



Системы
координат для
земельного
кадастра и
существующие
проблемы

Проблема

В настоящее время общее количество местных систем координат на территории РФ исчисляется несколькими тысячами, что создает определенные трудности.

Параллельное использование нескольких систем координат порождает массу сложностей.

Можно выделить целый ряд задач, возникающих при работе с местными системами координат:

- пересчет координат в СК-42, СК-63,
- пересчет государственных координат в местные СК и обратно;

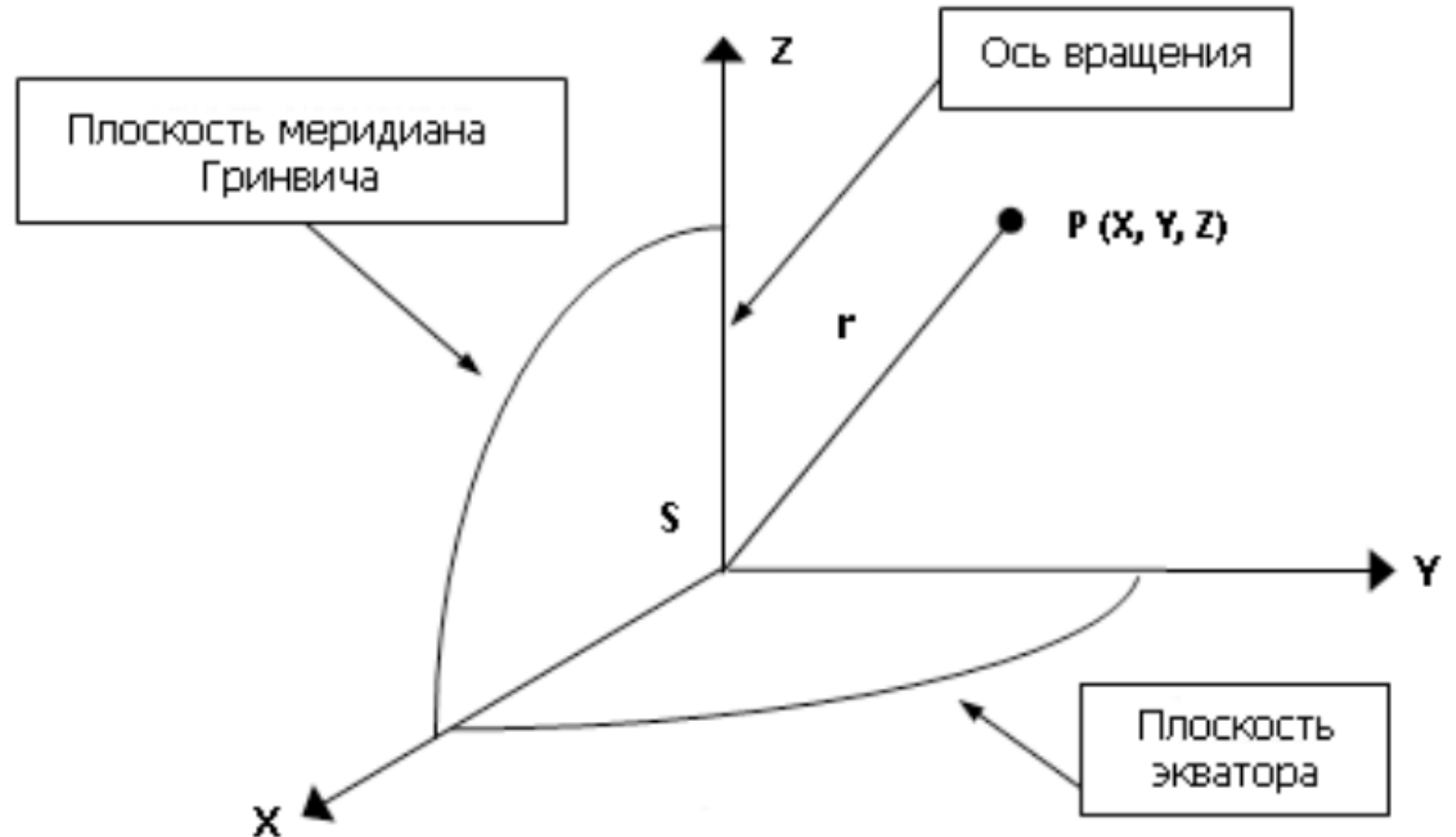
Геоцентрическая система координат (ГСК)

ГСК - пространственная прямоугольная система, началом которой является центр массы Земли или центр каким-либо образом ориентированного эллипсоида (референцная).

Две геоцентрические системы координат могут отличаться друг от друга:

- * положением начала координат;
- * направлением координатных осей;
- * масштабным коэффициентом вдоль осей.

Поэтому формулы перехода от одной геоцентрической системы координат к другой включают указанные параметры.



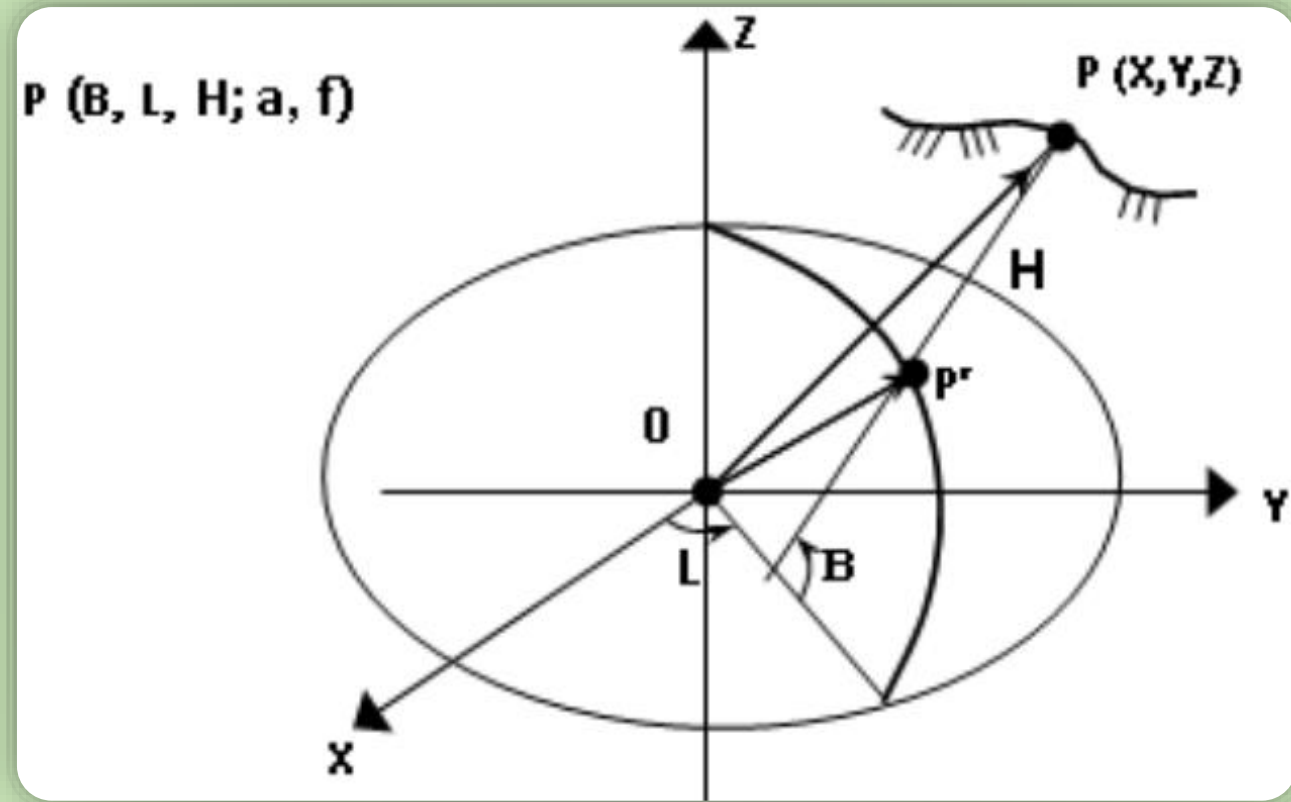
Геодезическая СК

Геодезические координаты точки P – это тройка чисел B , L и H , где:

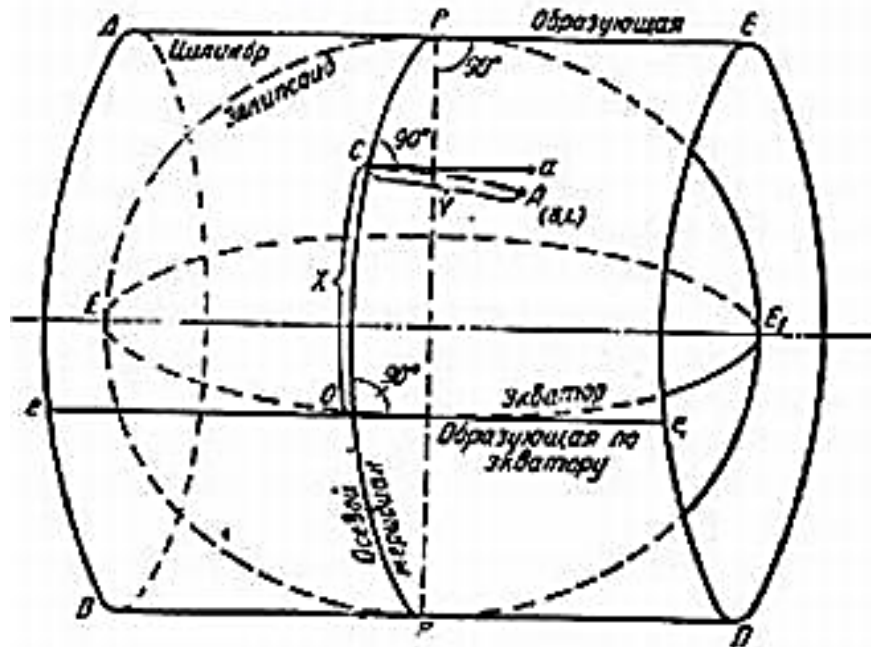
- B – геодезическая широта (угол, измеряемый в меридианной плоскости между экваториальной плоскостью XY и нормалью к поверхности эллипсоида в точке P);
- L – геодезическая долгота (двугранный угол, измеряемый в экваториальной плоскости между нулевым меридианом (ось X) и плоскостью меридиана, проходящей через точку P);
- H – эллипсоидальная высота (расстояние между точками P и P').

Точка P' на поверхности эллипсоида получается проецированием точки P , находящейся на поверхности земли по нормали к эллипсоиду.

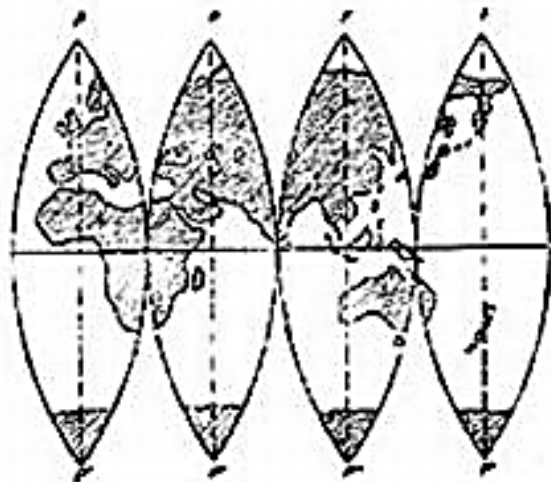
Т.о., геодезическая система координат однозначно определяется геоцентрической системой координат и связанным с ней эллипсоидом.



Прямоугольные координаты

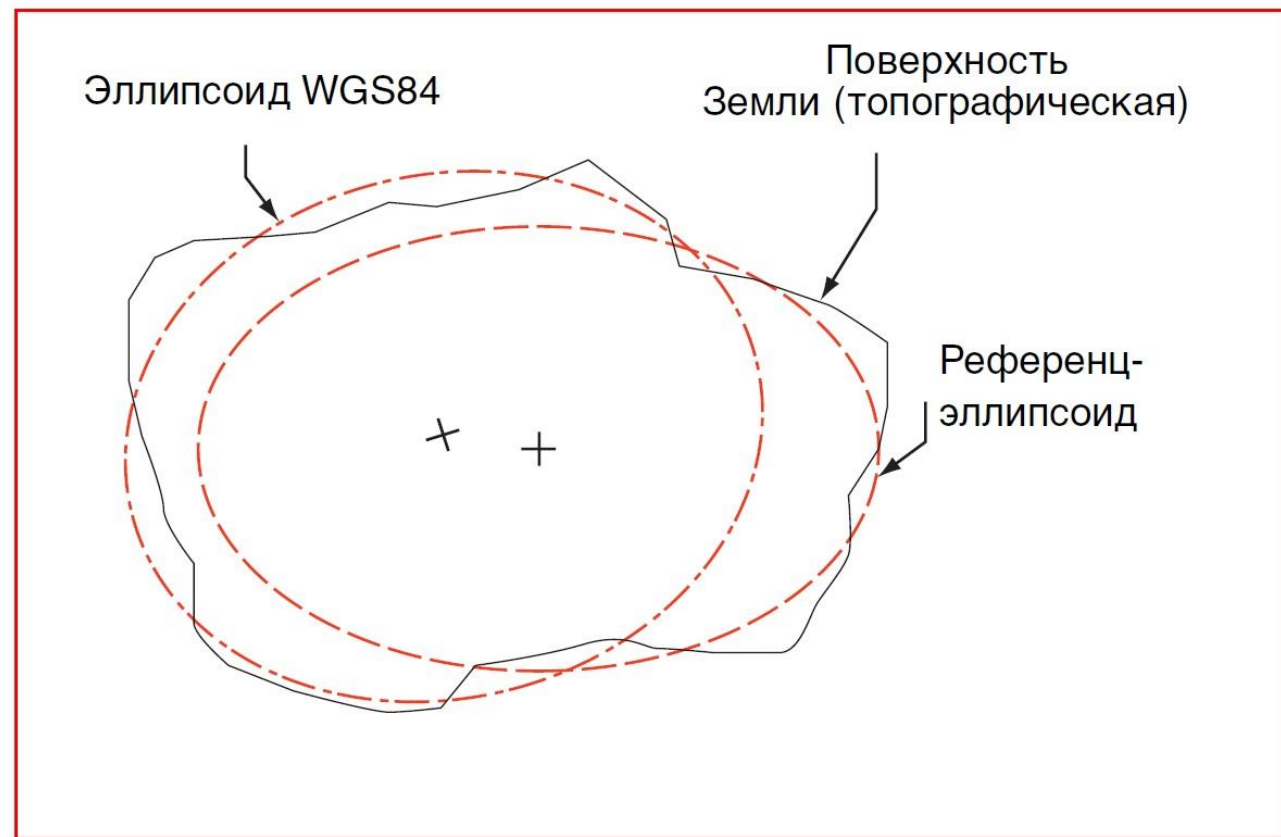
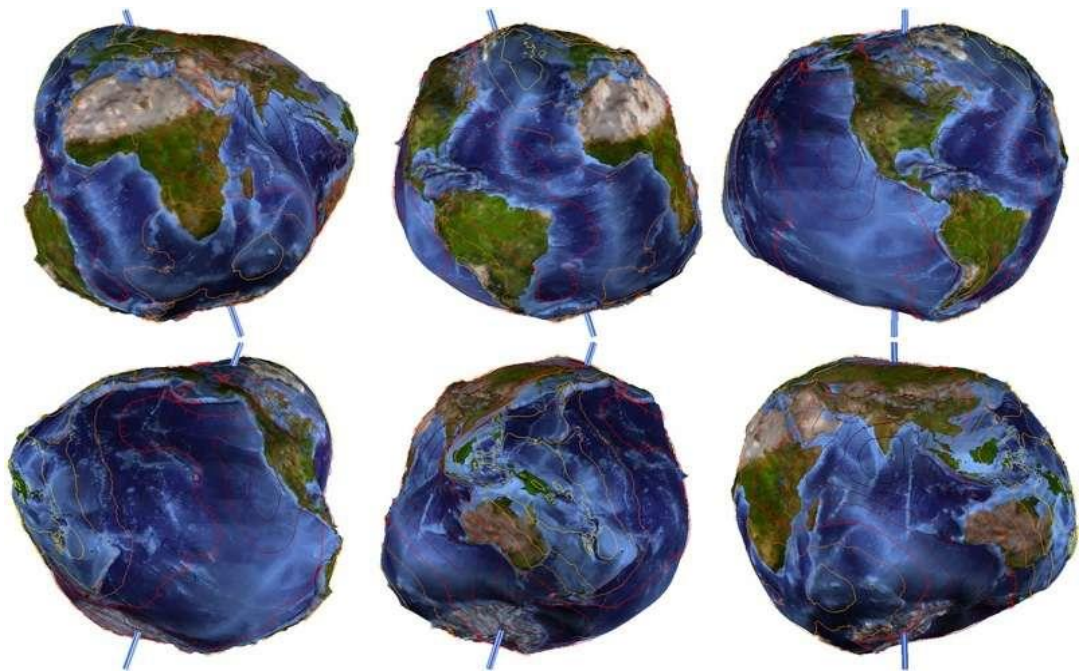


Положение точки определяется двумя координатами X , Y и значением нормальной высоты.



Необходимые параметры:
тип проекции,
параметры зоны (блока),
используемый эллипсоид и
геоцентрическая система.

Модели геоидов



Зависимость между эллипсоидами и земной поверхностью.

Параметры эллипсоидов

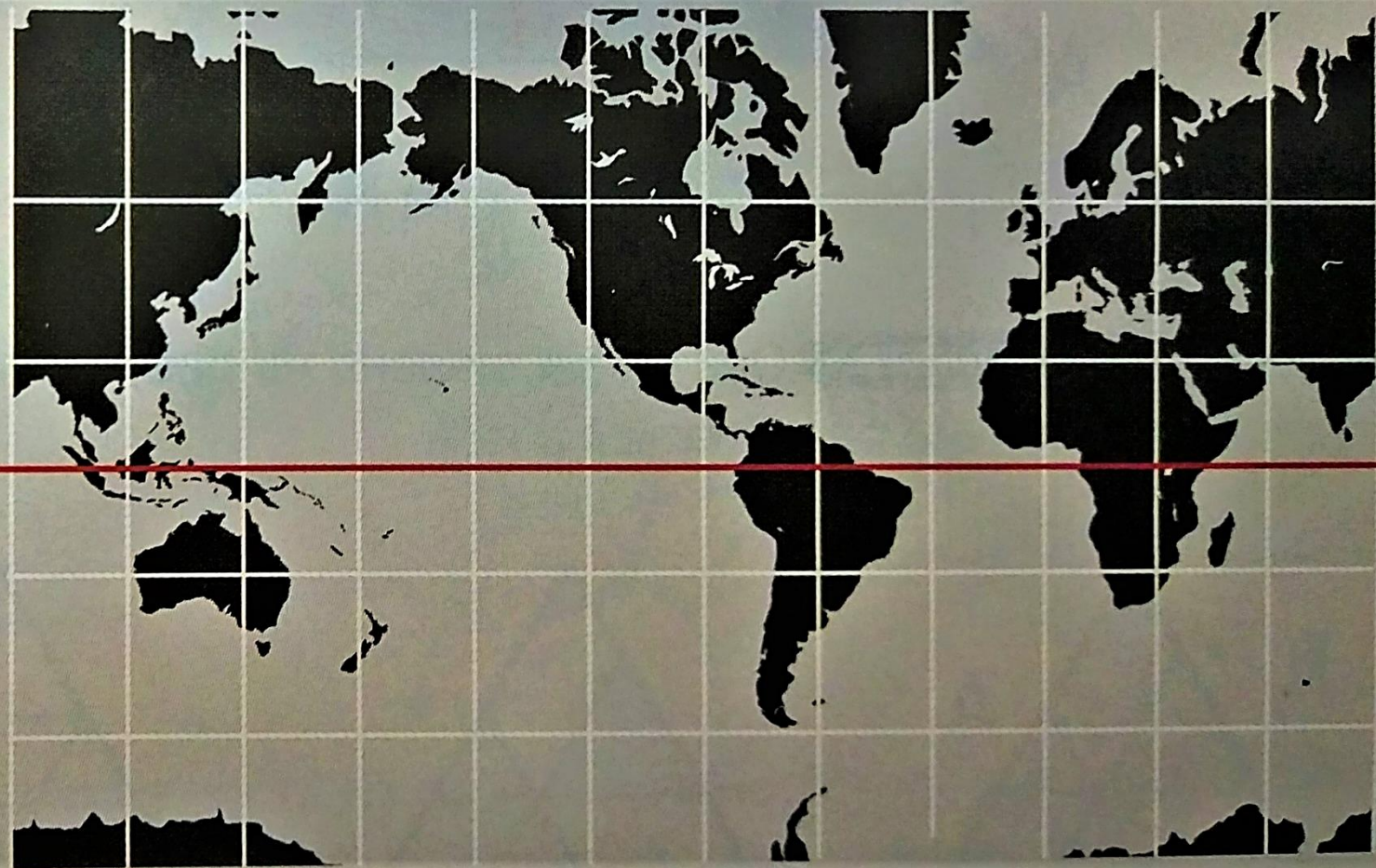
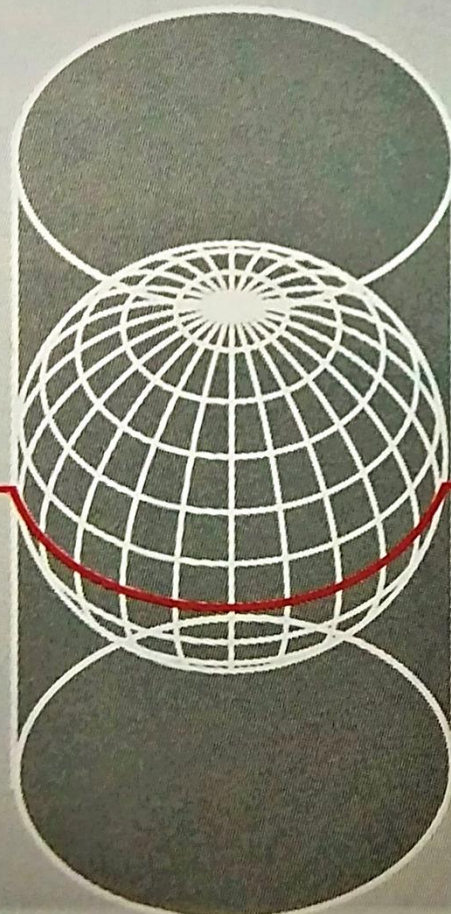
эллипсоид	год	Большая полуось а, м	Сжатие 1/f, м
GRS-80	1980	6 378 137	298,257 222 101
WGS-84	1984	6 378 137	298,257 223 563
ПЗ-90	1990	6 378 136	298,257 839 303
IERS-96	1996	6 378 136,49	298,256 45
Красовского (СК-42, СК-63, СК-95)	1942	6378245,0	298,3

Картографические проекции



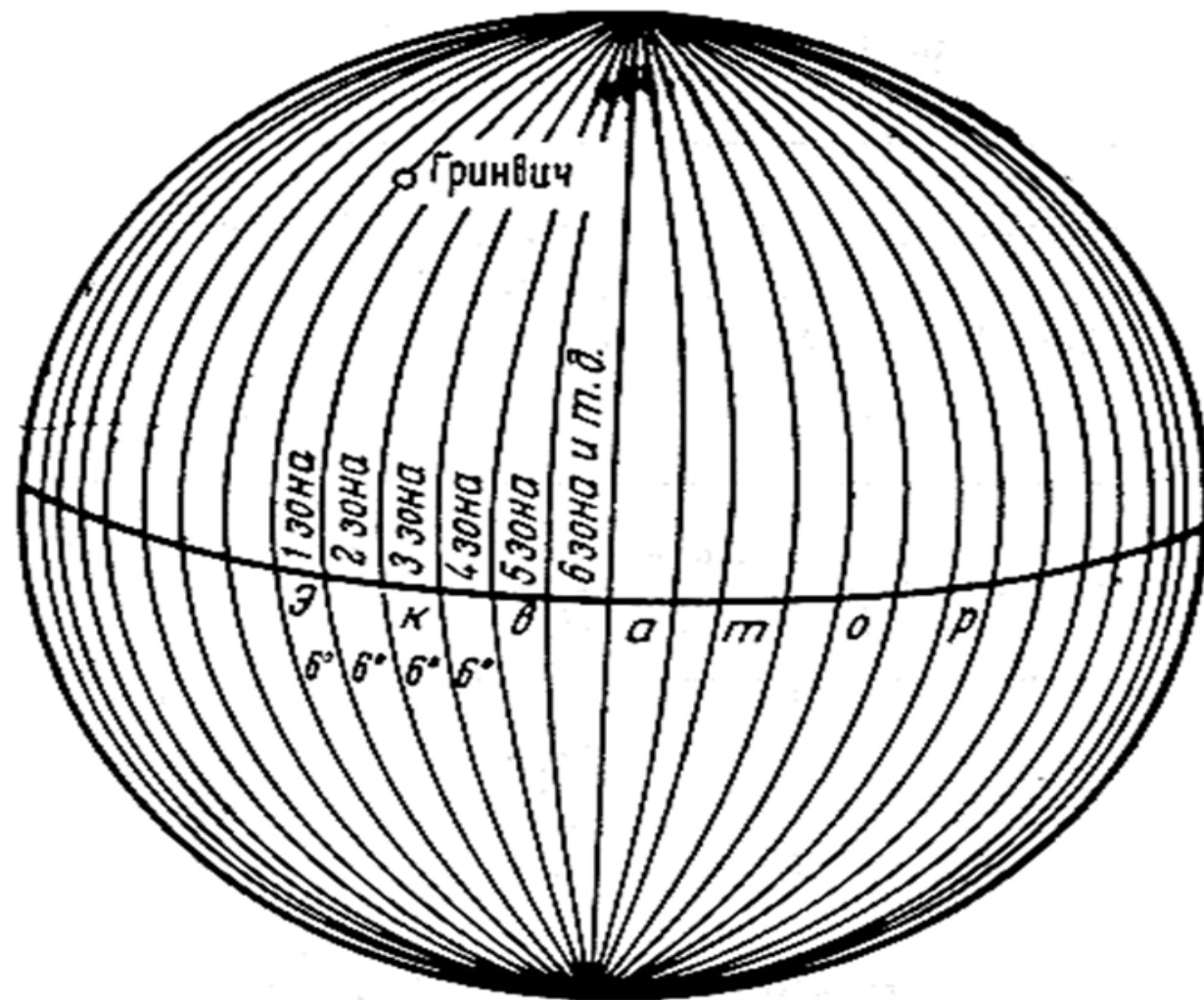
Цилиндрическая проекция

- Большое искажение у полюсов
- Искажения начинают проявляться в 15° от экватора
- Линия экватора соприкасается с цилиндром, из-за чего проецируется без искажений

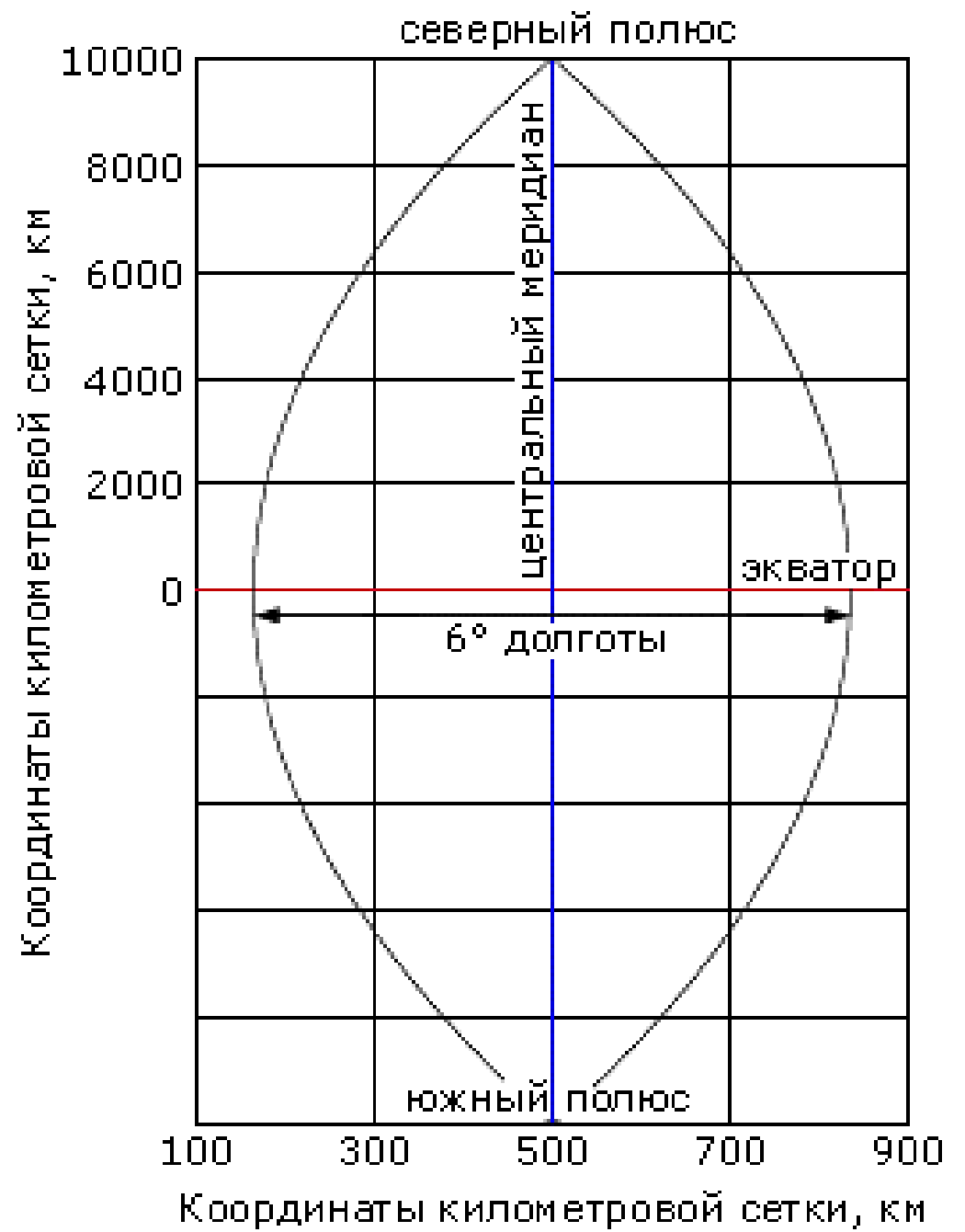


Равноугольная картографическая проекция Гаусса – Крюгера

При решении геодезических задач, охватывающих большие пространства, фигура Земли аппроксимируется математически правильной фигурой эллипсоида вращения, близкого к геоиду.



- Для того чтобы все прямоугольные координаты были положительны, вводится восточное смещение, равное, например (СК-42, UTM) 500 000 м, т.е. координата Y на центральном меридиане равна 500000 м. В программе ТРАНСКОР - это параметр E_0 .
- В каждой зоне строится самостоятельная система прямоугольных координат.
- Центральный меридиан зоны принимается за ось абсцисс, а экватор - за ось ординат.
- Началом координат в каждой зоне служит точка пересечения осевого меридиана с экватором. Для 3-х градусных зон ось абсцисс совпадает с западным меридианом зоны.



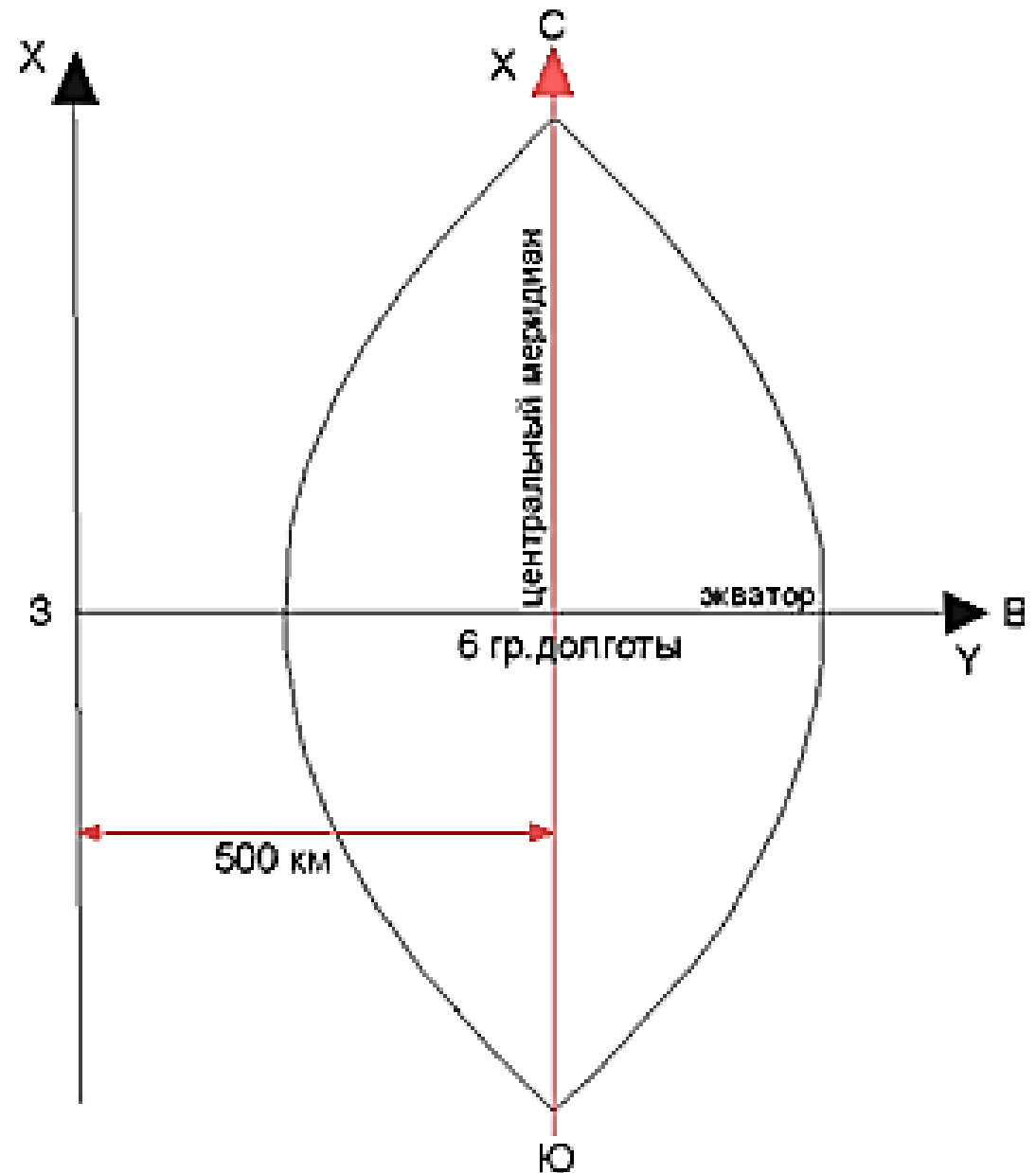
Российские системы координат в кадастровых работах в РС(Я)

- СК - 42
- СК - 63
- СК – 95
- ГСК-2011
- МСК – 88
- МСК-14

СК-42

Картографическая система координат 1942 года (СК-42) представляет собой систему плоских прямоугольных координат.

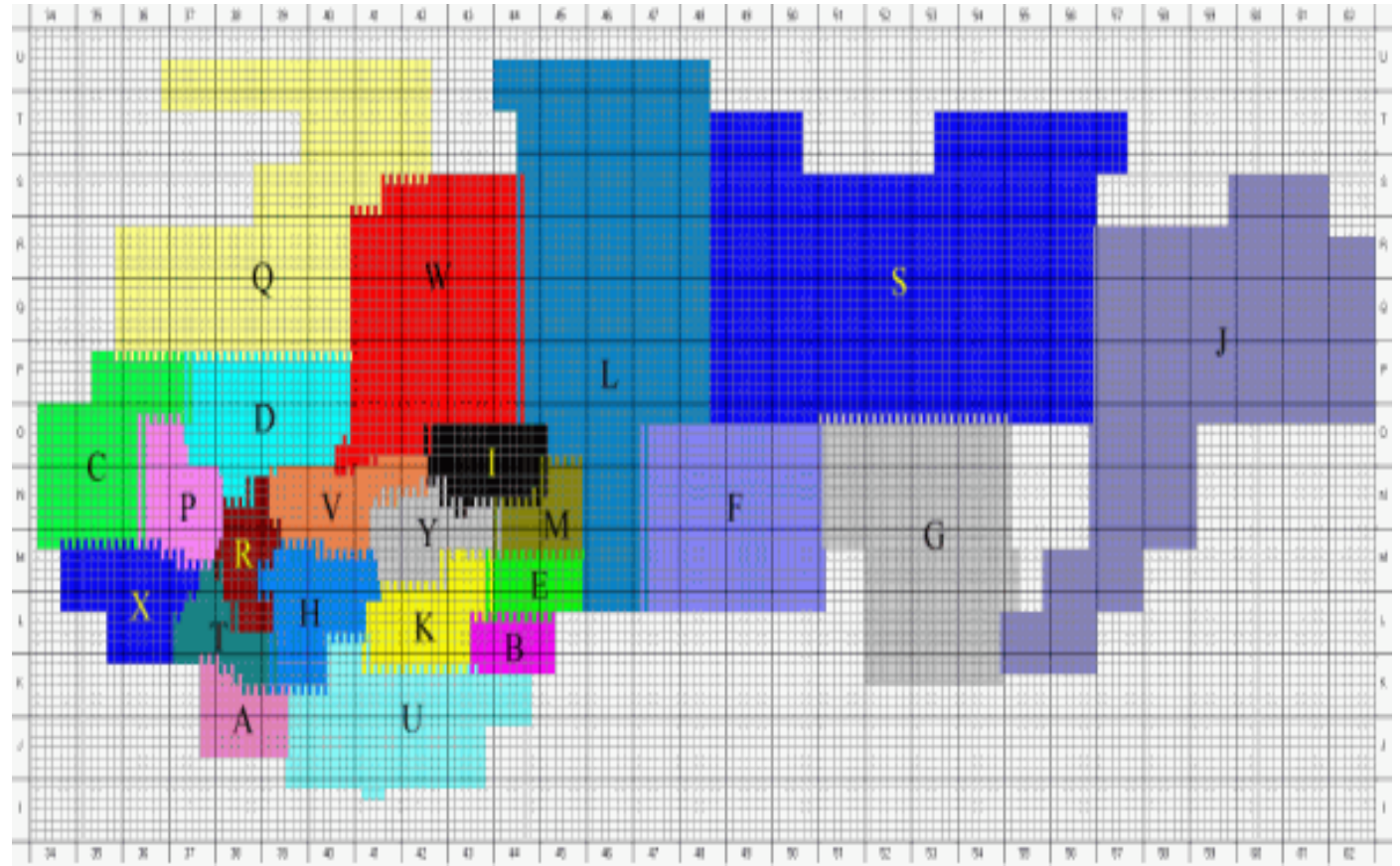
Основана на проекции Гаусса — Крюгера, которая была предложена еще в первой половине XIX в. и используется до сих пор.



СК-63

- В период ядерного противостояния рубежа 1950-60-х годов, для того, чтобы "запутать врагов" и не дать сведений для точного прицеливания баллистических и крылатых ракет, в СССР была придумана и массово внедрена в практику специальная искаженная система координат СК-63.
- СК-63 использует 3-градусные зоны вместо стандартных 6-градусных.
- Система координат СК-63 была отменена Постановлением ЦК КПСС СССР от 25 марта 1987 года №378-85, однако разрешено использование созданных в ней топографо-геодезических и картографических материалов и данных, но без создания в этой системе новых материалов и данных.

Каждый район СК-63 состоит из массива номенклатурных карт масштаба 1:100 000 (самых мелкомасштабных в СК-63) и разбит на зоны, имеющие ширину 3° или 6°. В районах, лежащих целиком южнее параллели с широтой 60° с.ш. (А, В, Е, F, G, H, I, K, M, P, R, T, U, V, X, Y), используются зоны шириной 3°. В районе Q, лежащем целиком севернее параллели с широтой 60° с.ш., используются зоны шириной 6°. В районах, пересекаемых этой параллелью (С, D, J, L, S, W), используются зоны с шириной 6° либо 3°, ширина зон для данного района является постоянной величиной.



СК-95

Единая государственная ***система геодезических координат 1995 года (СК-95)*** получена в результате совместного уравнивания трех самостоятельных, но связанных между собой, геодезических построений различных классов точности: КГС, ДГС, АГС по их состоянию на период 1991-93 годов.

Система координат 1995 года установлена так, что ее оси параллельны осям геоцентрической системы координат. Положение начала СК-95 задано таким образом, что значения координат пункта ГГС Пулково в системах СК-95 и СК-42 совпадают.

ГСК-2011

ПРИКАЗ от 23.03.2016 года N П/0134 «Об утверждении геометрических и физических числовых геодезических параметров государственной геодезической системы координат 2011 года».

Согласно Постановлению Правительства РФ № 1240 от 24.11.2016 на территории Российской Федерации для решения социально-экономических задач, в том числе при осуществлении геодезических работ, была установлена новая геодезическая система координат 2011 года (ГСК-2011), а для навигации и военных нужд – общеземная геоцентрическая система координат «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ-90.11).

Начиная с 1.01.2021 года, использование материалов, созданных при выполнении геодезических и картографических работ в референцных системах координат Российской Федерации 1942 года (СК-42) и 1995 года (СК-95), не допускается.

Переходный период длился с 2012 года, когда впервые была введена ГСК-2011 как государственная, а пользоваться материалами, созданными на основе системы геодезических координат СК-42 и СК-95, было возможно до 1 января 2021 года.

ГСК-2011

3. Значения элементов трансформирования для основных систем координат, используемых на территории Российской Федерации:

№ п/п	Исходная система (А)	Конечная система (Б)	ΔX , м	ΔY , м	ΔZ , м	ω_x 10 ³ угл.с	ω_y 10 ³ угл.с	ω_z 10 ³ угл.с	$m \times 10^6$
1	СК-42	ГСК-2011	+23,56 ±2,00	-140,86 ±2,00	- 79,77 ±3,00	-2 ±10	-346 ±10	-794 ±10	- 0,227 ±0,25
2	СК-95	ГСК-2011	+24,65 ±0,43	-129,14 ±0,37	- 83,06 ±0,54	-67 ±10	+4 ±10	+129 ±10	-0,175 ±0,2
3	ПЗ-90	ГСК-2011	-1,44 ±0,2	+0,17 ±0,2	+0,23 ±0,3	-1,738 ±1	+3,559 ±1	-134,263 ±1	- 0,2274 ±0,06
4	ПЗ-90.02	ГСК-2011	-0,37 ±0,1	+0,2 ±0,1	+0,21 ±0,2	-1,738 ±1	+3,559 ±0,5	-4,263 ±0,5	- 0,0074 ±0,05
5	ПЗ-90.11	ГСК-2011	+0,000 ±0,01	-0,014 ±0,02	+0,008 ±0,01	+0,562 ±0,7	+0,019 ±0,26	-0,053 ±0,23	+0,0006 ±0,001
6	WGS-84 (G1150)	ГСК-2011	-0,34 ±0,1	+0,47 ±0,1	+1,13 ±0,2	-1,738 ±1	+3,559 ±0,5	+65,737 ±0,5	-0,1074 ±0,05
7	ITRF- 2008	ГСК-2011	+0,002 ±0,01	-0,003 ±0,02	-0,003 ±0,01	+0,053 ±0,7	+0,093 ±0,26	-0,012 ±0,23	+0,0008 ±0,001

МСК-88

МСК-14

- ❖ Местные системы координат (МСК) созданы для целей межевания и землеустройства.
- ❖ МСК-88 использовалась в Республике Саха (Якутия) до МСК-14.
- ❖ Согласно приказу Росреестра от 20.10.2020 №П/0387 «Порядок установления местных систем координат на территории Российской Федерации», который вступил в силу с 1 января 2021 года и действует до 1 сентября 2026 года, на территории Республики Саха (Якутия) для проведения кадастровых работ и ведения Единого государственного реестра недвижимости применяются Параметры местной системы координат МСК-14, а так же рекомендуются для проведения отраслевых геодезических и кадастровых работ.
- ❖ Количество зон МСК-14 в РС(Я) – 10.

Местные системы координат

Под **местной системой координат** понимается условная прямоугольная **система координат**, устанавливаемая в отношении ограниченной территории, не превышающей территорию субъекта РФ, начало отсчета **координат** и ориентировка осей **координат** которой смещены по отношению к началу отсчета **координат** и ориентировке осей.

После завершения работ координаты пунктов должны быть пересчитаны в государственную (национальную) референцную систему.

Местная СК обязательно должна быть зарегистрирована.

Местная СК должна иметь параметры перехода к государственной.

Локальная система координат

Локальные СК могут устанавливаться и использоваться заинтересованными лицами самостоятельно, в том числе для выполнения геодезических и картографических работ при осуществлении градостроительной деятельности.

Локальная прямоугольная СК вводится для использования на участке объекта строительства или предприятия.

Локальная не обязана иметь параметра перехода к государственной системе координат

Проблемы МСК в РС(Я)

В нашей республике используются:

- для межселенных земель СК-42,
- для населенных территорий СК-88,
- в отдельных случаях СК-63 (например пос. Айхал).

Т.е. использование МСК в республике имеет ряд проблем:

- Нет единой системы МСК на территории республики.
- Сложности перехода на единую региональную и российскую систему координат.
- Сложности применения спутниковых технологий для определения координат в единой МСК.

CREDO ТРАНСКОР



CREDO-DIALOGUE

ТРАНСФОРМАЦИЯ КООРДИНАТ
ТРАНСКОР



Область применения

- линейные и площадные инженерные изыскания объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства,
- землеустроительные работы;
- геодезическое обеспечение строительства;
- маркшейдерское обеспечение работ при добыче и транспортировке нефти и газа, добычи полезных ископаемых открытым способом;
- подготовка пространственной информации для кадастровых систем (наземные методы сбора);
- геодезическое обеспечение геофизических методов разведки.

Транскор 3.0

Поиск ключа МСК_в плане и по высоте.ctr3* - КРЕДО ТРАНСКОР

1:1000

Файл Главная Операции Оформление Вид

Поиск: Команда (Ctrl ...)

Рабочая область

Импорт точек по шаблону (Таблица точек 1) | Импорт точек по шаблону (Таблица точек 2) | Растры | Импорт | Выбрать источник... | Импорт в проект... | Вставить | Копировать | Вырезать | Удалить | Правка | Расчёт | Поменять панели | Операции | Георасчёт для точки | Создать точку трансформации | Обновить точки плана | Точки | Создать поверхность | Настройка градиента | Поверхность | Редактор шаблонов | Ведомость

Точки трансформации

WGS-84 (G1150)							Локальная						
имя	B, °"	L, °"	H _н , м	H _п , м	ζ _т , м	ζ _ф , м	имя	N, м	E, м	H _п , м	ζ _т , м	ζ _ф , м	
Брик	52°53'47,04"	32°29'58,32"	214,611				Брик	62406,760	55562,530	196,839			
Задоровка	53°12'52,37"	32°35'57,44"	191,869				Задоровка	97754,230	62556,010	174,821			
Засеча	52°43'22,08"	32°43'38,33"	247,400				Засеча	42970,010	70773,370	229,457			
Маковка	53°00'28,36"	32°49'56,41"	218,973				Маковка	74656,180	78016,920	201,709			
Поновка	53°09'24,53"	32°48'47,20"	195,422				Поновка	91237,070	76808,210	178,538			
Туня	52°48'32,91"	33°10'25,67"	227,175				Туня	52487,700	100939,780	209,830			

План

Свойства | История | Фрагменты

Параметр	Значение
----------	----------

Автосохранение проекта 0%

СК: ПсевдоМеркатор Модель геоида: Не задана

Назначение ТРАНСКОР 3.0

- преобразование геоцентрических, геодезических, прямоугольных координат в проекциях, основанных на поперечно-цилиндрической проекции Меркатора, равноугольной конической проекции Ламберта, проекциях Меркатора, псевдомеркатора (Popular Visualisation Pseudo Mercator), ортографической, композиционной, в пространственных и плоских системах координат (WGS-84, СК-42, СК-95, СК-63), других национальных и местных системах координат по известным параметрам связи, включая проекции EPSG;
- определение параметров связи пространственных (геоцентрических и референсных) систем координат по группам пунктов, координаты которых определены в двух системах;
- определение (восстановление) ключей местных систем координат при разнообразных условиях создания МСК в предыдущих десятилетиях;
- поиск параметров композиционной проекции;
- установление параметров связи между геодезическими СК WGS-84 и СК-42/СК-95 с использованием метода NTv2 и пересчет по установленным параметрам.

СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

Программа ТРАНСКОР поддерживает следующие типы представления систем координат (СК):

- **геоцентрические** (пространственные прямоугольные общеземные и референцные - X, Y, Z);
- **геодезические** (эллипсоидальные B, L, H);
- **плоские** в поперечно-цилиндрической проекции Меркатора с разными параметрами, в равноугольной конической проекции Ламберта с разными параметрами, композиционные, национальные, местные (x, y, H_y) и в проекциях библиотеки PROJ.4;
- **локальные** – произвольно образованные прямоугольные СК (например, строительные СК);
- **ортографические**;
- **псевдомеркатор** (Popular Visualisation Pseudo Mercator).

Проекции

В Транскор при выполнении топографических и геодезических работ применяются:

- поперечно-цилиндрическая проекция Меркатора (Гаусса-Крюгера),
- Universal Transverse Mercator (UTM),
- Коническая проекция Ламберта,
- Ортографическая проекция,
- Проекция псевдомеркатора,
- Композиционная проекция.

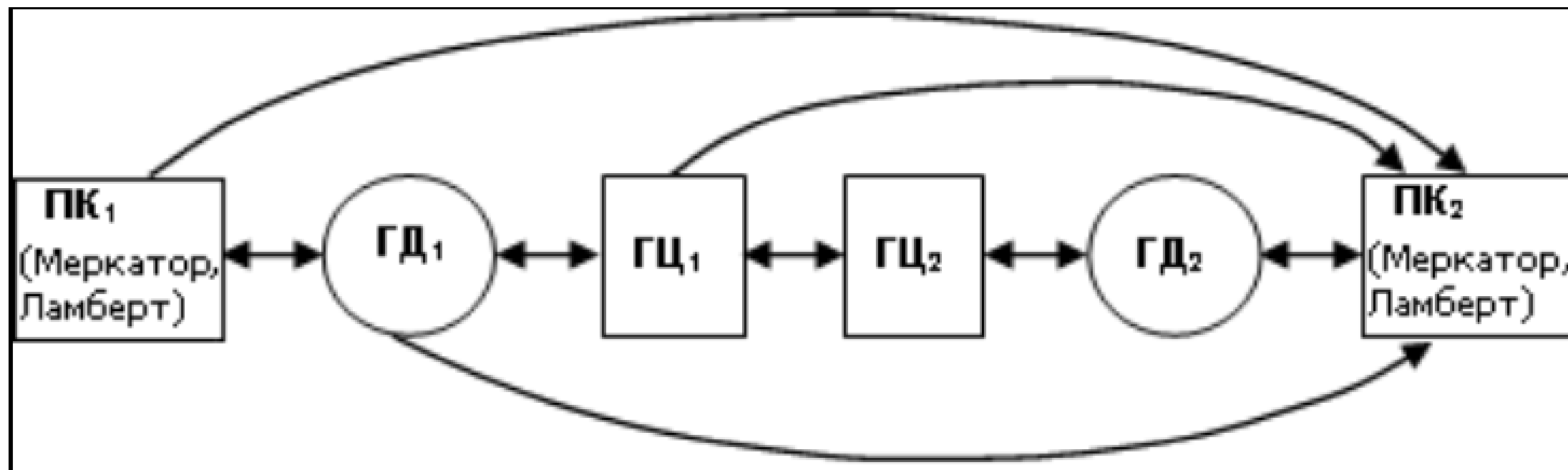
Модели геоидов

В ТРАНСКОР представлены две цифровые модели геоида EGM (Earth Gravitational Model):

- общеземная модель **egm 96.gdm**;
- фрагменты общеземной модели **egm2008_B20x85_L18x192.gdm** по сетке 2,5' x 2,5'.

Обе вышеназванные модели принадлежат – WGS-84.

Параметры преобразования плоских прямоугольных координат



Параметры преобразования плоских прямоугольных координат

В ТРАНСКОР применяются три типа преобразования плоских прямоугольных координат:

- Параллельный сдвиг,
- Преобразование координат по Гельмерту,
- Преобразование координат по Гельмерту (полные формулы с ПК),
- Аффинное преобразование,
- Полиномиальные преобразования до 5-й степени включительно с применением МНК.

Для определения параметров преобразования минимально необходимое число совмещенных пунктов:

- по Гельмерту - два,
- для аффинного и преобразования координат по Гельмерту (полные формулы с ПК) - три.

Параллельный сдвиг

Данный тип преобразования предназначен для установления параметров связи двух плоских систем координат.

Этот тип преобразования может применяться при определении параметров между двумя локальными системами координат, или между локальной и СК в проекции Transverse Mercator. Могут быть определены параметры, например, между как СК-42 и СК-95.

Параметры устанавливаются с использованием принципа параллельности, т.е. не выполняется корреляция X относительно Y. Системы координат могут быть просто развернуты и неравномерно масштабированы по отношению к друг другу, в разных точках могут иметь разный масштабный коэффициент.

Преобразование координат производится на основании исходных координат пунктов и введенных значений смещения в окне параметров.

Преобразование координат по Гельмерту

В этом преобразовании по общему по всем направлениям масштабному коэффициенту меняются только длины линий, углы остаются неизменными. Это преобразование используется при вставке уравниваемой сети в более точную сеть исходных пунктов, при этом поставлено требование, чтобы эта сеть при трансформировании координат ее пунктов в другую систему сохранила свои первоначальные форму и размеры.

Преобразование координат по Гельмерту (полные формулы с ПК)

Это преобразование используется при установлении связи и выполнении преобразований государственной (СК-42, СК-95, СК-63) и местной систем координат. Расчет ведется по полным формулам, учитывающим кривизну поверхности относимости. В качестве дополнительной величины рассчитывается отметка поверхности относимости.

Параметры связи геоцентрических систем координат

- При использовании спутниковой GPS-технологии необходимо выполнять преобразование из геоцентрической общеземной системы WGS-84 к референцной системе СК-42 или СК-95.
- При работе в спутниковой системе ГЛОНАСС возникает аналогичная задача трансформирования координат из геоцентрической общеземной системы ПЗ-90 к референцной систем СК-42 или СК-95.

Параметры связи геоцентрических систем координат

Связь прямоугольных пространственных координат в общеземной и спутниковой системах в общем случае описывает соотношение:

$$\begin{pmatrix} X_S \\ Y_S \\ Z_S \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix} + \Pi \begin{pmatrix} X_\Gamma \\ Y_\Gamma \\ Z_\Gamma \end{pmatrix} (1 + m)$$

где:

- X_S, Y_S, Z_S - координаты точки в спутниковой системе координат;
- $X_\Gamma, Y_\Gamma, Z_\Gamma$ - координаты точки в государственной системе координат;
- три линейных - $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ (смещение начал спутниковой и референцной систем координат),
- три угловых - w_x, w_y, w_z (углы Эйлера разворота координатных осей в матрице Π),
- масштабная поправка m .

ВЫЧИСЛЕНИЕ КЛЮЧЕЙ ПЕРЕХОДА МЕСТНОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

- Операция предназначена для определения, с возможностью одновременного уточнения ключей местных систем координат (L_0, X_0, Y_0) (не менее двух), образованных на основе проекции Transverse Mercator.
- Основным принципом является сравнение координат и их функций для одних и тех же пунктов в разных системах координат, причем ключи одной из систем (например, СК-42) считаются известными, обе системы имеют один и тот же эллипсоид и одинаковый масштабный коэффициент.
- Расстояния между пунктами должны быть достаточно большими (в практике - не менее километра).

Операция выполняется в три этапа:

1. подготовка,
2. расчет,
3. контроль.

Ключ перехода

В каждой местной системе координат устанавливаются следующие параметры координатной сетки проекции Гаусса:

- долгота осевого меридиана первой зоны L_0 ;
- число координатных зон N ;
- координаты условного начала X_0, Y_0 ;
- угол поворота θ осей координат местной системы относительно государственной в точке местного начала координат;
- масштаб местной системы координат относительно плоской прямоугольной системы геодезических координат СК-42 или СК-95;
- высота H_0 поверхности (плоскости) принятой за исходную, к которой приведены измерения и координаты в местной системе;
- референц-эллипсоид, к которому отнесены измерения в местной системе координат;
- соответствующие формулы преобразования плоских прямоугольных геодезических координат.

Совокупность указанных параметров называют «ключом» местной системы координат.

Ведомость установления ключа МСК с ПК , Но и углом разворота по начальному пункту

Параметры исходной СК

Lo (TM)= 111°00'00,00"

N0= 0,000

E0= 500000,000

M(ом)=1,000000000000

Начальный исходный пункт МСК: 1

No (исх TM)= 6999569,932

No (ом TM)= 6997107,108

No (исх МСК)= 10398,784

N рассч.= 10398,784

Eo (исх TM)= 626453,650

Eo (ом TM)= 0,000

Eo (исх МСК)= 15687,902

E рассч.= 15687,902

Установленные параметры ключа МСК:

Lo (МСК)= 113°30'09,10"

α = -0°53'53,46302"

M (пк)= 1,000031651903

H (пк)= 202,283

Дополнительная информация

СКП NE= 0,000

Пункт с vNE(max)= 7

vNE(max)
= 0,001

Пункты	N (исх. TM)	E (исх. TM)	N (исх. МСК)	E (исх. МСК)	N (рассч. МСК)	E (рассч. МСК)	vN	vE	vNE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6999569,932	626453,650	10398,784	15687,902	10398,784	15687,902	0,000	0,000	0,000
2	6998177,452	624429,473	9119,098	13591,059	9119,098	13591,059	0,000	0,000	0,000
3	6997294,047	624603,081	8227,673	13716,161	8227,673	13716,161	0,000	0,000	0,000
4	6998717,964	620795,989	9857,059	9993,050	9857,058	9993,050	-0,001	0,000	0,001
5	6996118,206	622989,642	7141,831	12041,201	7141,831	12041,201	0,000	0,000	0,000
6	7000411,032	627888,346	11160,170	17166,136	11160,170	17166,136	0,000	0,000	0,000
7	6998837,171	626903,615	9642,673	16097,123	9642,674	16097,123	0,001	0,000	0,001



СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!

Конспект отправляем на почту