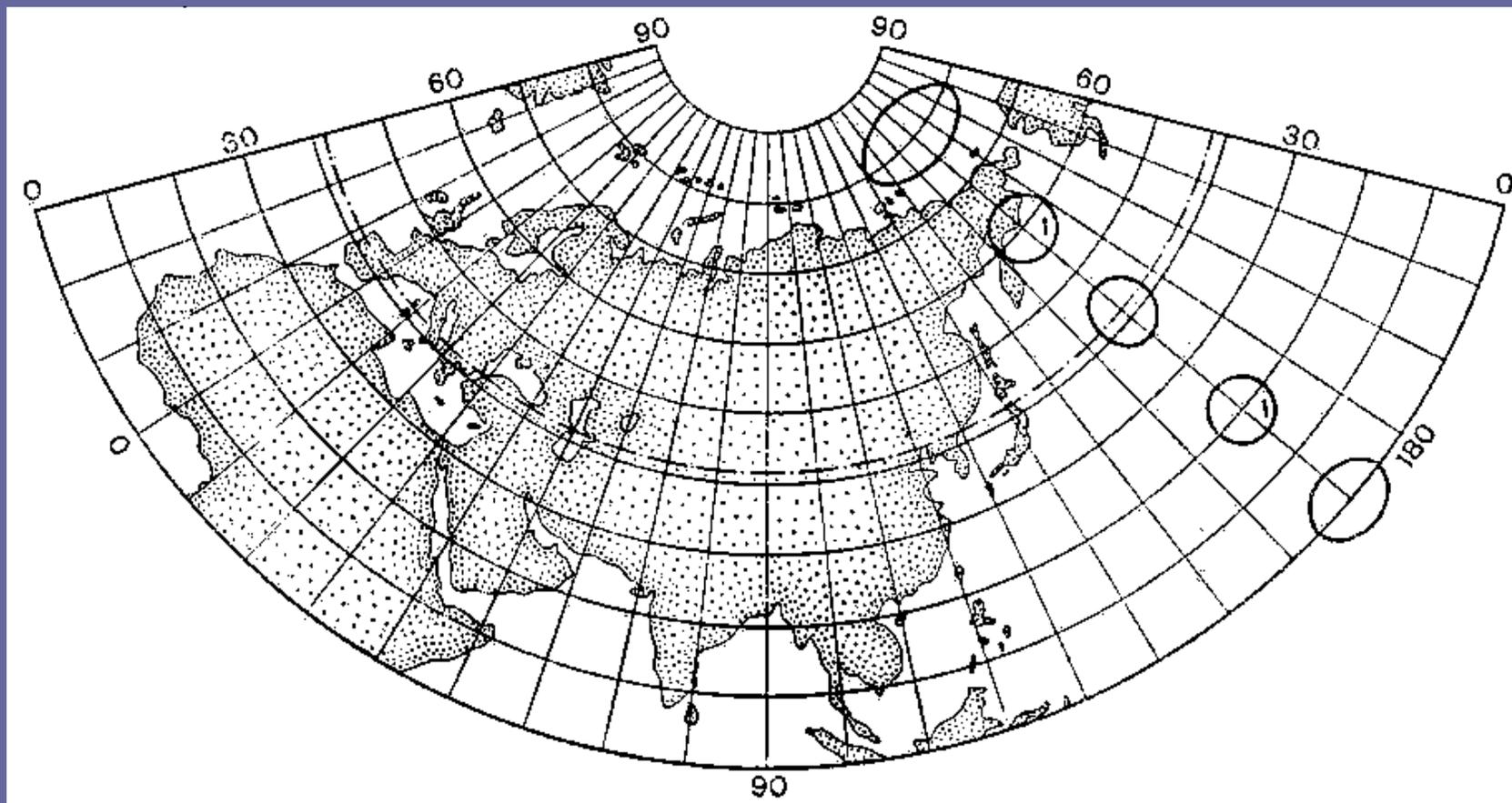
(равнопромежуточная азимутальная полярная проекция)



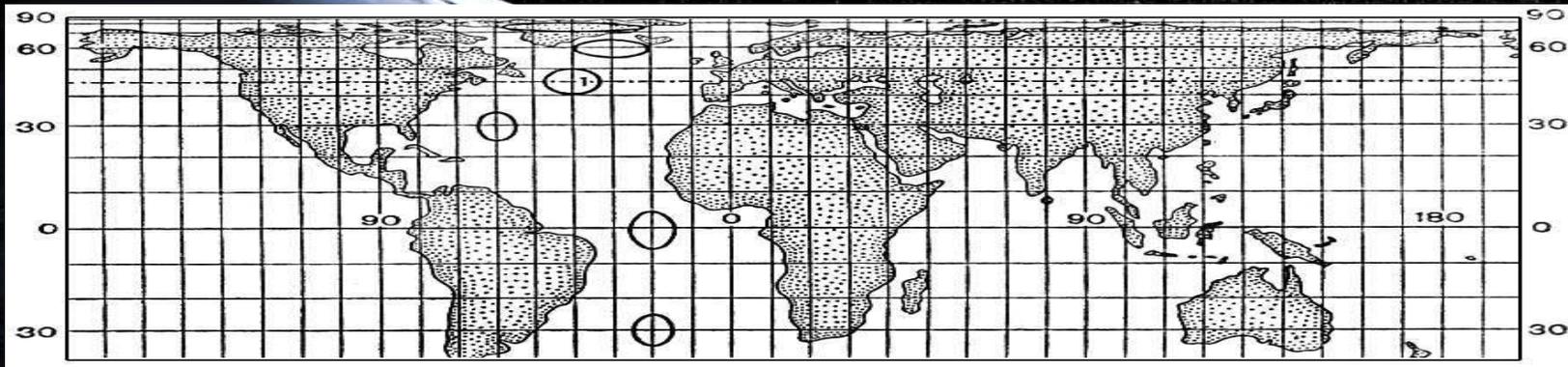
Виды картографических проекций

КОНИЧЕСКИЕ

(равнопромежуточная коническая проекция)



Методы географических преобразований



В программах MapInfo Professional и GeoMedia Professional пересчёт карты или изображения из одной проекции в другую выполняется в два (или три) шага:

- координаты исходной проекции пересчитываются в географические – широту и долготу (обратная задача проецирования);
- производится пересчёт географических координат с одного эллипсоида на другой (если проекции используют разные датумы);
- выполняется пересчет полученных географических координат в координаты целевой проекции (прямое проецирование).

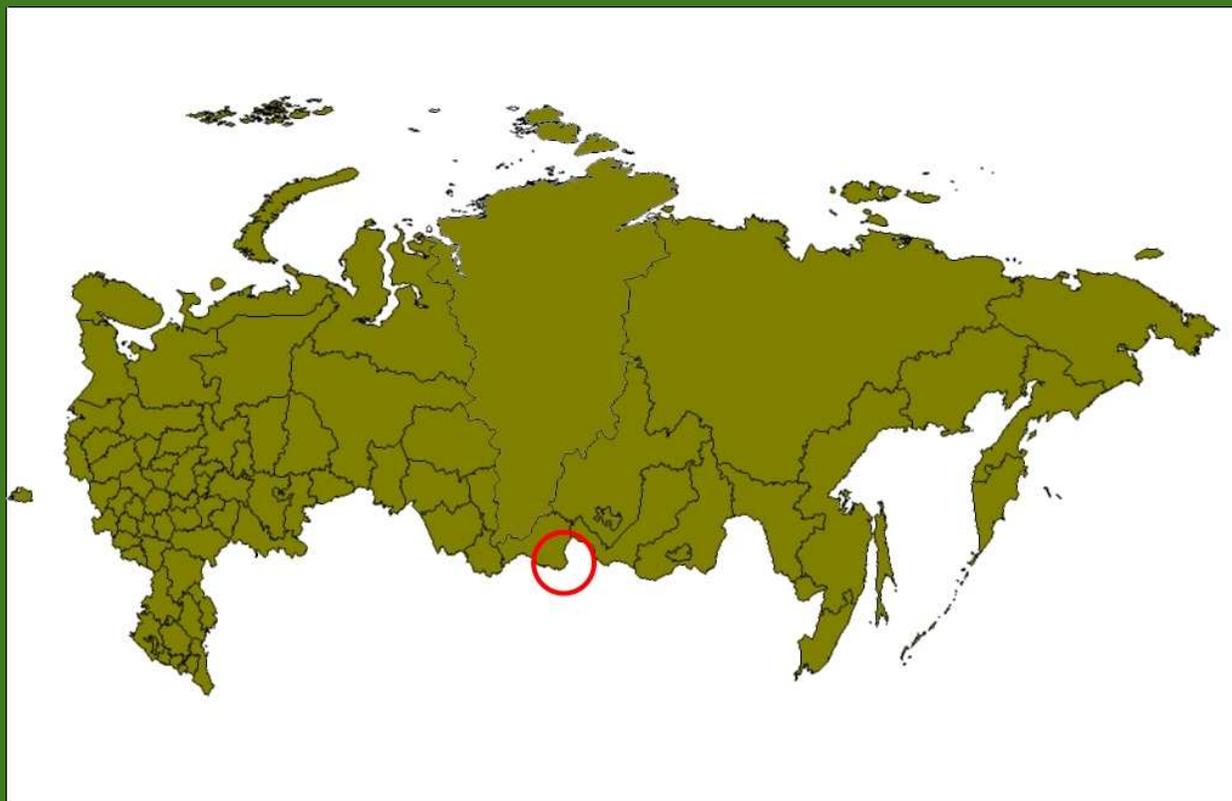
Причины снижения точности данных при обратном проецировании:

- ✓ ограничение точности представления чисел
- ✓ погрешности округления при вычислениях
- ✓ представление обратной проекции с помощью полиномов
- ✓ решение обратной задачи численными методами (например, методом последовательных приближений) из-за невозможности получения точной формулы

Следствие снижения точности данных
при обратном проецировании:

!!!
нарушение
топологической корректности
!!!

II: Методы оценки точности при пересчёте. Визуальный метод



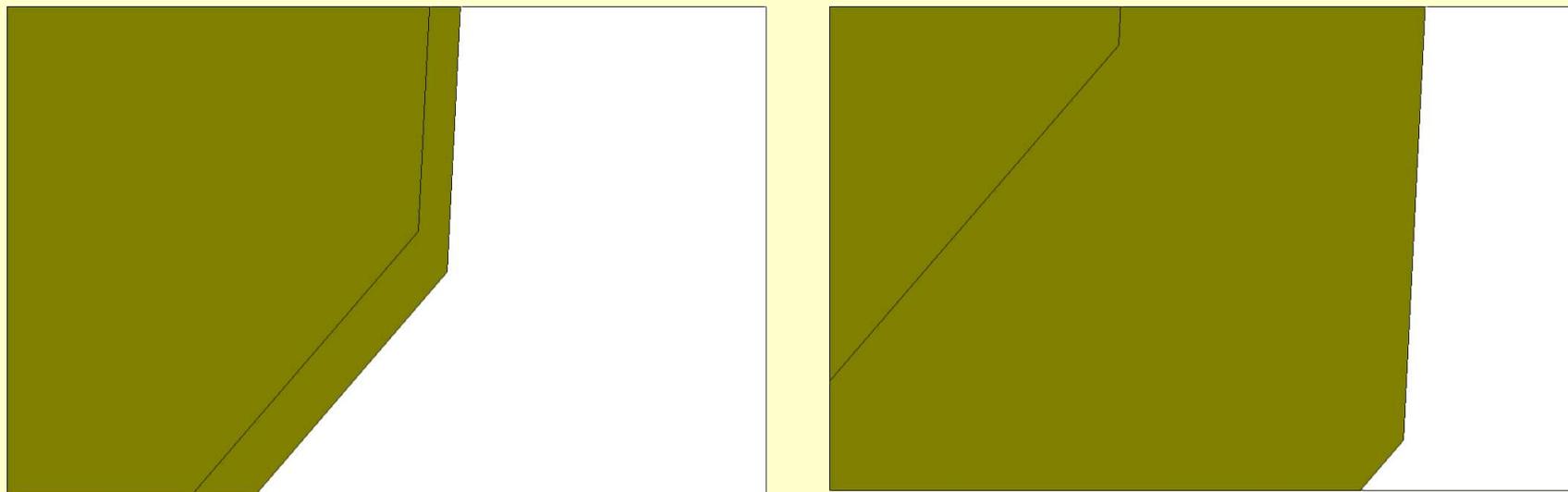
Два изображения территории Российской Федерации (в первоначальной и конечной проекциях Широта-Долгота Пулково 1942) масштаб = 1:35 000 000

II: Методы оценки точности при пересчёте. Визуальный метод

1	Широта-Долгота (Пулково 1942)
2	Равноугольная проекция (Китай)
3	Равноплощадная проекция Ламберта (Балтика)
4	Синусоидальная (равновеликая) WGS84
5	Равноплощадная коническая Альберса (Россия)
6	Широта-Долгота (Пулково 1942)

История преобразований векторной карты РФ в MapInfo Professional

II: Методы оценки точности при пересчёте. Визуальный метод



Восточная часть Тере-Хольский кожууна в масштабах 1:10 000 (слева) и 1:1 000 (справа)

Произошло юго-восточное смещение. Расстояние составляет **0,1744 км**; восточная составляющая примерно равна **0,1029 км**, а южная – **0,1408 км**.

II: Методы оценки точности при пересчёте. Количественный метод

The screenshot shows a Windows application window titled "Form1". The window contains a grid on the left side, which is currently empty. To the right of the grid, there are two input fields labeled "СКО X" and "СКО Y". Below these fields, there is a small icon of a document with a pencil. At the bottom right, there are two buttons: "Прочитать" (Read) and "Вычислить" (Calculate).

Форма программы, обрабатывающей результаты преобразований

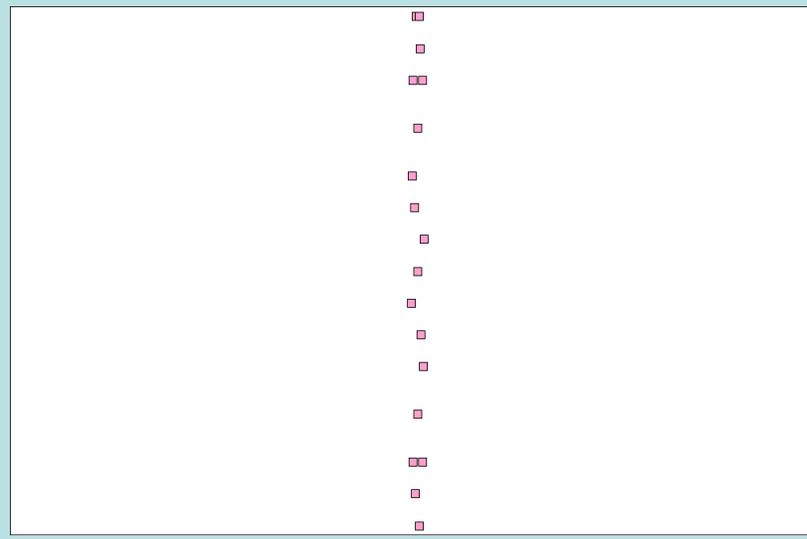
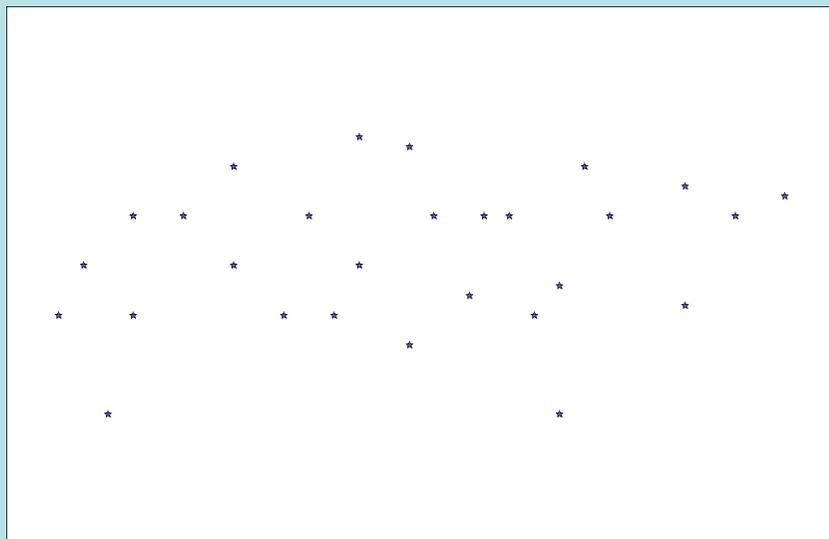
III: Ошибки пересчёта в MapInfo Professional и в GeoMedia Professional.

Оценка точности пересчёта количественным методом

В MapInfo Professional было создано 2 файла:

•28 точек на территории РФ

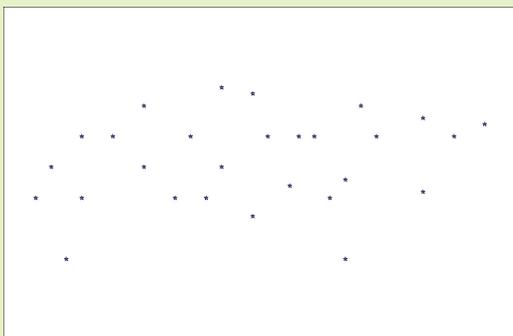
•18 точек в 15 зоне Гаусса-Крюгера.



III: Ошибки пересчёта в MapInfo Professional и в GeoMedia Professional.

Оценка точности пересчёта количественным методом

В результате следующих 10 преобразований среднеквадратическая ошибка координат X (Долготы) составила $2,2 \cdot 10^{-4}$ градуса или $0,79''$, а координат Y (Широты) составила $1,6 \cdot 10^{-4}$ градуса или $0,58''$.



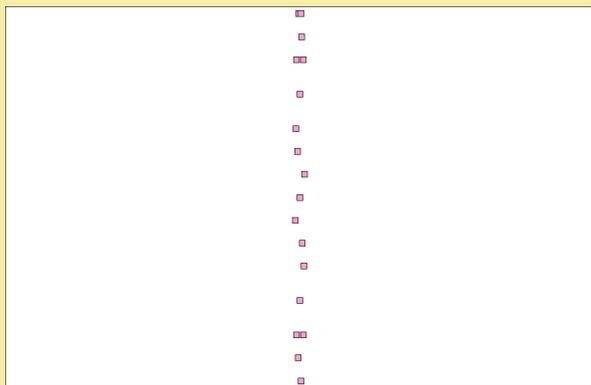
28 точек на территории РФ

1	Широта-Долгота (Пулково 1942)
2	Равноплощадная коническая Альберса (Россия)
3	Меркатора WGS84
4	Широта-Долгота (Пулково 1942)
5	Азимутальная равнопромежуточная (100 з.д. 40 с.ш.)
6	Широта-Долгота (Пулково 1942)
7	Равноугольная проекция (Китай)
8	Равноплощадная проекция Ламберта (Балтика)
9	Синусоидальная (равновеликая) WGS84
10	Равноплощадная коническая Альберса (Россия)
11	Широта-Долгота (Пулково 1942)

III: Ошибки пересчёта в MapInfo Professional и в GeoMedia Professional.

Оценка точности пересчёта количественным методом

После 8 преобразований среднеквадратическая ошибка координат X составила **$6,5 \cdot 10^{-3}$ метра или 6,5 мм**, а Y составила **$9,6 \cdot 10^{-3}$ метра или 9,6 мм**.



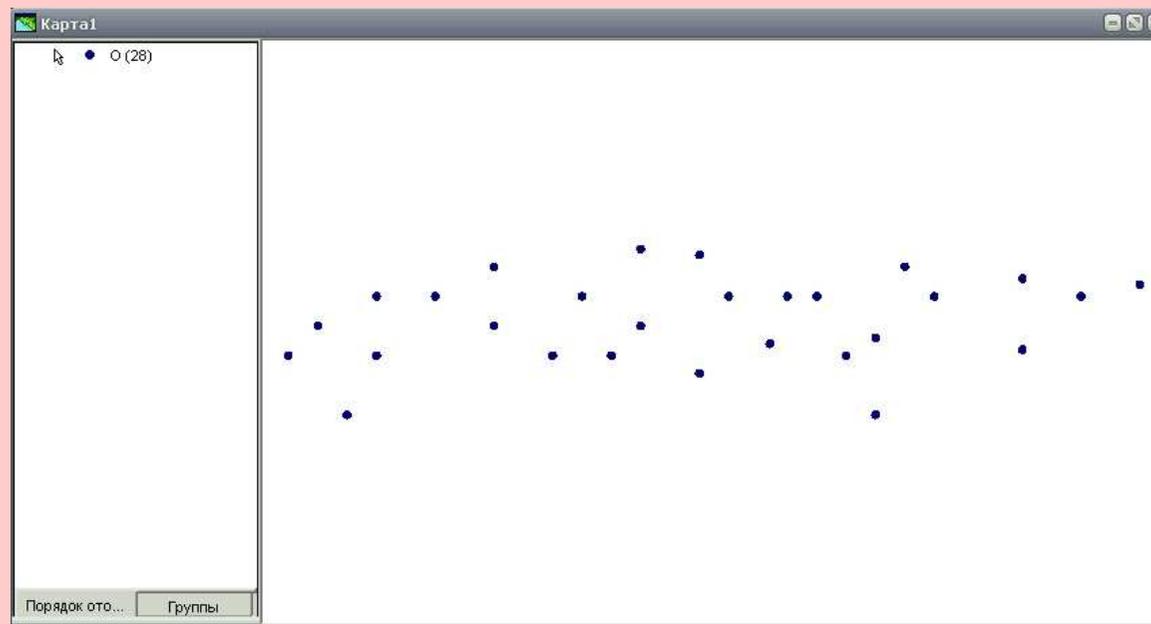
18 точек в 15 зоне Гаусса-Крюгера

1	Гаусса-Крюгера (Пулково 42) 15 зона
2	Широта-Долгота (в СК-95)
3	Широта-Долгота (в СК-42)
4	Широта-Долгота (в ПЗ-90)
5	Равноплощадная коническая Альберса (Россия)
6	Меркатора WGS84
7	Синусоидальная (равновеликая) WGS84
8	UTM (WGS84) 45 зона
9	Гаусса-Крюгера (Пулково 42) 15 зона

III: Ошибки пересчёта в MapInfo Professional и в GeoMedia Professional.

Оценка точности пересчёта количественным методом

В GeoMedia Professional был создан аналогичный файл, состоящий из 28 точек на территории РФ

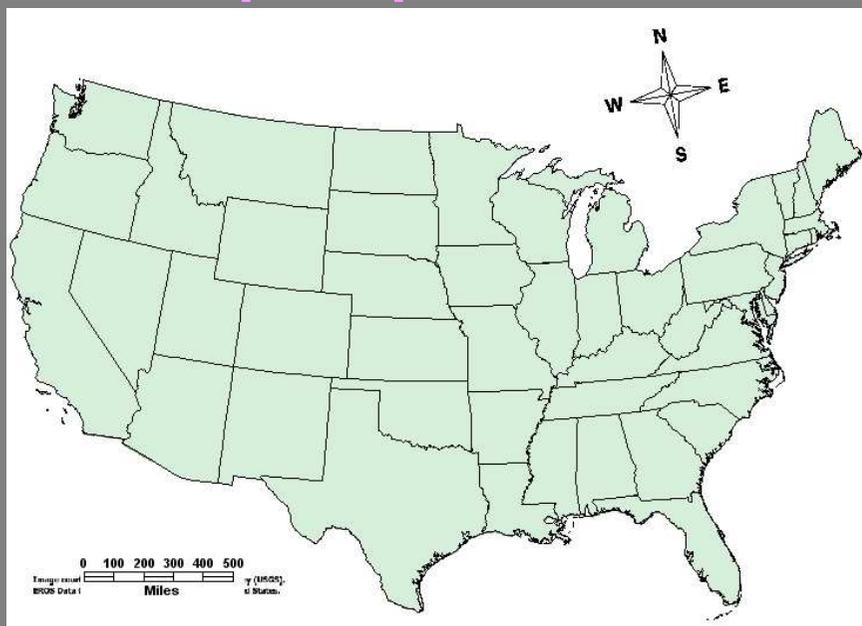


Были осуществлены 26 пересчётов файла из одной проекции в другую, но в ходе этих трансформаций не было обнаружено ни одного изменения в окончательных координатах относительно исходных.

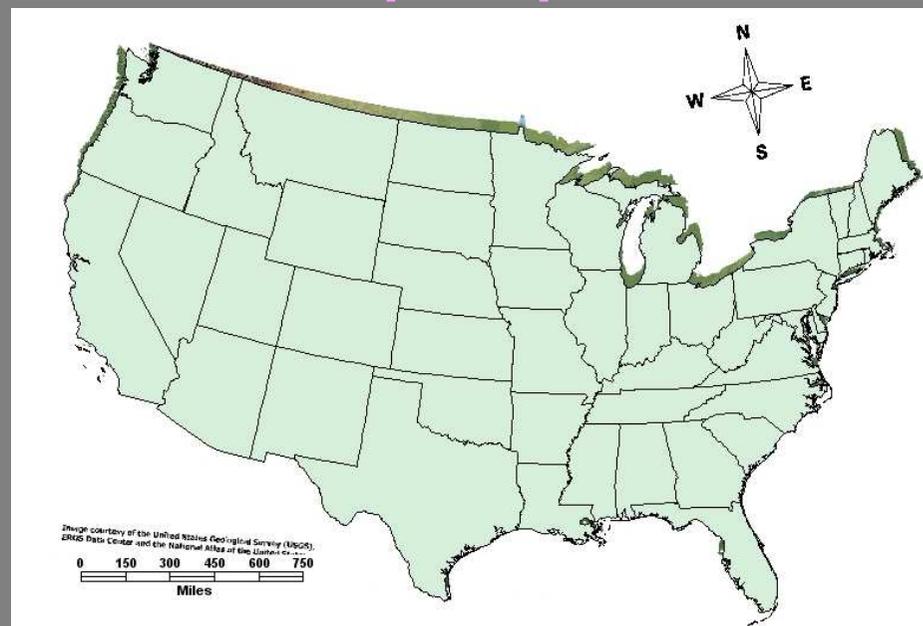
III: Ошибки пересчёта в MapInfo Professional и в GeoMedia Professional.

Оценка точности пересчёта визуальным методом

до преобразования



после преобразования



Совмещенные растровая и векторная части карты материковой части США (48 штатов)

III: Ошибки пересчёта в MapInfo Professional и в GeoMedia Professional.

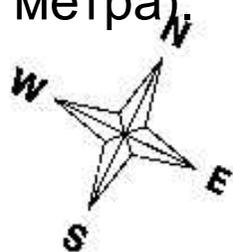
Оценка точности пересчёта визуальным методом

№	Название проекции
1	Albers Equal Area
2	Cylindrical Equirectangular
3	Lambert Azimuthal Equal Area
4	Miller Cylindrical
5	Cylindrical Equirectangular
6	Lambert Conformal Conic
7	Cassini-Soldner
8	Albers Equal Area

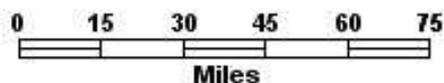
III: Ошибки пересчёта в MapInfo Professional и в GeoMedia Professional.

Оценка точности пересчёта визуальным методом

Смещение составляет 50 880,4 метра, в основном в западном направлении (примерно 47 929,5 метра), но также присутствует северное смещение (15 988,0 метра).



Северо-запад штата
Вашингтон в масштабе
1:2 500 000



III: Ошибки пересчёта в MapInfo Professional и в GeoMedia Professional.

Оценка точности пересчёта визуальным методом

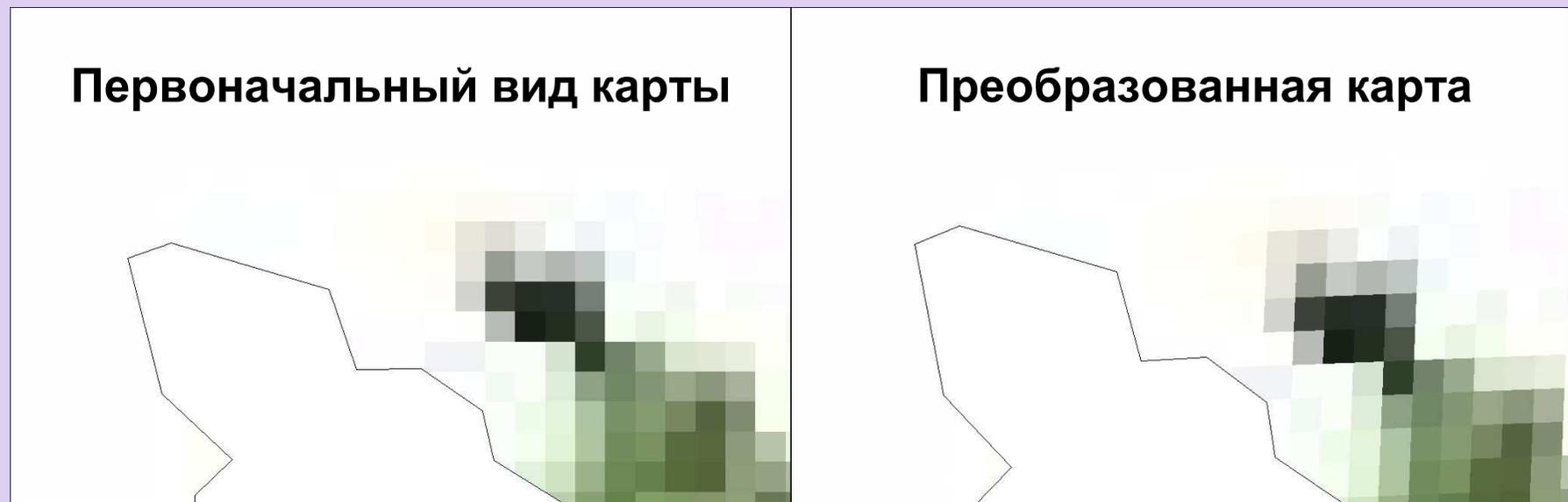


Материковая часть США (48 штатов) в масштабе 1:19 000 000.
Зарегистрированная растровая и векторная карты в
равноплощадной проекции.

III: Ошибки пересчёта в MapInfo Professional и в GeoMedia Professional.

Оценка точности пересчёта визуальным методом

Чистое смещение составляет 670 м
Преобладает восточное смещение



Северо-западная часть штата Вашингтон в масштабе 1:95 000.

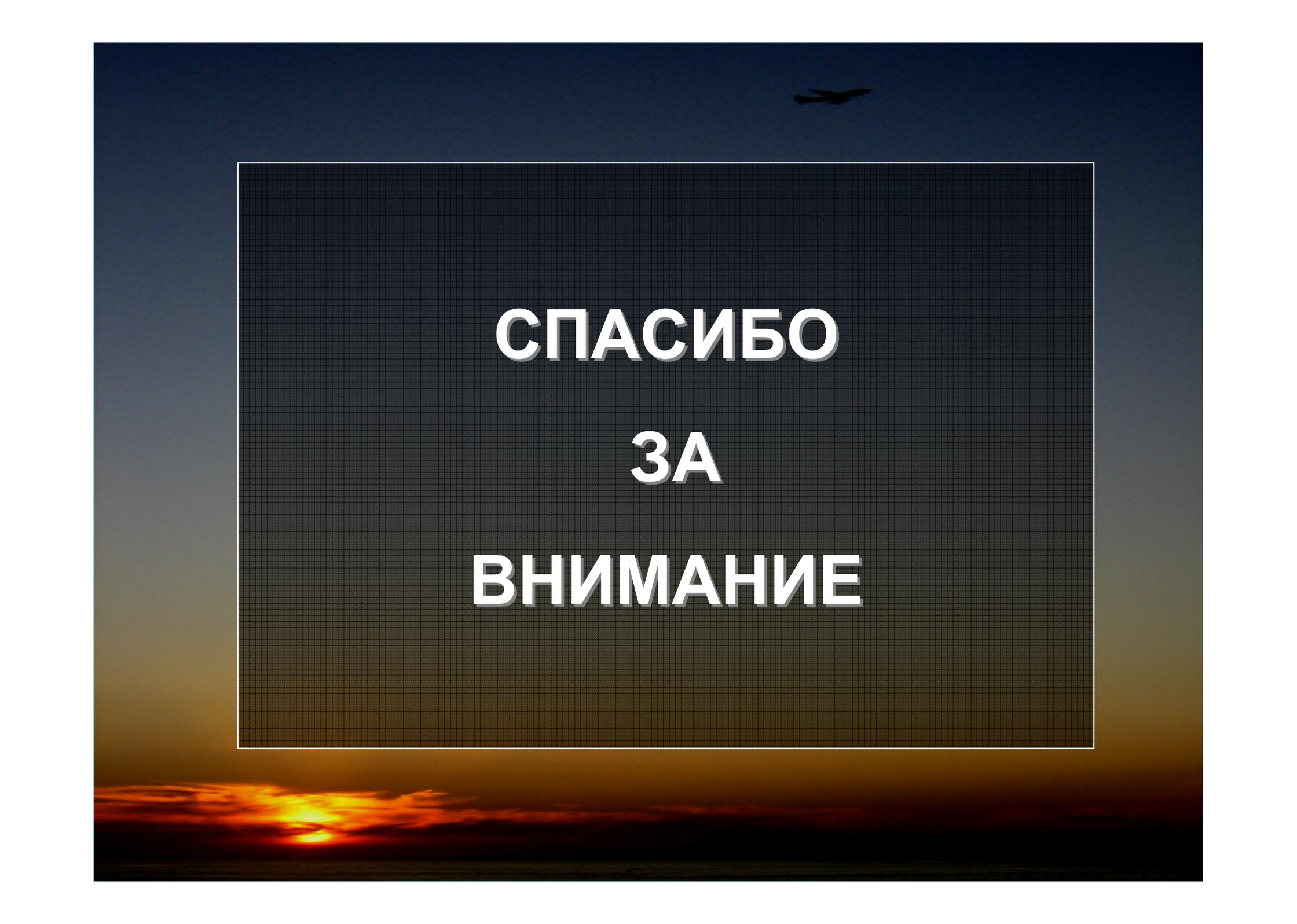
Вектор и растр изначально не совсем совпадают из-за неточной привязки растрового изображения

СРАВНЕНИЕ точности обратного проекционного пересчёта в GeoMedia Professional и в MapInfo Professional.

	GeoMedia Professional	MapInfo Professional
Среднеквадратическая ошибка пересчёта векторных данных из проекции в проекцию	0,0	от 6,5 мм до 12 м
Ошибка пересчёта растровых изображений из проекции в проекцию	до 50 880,4 метра	до 670 метров

**Статья, написанная на основании этого исследования,
была опубликована и представлена на портале**

Liftothefuture.ru



**СПАСИБО
ЗА
ВНИМАНИЕ**