

* ТЕМА 1. КАРТОГРАФО-
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
КАДАСТРА И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА
ЛЕКЦИЯ 1. Введение. Системы
координат, применяемые в
земельном кадастре и
землеустройстве

* РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- * 1. Неумывакин Ю.К., Перский М.И. Земельно-кадастровые геодезические работы: Учеб. пособие для студ. вузов. - М.: КолосС, 2006.-184 с.
- * 2. Неумывакин Ю.К., Перский М.И. Геодезическое обеспечение землеустроительных и кадастровых работ: Справ, пособие. - М.: Картгеоцентр - Геодезиздат, 1996.
- * 3. Маслов А.В., Юнусов А.Г., Горохов Г.И. Геодезические работы при землеустройстве. М.: Недра, 1990.

***4. Инструкция о порядке деления, слияния земельных участков и проведении работ по установлению (восстановлению) и закреплению границы земельного участка, а также по изменению границы земельного участка» Утв. Постановлением Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 30 сентября 2016 г. № 18. (Посл. изм и доп. От 26.12.17).**

***5. Назаров. А.С. Координатное обеспечение топографо-геодезических и земельно-кадастровых работ. - Минск. - Учеб. центр по повышению квалификации и перепод. землеустроит. и картографо-геод. службы. -2008. -83с.**

ПЛАН ЛЕКЦИИ:

1. Предмет, задачи и содержание дисциплины.

2. Развитие системы геодезического обеспечения землеустроительных и кадастровых работ в современных условиях.

* 1. Предмет, задачи и
содержание
дисциплины

* При изучении учебной дисциплины «Геодезическое обеспечение землеустроительных и кадастровых работ» рассматриваются вопросы картографо-геодезического обеспечения землеустройства и земельного кадастра, применение глобальных навигационных спутниковых систем для создания сетей сгущения, сетей съёмочного обоснования и координирования границ земельных участков, способы и точность определения площадей, геодезические работы при технической инвентаризации зданий и сооружений, перенесение проектов землеустройства на местность, геодезические работы при установлении и восстановлении границ земельных участков, перенесении проектов планировки и благоустройства сельских населенных пунктов на местность, использование функций «Геопортала ЗИС Республики Беларусь» для целей землеустройства.

***Задачи учебной дисциплины** - подготовка специалистов, способных на практике выполнять геодезические работы по установлению и восстановлению границ земельных участков с использованием автоматизированных средств измерений, обработки и хранения данных, а также составлению необходимых отчетных документов, геодезические работы по перенесению проектов землеустройства, планировки и благоустройства сельских населенных пунктов на местность, геодезические работы по технической инвентаризации зданий и сооружений, использовать модули «Геопортала ЗИС Республики Беларусь» для решения задач землеустройства.

*** 2. Развитие системы
геодезического
обеспечения кадастра в
современных условиях**

- * **Полевые землеустроительные работы** - это комплекс топографо-геодезических работ, выполняемых с целью определения координат точек границы, площадей земельных участков и находящихся на них объектах недвижимости.
- * **Координаты** используются для полного и достоверного отображения кадастровой информации на планах (картах) и решения земельных споров.

*** Площадные характеристики участков и объектов на них** используются для решения фискальных задач и учета земельных ресурсов по их количеству, распределению между собственниками и другими участниками земельных отношений и т.п., а также служат основой при аналитической обработке с целью подготовки необходимых данных для принятия управленческих решений.

Картографическая основа кадастра

- кадастровые карты- создание цифровых кадастровых карт.
- Использование материалов аэрофотосъемки и ДДЗ высокого разрешения для кадастрового картографирования

Геодезическая основа кадастра

- государственная геодезическая сеть (ГГС);
- геодезические сети сгущения
- пункты сгущения плано-высотного обоснования в сельских населенных пунктах, созданные для целей землеустройства;
- закрепленные на местности межевые знаки, пункты плановой привязки аэроснимков и съемочной основы,

Модернизация ГГС РБ с использованием автономных координатных определений

Модернизация геодезических сетей на территории городов

* Повышение эффективности геодезического обеспечения кадастра

Применение современных геодезических приборов

- Электронные тахеометры с безотражательным режимом
- Спутниковые системы глобального позиционирования (ГНСС)

Автоматизация камеральных работ

- Программные комплексы обработки данных геодезических измерений и составления отчетной документации.
- ПК aGeodesy Suite
- ПК Credo (системы Credo_Dat ,
- Credo_Земплан, Credo_Топоплан и др.)

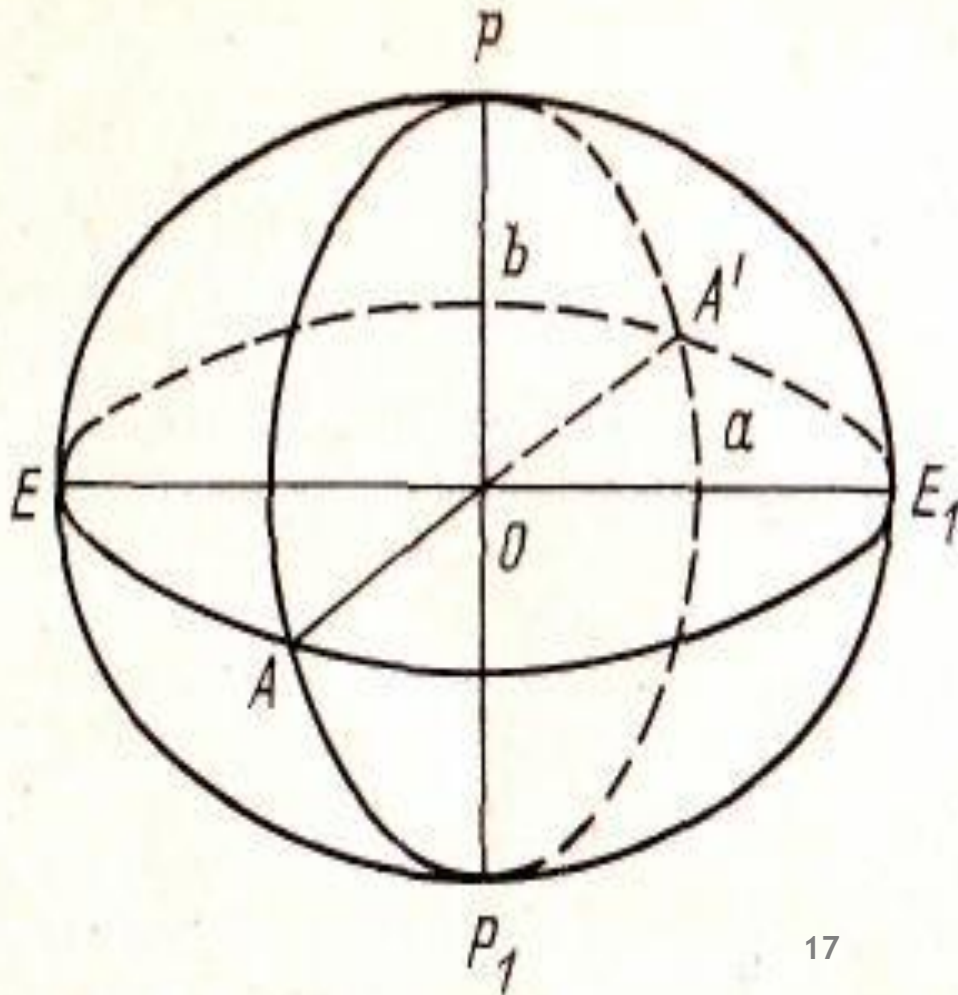
*** Системы координат,
применяемые в земельном
кадастре
и в землеустройстве**

- * 1. Система геодезических координат. Пространственные прямоугольные геодезические координаты.
- * 2. Система геодезических параметров земли ПЗ-90. Мировая геодезическая система координат WGS-84 .
- * 3. Проекция Гаусса-Крюгера, шестиградусные и трехградусные зоны. Системы координат СК-42, СК-95, СК-63.
- * 4. Система высот.

*** 5. Местные системы координат. Связь местных систем координат с государственной.**

* 1. Система геодезических
координат.
Пространственные
прямоугольные
геодезические
координаты

* Элементы общеземного эллипсоида



a - большая
полуось

b - малая
полуось

Сжатие

$$a = (a - b) / a.$$

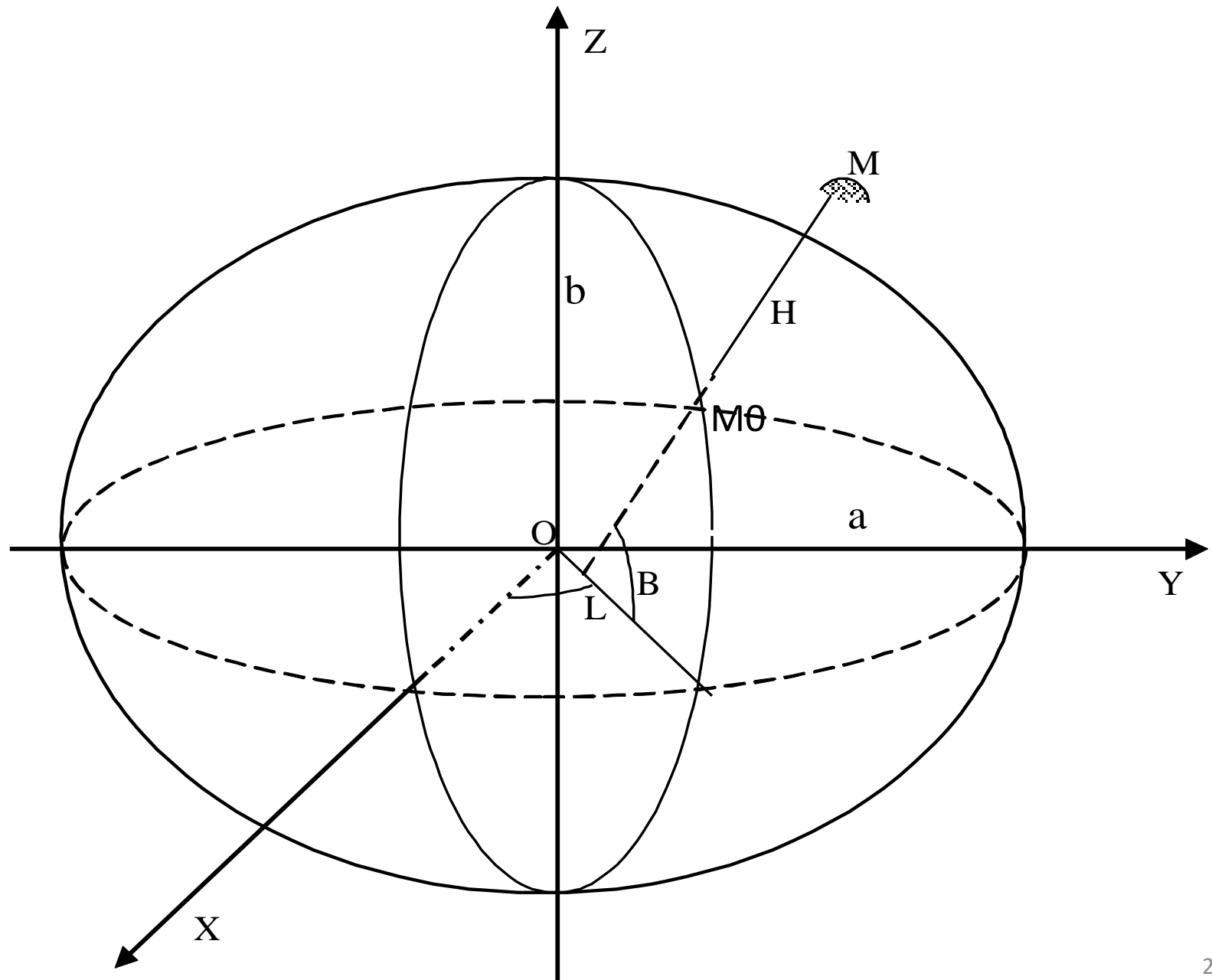
* Основные характеристики параметров общеземных эллипсоидов

Параметр	<i>ПЗ-90</i>	<i>WGS-84</i>
Большая полуось а, м	6378136	6378137
Знаменатель сжатия	298,257839	298,257234

* Параметры референц-эллипсоидов

	Государство	Год	$a, м$	a
Деламбер	Франция	1800	6 375 653	334,0
Бессель	Германия	1841	6 377 397	299,2
Кларк	Великобритания	1866	6 378 206	294,98
Хейфорд	США	1910	6 378 388	297,0
Красовский	СССР	1940	6 378 245	298,3

Геодезическая система координат



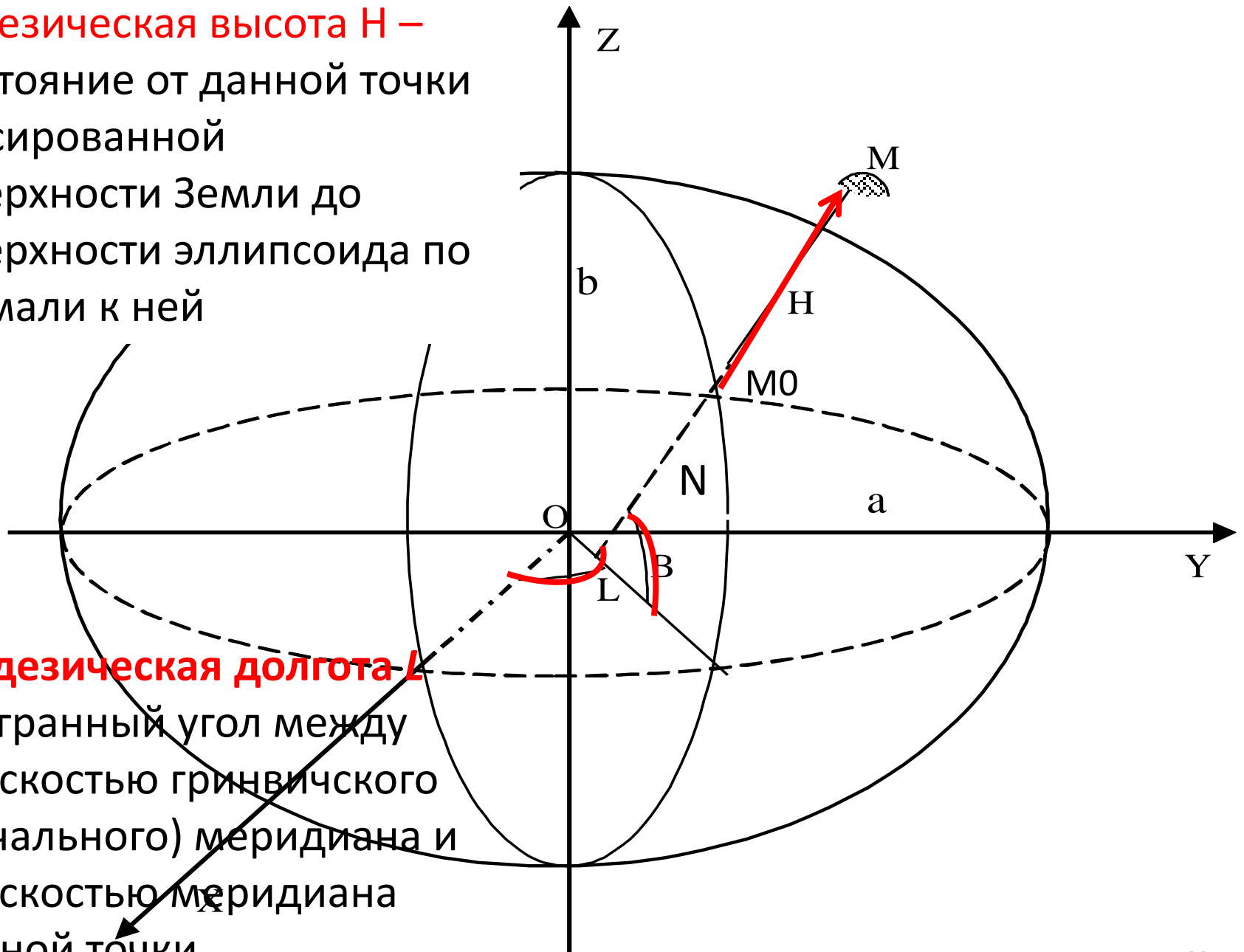
* Положение точки пространства в системе геодезических координат определяется величинами:

* геодезической широтой **B**,

* геодезической долготой **L**,

* геодезической высотой **H**.

Геодезическая высота H –
расстояние от данной точки
фиксированной
поверхности Земли до
поверхности эллипсоида по
нормали к ней

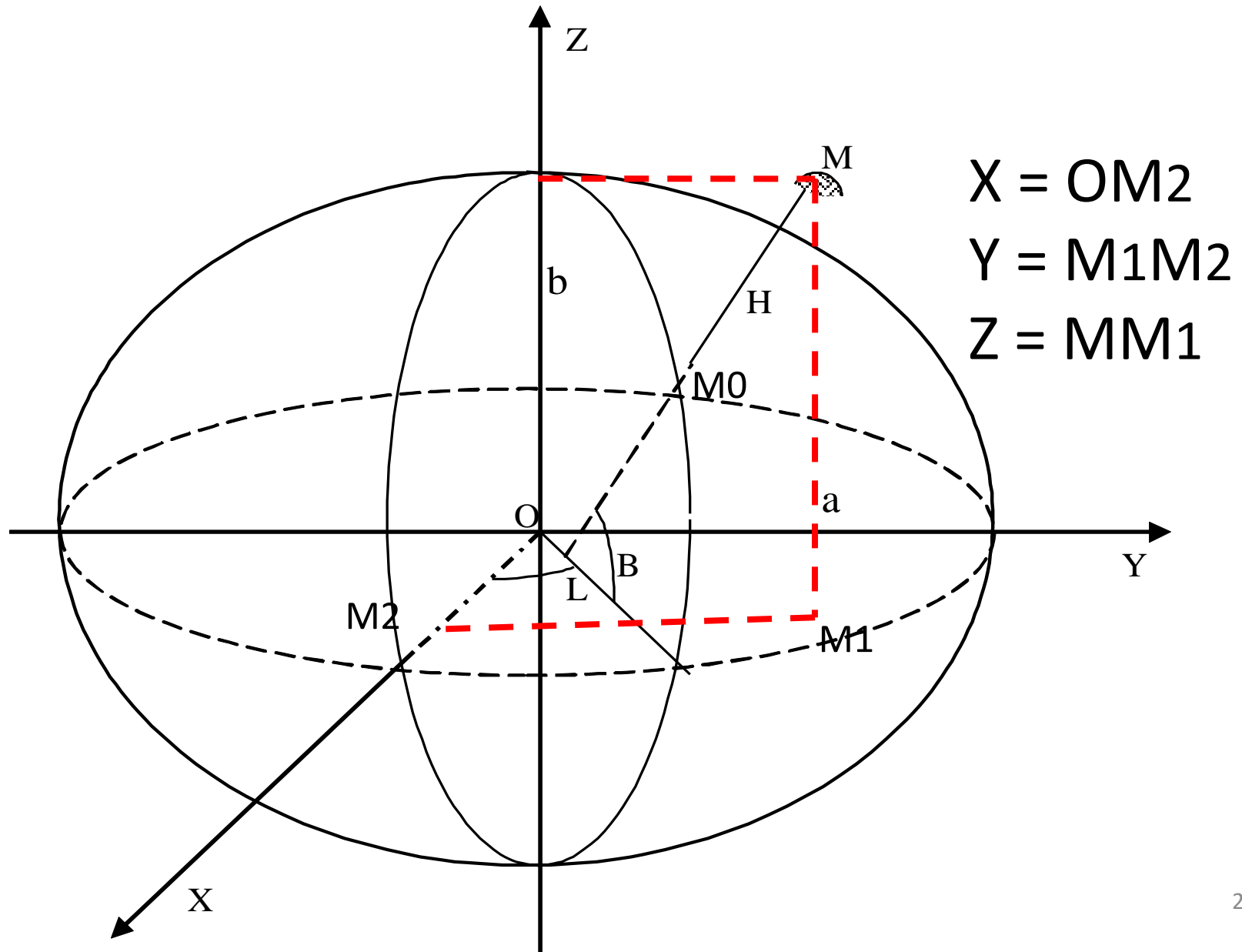


Геодезическая долгота L
двугранный угол между
плоскостью гринвичского
(начального) меридиана и
плоскостью меридиана
данной точки.

* СИСТЕМА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ

- * За начало координат принимают центр земного эллипсоида O совпадающий с центром масс Земли (геоцентрическая система координат).
- * Ось OZ располагается по полярной оси эллипсоида и совпадает с его малой осью,
- * Ось OX — совпадает с пересечением геодезического меридиана и экватора,
- * Ось OY — дополняет систему до правой.
- * Положение точки M в системе пространственных прямоугольных координат определяется координатами: абсциссой X ординатой Y и аппликатой Z .

СИСТЕМА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ



- Пространственные прямоугольные координаты точки X, Y, Z связаны с ее геодезическими координатами B, L и H следующими соотношениями:

- $X = (N+ H)\cos B \cos L;$
 - $Y = (N+ H)\cos B \sin L;$
 - $Z = (1-e^2)(N+ H) \sin B.$

$$(1)$$

- Значение N – радиус кривизны первого вертикала

$$N = \frac{a}{\sqrt{1-e^2 \sin^2 B}} \quad (2)$$

- где e – первый эксцентриситет.

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad (3)$$

- Эти формулы являются общими для любого общеземного и референц-эллипсоида и геоцентрической системы пространственных прямоугольных координат.

* 2. Система
геодезических
параметров земли ПЗ-90.
Мировая геодезическая
система координат WGS-
84

Система ПЗ-90 является координатной основой в спутниковой навигационной системе ГЛОНАСС.

Геоцентричность начала системы координат ПЗ-90 оценивается СКО 1 м.

«Параметры Земли» включают в себя:

- * фундаментальные астрономические и геодезические постоянные;
- * параметры общего земного эллипсоида; систему координат;
- * характеристики модели гравитационного поля Земли;
- * элементы трансформирования между ПЗ и национальной референцной системой координат.

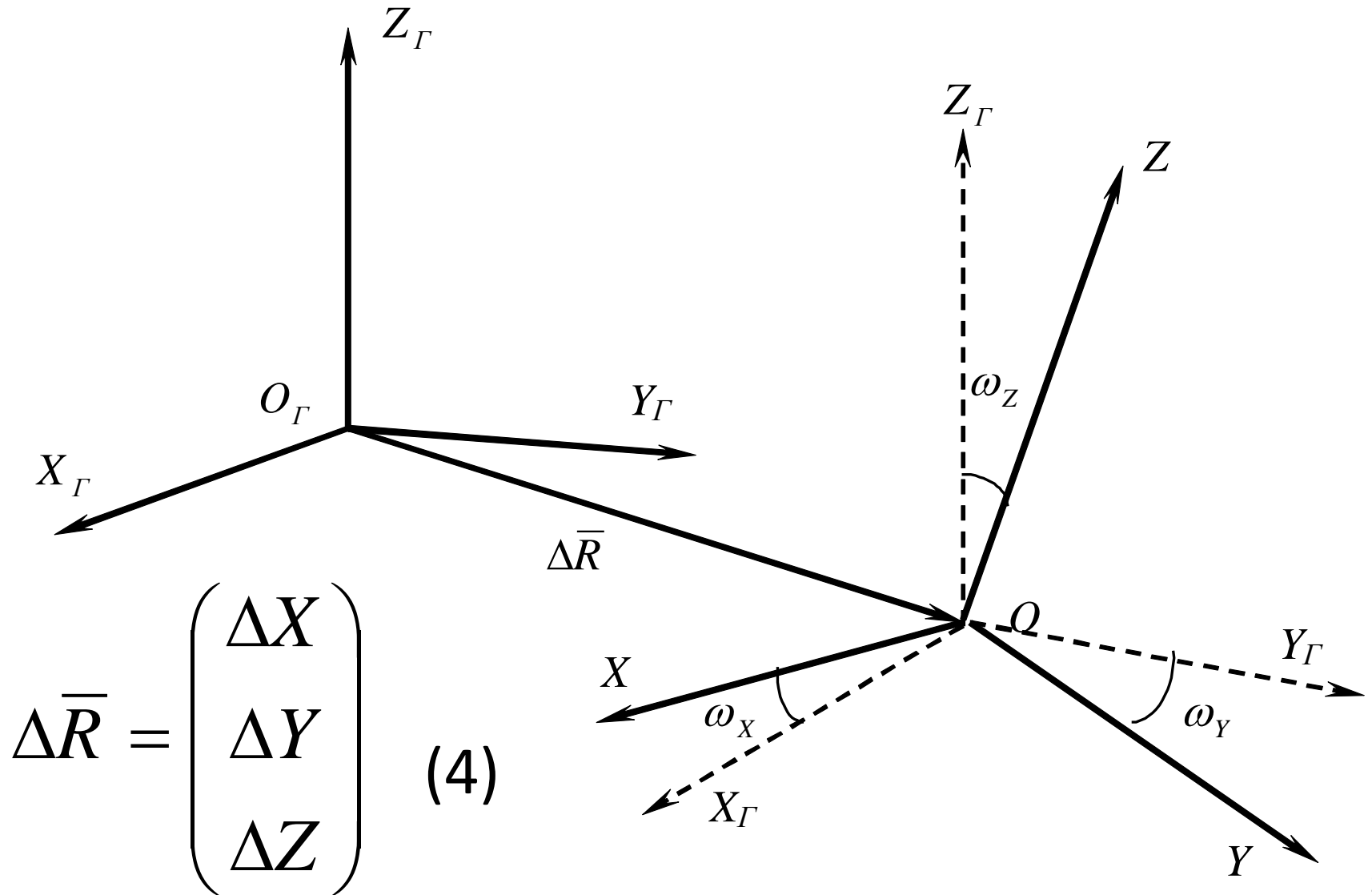
* Министерством обороны США создана мировая геодезическая система отсчета 1984 года World Global System (WGS-84).

Она является базовой для функционирования космической навигационной системы GPS (Global Positional System).

* Параметры связи координатных систем

Параметры связи	Системы координат			
	СК-42 ПЗ-90	WGS-72 WGS-84	СК-42 - WGS-84	ПЗ-90 WGS-84
ΔX , м	+25	0	+25	0
ΔY , м	-141	0	-141	0
ΔZ , м	-80	+4.5	-78.5	+1.5
$m \cdot 10^{-6}$	0	+0.227	0	0
ω_X , "	0	0	0	0
ω_Y , "	-0.35	0	-0.35	0
ω_Z , "	-0.66	-0.554	-0.736	0.076

Параметры связи систем координат



Связь двух прямоугольных пространственных систем координат :

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix} + \Pi \begin{pmatrix} X_{\Gamma} \\ Y_{\Gamma} \\ Z_{\Gamma} \end{pmatrix} (1 + m) \quad , \quad (5)$$

$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ – смещение начал референцной и общеземной систем координат;

m – масштабная поправка или масштабный фактор;

Π – матрица разворота координатных осей, определяемая углами $\omega_X, \omega_Y, \omega_Z$

Матрицу разворота координатных осей Π можно представить следующим образом

$$\Pi = \begin{pmatrix} 1 & \omega_Z & -\omega_Y \\ -\omega_Z & 1 & \omega_X \\ \omega_Y & -\omega_X & 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

Формула обратного перехода имеет вид

$$\begin{pmatrix} X_\Gamma \\ Y_\Gamma \\ Z_\Gamma \end{pmatrix} = \Pi^{-1} \begin{pmatrix} X - \Delta X \\ Y - \Delta Y \\ Z - \Delta Z \end{pmatrix} \quad (1-m), \quad (7)$$

где – Π^{-1} обратная матрица разворота координатных осей

$$\Pi^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & -\omega_Z & \omega_Y \\ \omega_Z & 1 & -\omega_X \\ -\omega_Y & \omega_X & 1 \end{pmatrix} \quad (8)$$

*** 3. Проекция
Гаусса-Крюгера,
шестиградусные
и трехградусные зоны.
Системы координат СК-42,
СК-95, СК-63**

*Теория конформного изображения одной поверхности на другой и его практического использования в геодезических целях была разработана в 1820-1830 гг. Гауссом.

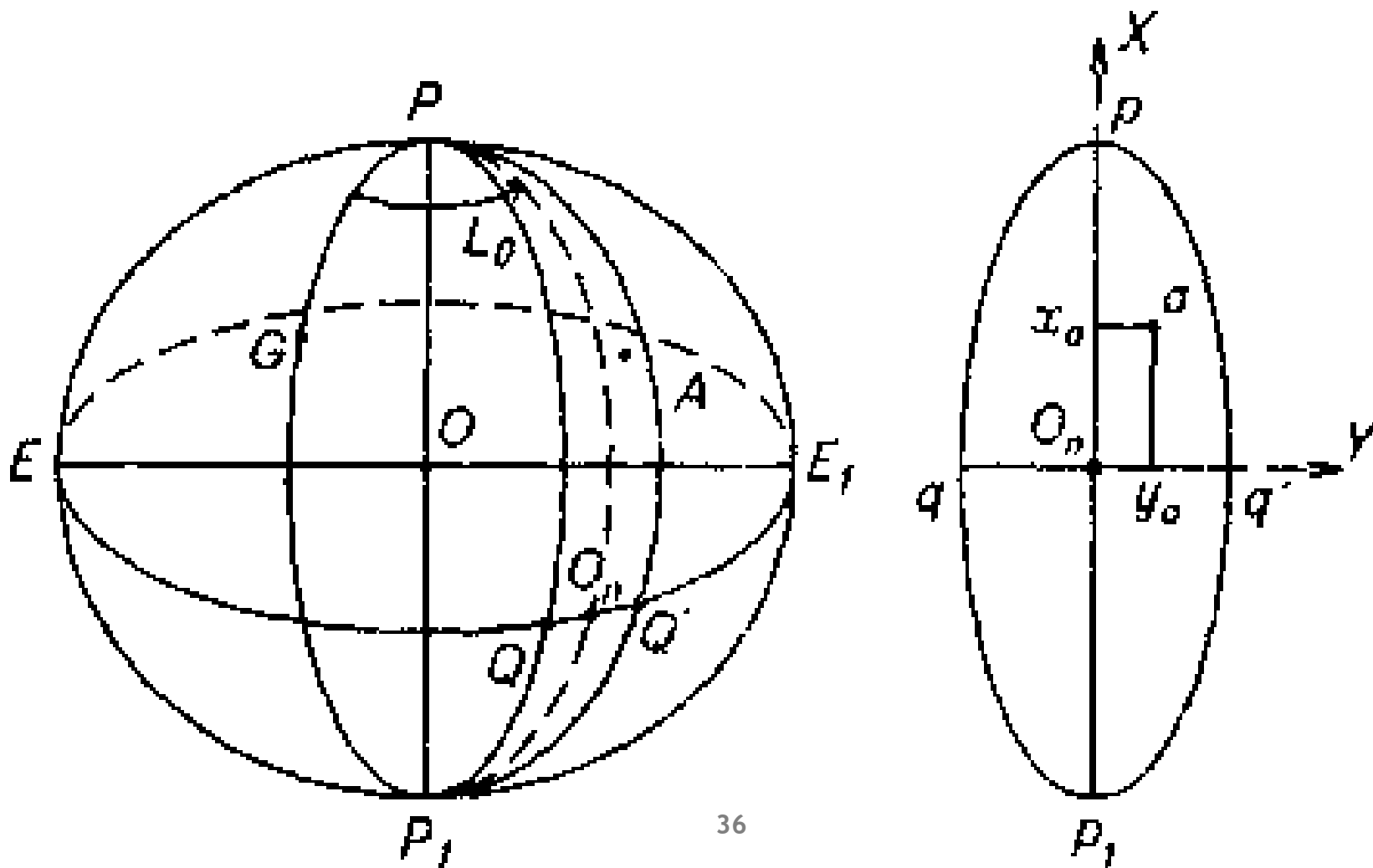
Систематизацию этих работ выполнил немецкий геодезист Крюгер, которым был разработан ряд вопросов теории и практики применения плоских прямоугольных координат в геодезии.

Поэтому система координат, полученных на основе теории конформных преобразований Гаусса, принято называть системой координат³⁴ Гаусса-Крюгера.

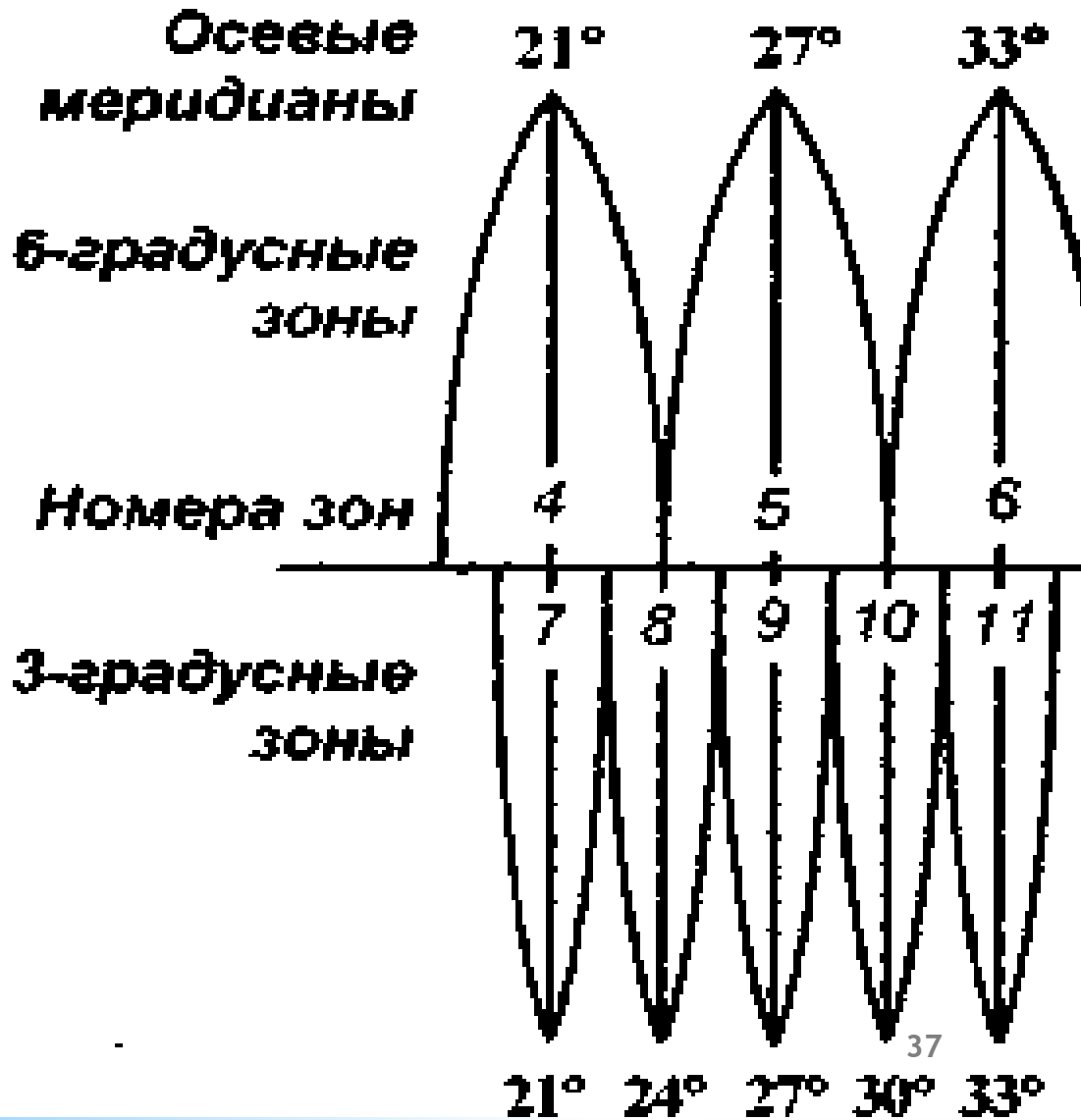
Система координат Гаусса-Крюгера, принята в России,
странах СНГ и отвечает следующим условиям:

- * изображение на плоскости является конформным;
- * осевой меридиан и экватор в плоскости проекции изображаются прямыми линиями и пересекаются под прямыми углами;
- * масштаб изображения осевого меридиана на плоскости проекции постоянен и равен единице;
- * начало координат в плоскости проекции совпадает с точкой пересечения осевого меридиана и экватора, которые и принимаются оси абсцисс и ординат.

Принцип построения проекции Гаусса - Крюгера



* Шестиградусные и трехградусные зоны проекции Гаусса-Крюгера



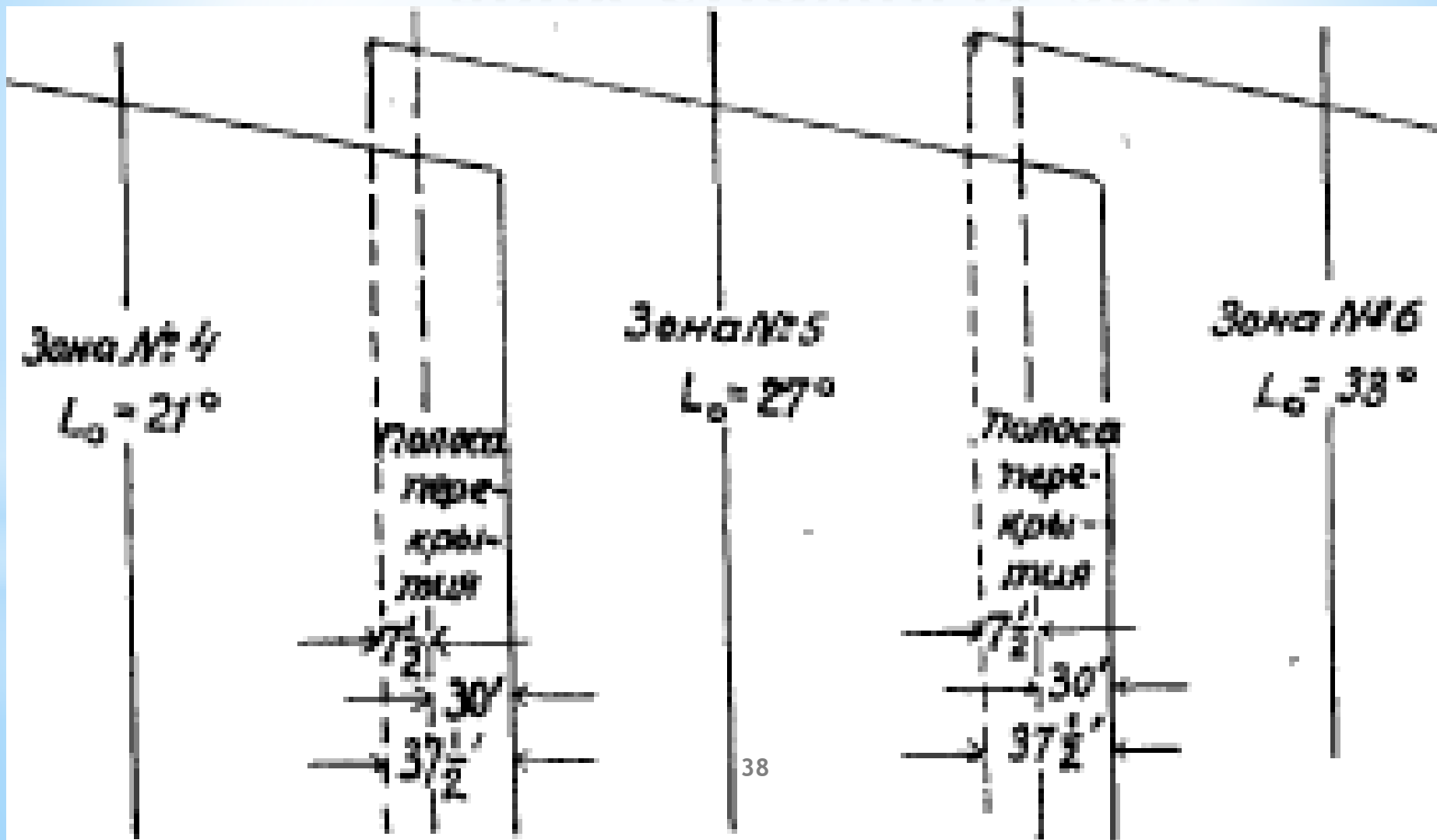
Долготы осевых меридианов 6-градусной (L_6) и 3-градусной (L_3) зон вычисляются по их номерам

$$L_6 = 6^\circ \times N_6 - 3^\circ$$

(4)

$$L_3 = 3^\circ \times N_3$$

* Взаимное перекрытие двух смежных зон



* Во избежание отрицательного значения ординат и для удобства их вычисления, к началу ординат каждой геодезической зоны добавляют 500 км, т. е. начало координат будет:

$$X_0 = 0; Y_0 = 500 \text{ км.}$$

* Такие ординаты называются *преобразованными*.

Ординаты точек в 3-градусных зонах увеличивают на 250 км.

- Масштаб в проекции Гаусса–Крюгера сохраняется по осевому меридиану геодезической зоны.
- По мере удаления от него длины линий искажаются в сторону увеличения.
- Относительное искажение длин линий будет определяться по формуле:

$$f_s = \frac{\Delta S}{S} = \frac{Y_m^2}{2R_m^2} \quad (5)$$

- где Y_m – средняя ордината линии;
- R_m – средний радиус кривизны сфероида
- на краю геодезической зоны для значения широты 55^0

$$f_s \approx \frac{1}{2200}$$

- Поправки ΔS можно вычислить по приближительной формуле

$$\Delta S = d - S = \frac{SY_m^2}{2R_m^2} \quad (6)$$

- где d и S – соответственно длины линий на плоскости и сфероиде;
- Y_m – средняя ордината линии;
- R_m – средний радиус кривизны сфероида.

- Искажение линий вызывает соответственно и искажение площадей участков.
- Относительное искажение площадей

$$fp = \frac{\Delta P}{P} = \frac{Y_m^2}{R_m^2} \quad (7)$$

- Значение площади участка на местности P и полученное по плану в проекции Гаусса-Крюгера P_Γ

$$P = P_\Gamma - P_\Gamma \left(\frac{Y_m^2}{R_m^2} \right) \quad (8)$$

* Система координат 1942 года

- * Плоские прямоугольные координаты в проекции Гаусса-Крюгера вычисленные по параметрам эллипсоида Красовского получили название «Система координат 1942 года» или СК-42.
- * Система координат 1942 года (СК-42) была введена Постановлением Совета Министров СССР в 1946 году.
- * Ее параметры были установлены в 1942 году по результатам совместного уравнивания звеньев триангуляции 1 класса, образующих 87 полигонов (4733 пунктов).

* Система координат СК-95

Создана в 1995 году по результатам совместного уравнивания пунктов АГС , высокоточных спутниковых данных:

- * 26 пунктов Космической геодезической сети (КГС),
- * 134 пункта Доплеровской геодезической сети (ДГС) и
- * 35 пунктов гравиметрической сети (ГС).

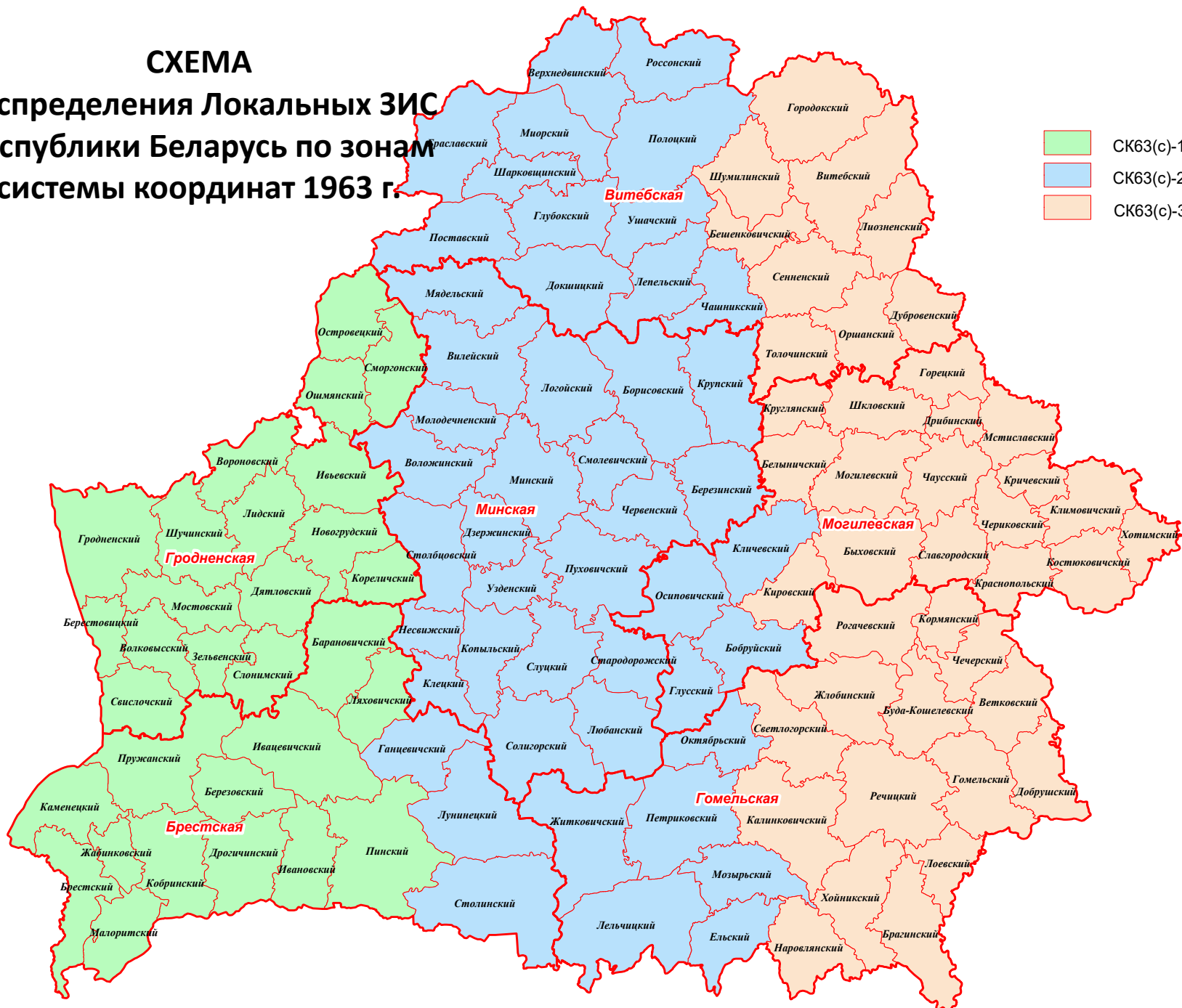
- * Система координат 1995 года (СК-95) введена Постановлением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2000 года взамен системы координат 1942 года.
- * В Республике Беларусь, в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь, система координат 1995 года вводится с 1 января 2010 года, после завершения работ по модернизации государственной геодезической сети республики.

* Система координат 1963 года

- * Система координат 1963 года создана на основе общегосударственной системы (СК-42 или СК-95) и имеет следующие особенности:
- * система является 3-градусной;
- * осевые меридианы зон смещаются на определенную величину;
- * в абсциссы точек вводятся поправки ΔX ;
- * величины смещений осевых меридианов и поправок ΔX являются **ключами системы**
- * ординаты точек в СК-63 увеличиваются на 250 км; в качестве их старшей цифры принимается номер зоны в регионе.
- * Так, установленная для Республики Беларусь СК-63 включает 3-градусные зоны с номерами 1, 2 и 3.

СХЕМА

распределения Локальных ЗИС
Республики Беларусь по зонам
системы координат 1963 г.

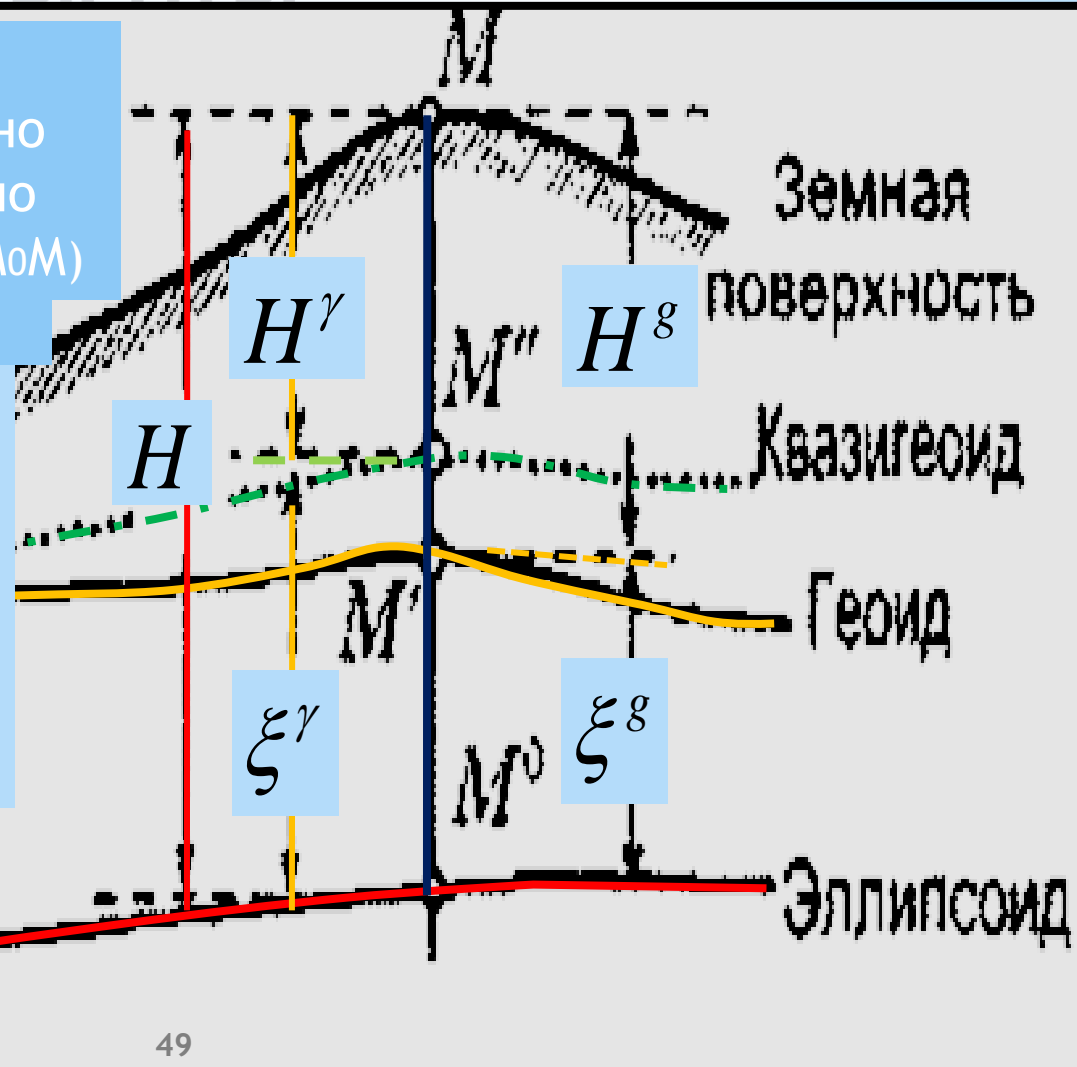


*4. Система счета высот

* Геодезические, ортометрические и нормальные высоты

H^g *Геодезическая высота* -
отсчитывается относительно
от поверхности эллипсоида по
по нормали к нему (отрезок M_0M)
(отрезок $M''M$)
поверхности геоида (отрезок
 $M'M$).

Для ее определения
требуется наличия среднего
значения силы тяжести на
отрезке MM' , что
практически недостижимо.



* *Геодезическая высота* связана с нормальной и ортометрической высотами следующей зависимостью

$$H = H^\gamma + \xi^\gamma = H^g + \xi^g \quad (9)$$

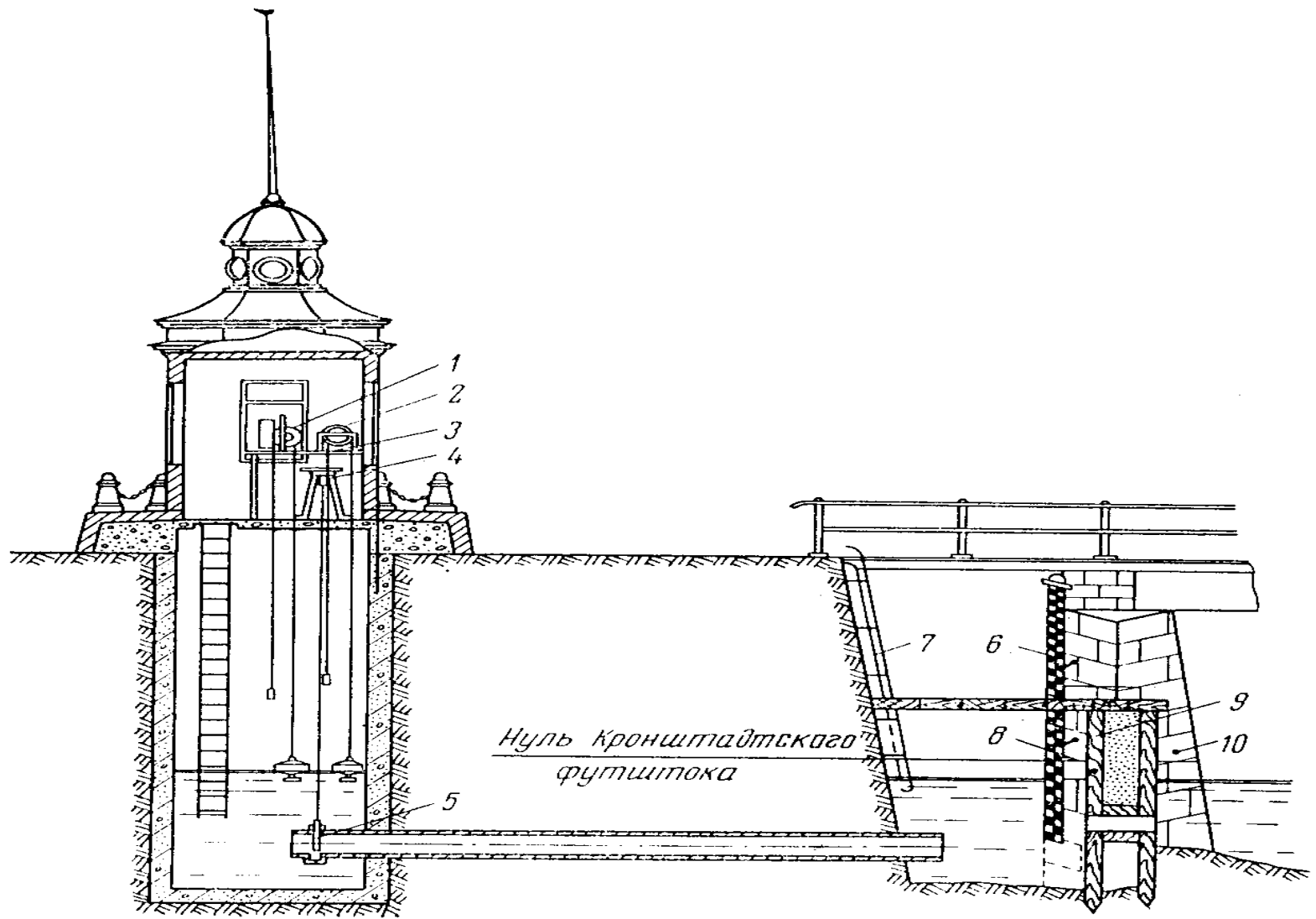
* где ξ^γ и ξ^g высоты квазигеоида и геоида над эллипсоидом (аномалии высот).

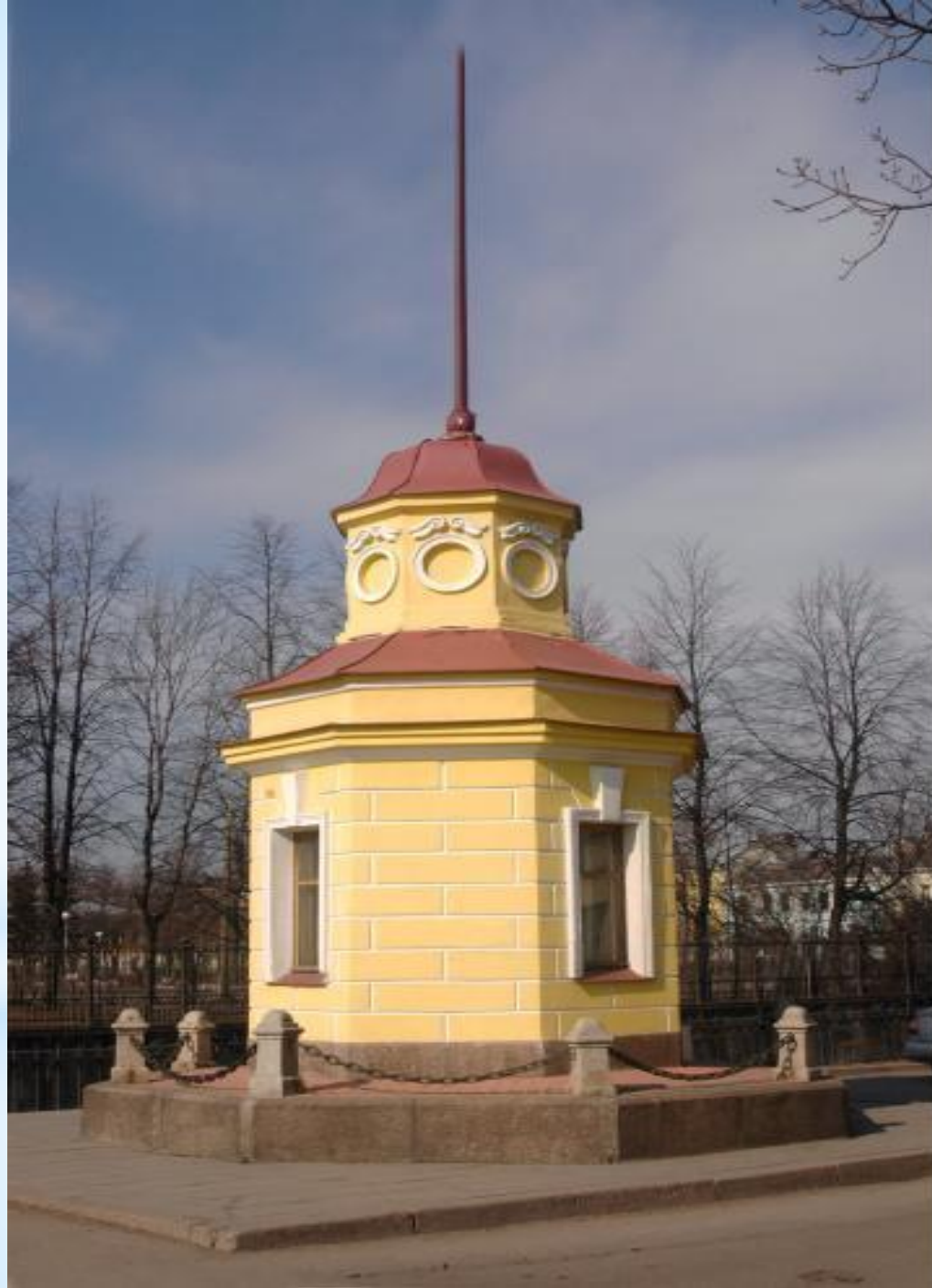
* Высоты квазигеоида над общеземным или референц-эллипсоидом вычисляют в соответствии с моделями гравитационного поля Земли, входящими в состав геодезических параметров «Параметры Земли» .

* В России и странах СНГ высоты отсчитываются в Балтийской системе высот 1977 г., относительно нуля Кронштадтского футштока, фиксирующего средний многолетний уровень Финского залива Балтийского моря.

Высоты квазигеоида над общеземным
(референц-эллипсоидом) вычисляют в
соответствии с моделями
гравитационного поля Земли,
входящими в состав геодезических
параметров «Параметры Земли»

В России и странах СНГ высоты отсчитываются
в Балтийской системе высот 1977 г.,
относительно нуля Кронштадтского футштока,
фиксирующего средний многолетний уровень
Финского залива Балтийского моря







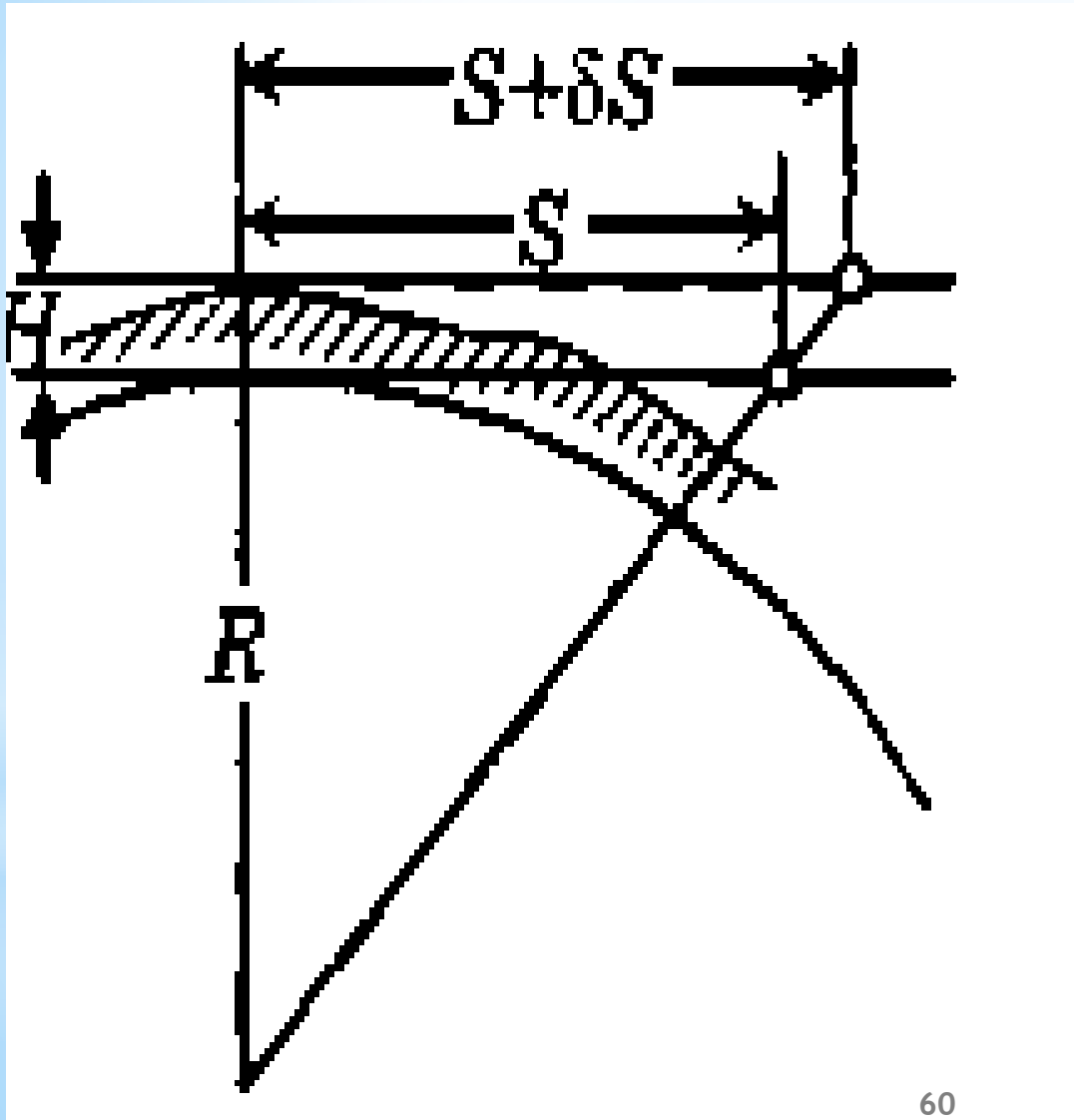


*** 5. Местные системы
координат. Связь местных
систем координат с
государственной**

* В целях ведения государственного земельного кадастра, составления землеустроительных карт (планов), определения координат границ земельных участков и др. на территории Республики Беларусь применяют местные системы координат (СК-местные).

- * Местные системы координат рассчитываются таким образом, чтобы планы отражали взаимное положение контуров с минимальными искажениями.
- * Это позволяет либо полностью исключить необходимость учета редуционных поправок в измеренные величины, либо упростить процедуру их расчета.
- * Это достигается путем правильного выбора отсчетного меридиана и проектирования местности не на уровень моря, а на средний уровень района (города).

УЧЕТ ВЫСОТЫ ПРОЕЦИРОВАНИЯ



$$\delta S_H = S \frac{H}{R} \quad (10)$$

R - средний радиус кривизны;
 H - средняя геодезическая высота территории

Масштаб изображения

$$t = 1 + \frac{H}{R} \quad (11)$$

- * Каждая местная система координат должна иметь связь с государственной.
- * Для этого рассчитываются параметры связи, которые принято называть **ключами**.

**В каждой местной системе координат
устанавливают следующие параметры
связи:**

- * долгота осевого меридиана первой зоны
- * число координатных зон
- * координаты условного начала
- * угол поворота осей местной системы
относительно государственной в точке
местного начала координат

- * масштаб местной системы координат относительно государственной
- * высота поверхности, (плоскости) которая принята за исходную, референц-эллипсоид, к которому отнесены измерения
- * формулы преобразования из местной системы в государственную.

- * Работы по созданию местных координатных систем в Республике Беларусь выполнялись специалистами РУП Белгеодезия и Строительных Трестов.
- * Местные системы координат были созданы в 265 населенных пунктах.
- * Большинство местных координатных систем (63,5%) создано в 3-градусной координатной зоне или со специально установленным осевым меридианом и характеризуется весьма незначительными погрешностями, вызванными способом проецирования