

УДК 528.2

**О ПРЕОБРАЗОВАНИИ КООРДИНАТ
ПУНКТОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ИЗ РЕФЕРЕНЦНОЙ СИСТЕМЫ СК-42
В ОБЩЕЗЕМНЫЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ ПЗ-90 И WGS-84**

канд. техн. наук О.Н. ПИСЕЦКАЯ

(Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки)

Исследуются референцная система координат СК-42 и общеземные системы координат ПЗ-90 и WGS-84. Преобразование возможно на основе параметров связи данных систем. Для каждой системы приведены параметры связи, полученные из разных источников. Приведены формулы связи референцной и общеземных систем координат из нескольких источников. На основе параметров связи систем координат выполнено преобразование координат геодезической сети Республики Беларусь из референцной системы координат в общеземные системы. Указаны формулы, которые не следует применять при перевычислении координат. Выполнен анализ перевычисления координат и даны практические рекомендации по использованию формул и параметров связи при выполнении перевычисления референцной системы координат в общеземные для территории Республики Беларусь.

Выполнение высокоточных измерений с помощью спутниковых систем (GPS, ГЛОНАСС и др.) тесно связано со строгими определениями координатных систем, относительно которых выполняются измерения. Измеряемые навигационные параметры спутников глобальной системы позиционирования и определяемые координаты спутниковых приемников отсчитываются в различных системах координат. В космической, спутниковой геодезии и астрономии используются прямоугольные (плоские и пространственные) и полярные (сферические и эллипсоидальные) системы координат. В зависимости от расположения начала координат различают геоцентрические с началом в центре масс Земли, геодезические с началом в центре референц-эллипсоида и топоцентрические с началом в точке на поверхности Земли [1]. В геодезии используют прямоугольную систему координат, начало O которой находится в центре масс Земли, ось Z направлена по оси вращения земли, ось X совмещена с линией пересечения плоскостей экватора и начального (гринвичского) меридиана, ось Y дополняет систему до правой. Такую систему координат называют геоцентрической или общеземной. В общеземной системе координат определяют положение пунктов на всей поверхности Земли. Если система координат введена для определения положения точек на части земной поверхности, например на территории одного государства, ее начало O может быть значительно (до сотен метров) смещено относительно центра масс. В этом случае говорят о референцной системе координат. Из-за неизбежных ошибок измерений при практическом задании общеземной системы возможно несовпадение ее начала с центром масс Земли и повороты осей. В связи с этим существует несколько реализаций общеземной геоцентрической системы координат и возникает необходимость перехода от одной системы координат к другой. Задача преобразования координат возникает также при переходе от референцной системы координат к общеземной и обратно [2].

Целью данной работы явилось исследование преобразования геодезических координат пунктов на территории Республики Беларусь из референцной системы координат СК-42 в общеземные системы координат ПЗ-90 и WGS-84 с использованием семипараметрического преобразования по различным формулам и параметрам связи систем координат.

Основная часть. Система координат 1942 года была создана в Советском Союзе с участием известных ученых Ф.Н. Красовского, М.С. Молоденского, А.А. Изотова. Она опирается на астрономо-геодезическую, гравиметрическую и нивелирную сети страны. С использованием их получены параметры референц-эллипсоида Красовского [3]: $a = 6378245$ м – большая полуось; $\alpha = 1:298,3$ – полярное сжатие; высоты геоида над ним. Эта координатная основа прослужила более 50 лет.

Средние квадратические ошибки положения любого пункта относительно начального – Пулково ($B = +59^{\circ}46'18,5''$; $L = +30^{\circ}19'38,6''$) – характеризуются величинами от единиц метров на западе страны до 15 м на востоке. В семидесятых годах прошлого столетия Главным управлением геодезии и картографии была начата модернизация государственной геодезической сети. Быстрое развитие спутниковых методов привело к повышению точности в несколько раз и достигает уровня 1 м [1].

Параметры Земли 1990 года (ПЗ-90) получены с помощью спутника Гео-ИК, оснащенного радиовысотометром с ошибкой определения высоты над морской поверхностью менее 1 м, доплеровским передатчиком, обеспечивающим измерение на пунктах радиальной скорости с ошибкой 1 см/с, уголковыми отражателями, запросной радиодальномерной системой с ошибкой измерения расстояний от пункта до спутника 1 – 2 м, системой импульсной световой сигнализации, обеспечивающей измерение направления с пункта на спутник с ошибкой 1" [4].

Геоцентрическая система координат ПЗ-90 создана без интеграции с зарубежными геодезическими сетями. Она закреплена координатами 30 опорных пунктов на территории бывшего СССР, полученными динамическим методом спутниковой геодезии. Координаты опорных пунктов (широта, долгота, высота) получены непосредственно по наблюдениям спутника Гео-ИК с точностью 1 – 2 м.

Основные параметры общеземного эллипсоида, полученные по 30 млн. спутниковых измерений на суше и в мировом океане имеют следующие значения [1]:

$a = 6378136$ м – большая полуось земного эллипсоида;

$f = 1:298,257\ 839\ 303$ – знаменатель сжатия земного эллипсоида.

Для семипараметрического преобразования координат приведем параметры связи двух систем координат: референц-системы 1942 года и общеземной системы координат ПЗ-90 [5].

Таблица 1

Параметры связи СК-42 и ПЗ-90

Δx , м	Δy , м	Δz , м	ω_x , "	ω_y , "	ω_z , "	Δm	Источник
25	-141	-80	0	-0,35	-0,66	0	ГОСТ 51794-2008 (прил. Б)

Геоцентрическая координатная система WGS-84 получена первоначально только с помощью спутников, без связи с данными сверхдлиннобазисной интерферометрии, и была представлена на земной поверхности в виде однородной глобальной сети с точностью координат пунктов 1 – 2 м. Система координат неоднократно уточнялась, с 1994 года используется версия WGS-84 (G 730), отличающаяся глобальной согласованностью порядка 10 см [6].

Основные параметры общеземного эллипсоида WGS-84, полученные по спутниковым измерениям на суше и в мировом океане, имеют следующие значения [1]:

$a = 6378137$ м – большая полуось земного эллипсоида,

$f = 1:298,257\ 223\ 563$ – знаменатель сжатия земного эллипсоида.

Для последующего преобразования координат пунктов приведем параметры связи системы координат СК-42 и геоцентрической координатной системы WGS-84, полученных из разных источников (табл. 2).

Таблица 2

Параметры связи СК-42 и WGS-84

№	Δx , м	Δy , м	Δz , м	ω_x , "	ω_y , "	ω_z , "	Δm	Источник
1	23,92	-141,27	-80,90	0	0,35	0,82	$-0,12 \cdot 10^{-6}$	ГОСТ 51794-2001
2	27	-135	-84,5	0	0	$-2,686 \cdot 10^{-6}$	$2,263 \cdot 10^{-7}$	ERDAS IMAGINE [7]
3	25	-141	-78,5	0	-0,35	-0,736	0	EPSG: 15865 [8]

Преобразование пространственных прямоугольных или эллипсоидальных координат одной координатной системы в другую координатную систему того же типа по достаточно строгим формулам с использованием точно определенных параметров перехода является достаточно простой задачей для трехмерных координатных систем ПЗ-90 и СК-42 и связанных с ними двухмерных топоцентрических систем (Государственная система координат, местные системы координат), а также для трехмерной системы WGS-84 [1].

Приведем формулы связи пространственных прямоугольных и геодезических координат [9]:

$$\left. \begin{aligned} X &= (N + H) \cdot \cos B \cdot \cos L; \\ Y &= (N + H) \cdot \cos B \cdot \sin L; \\ Z &= (N + H - Ne^2) \cdot \sin B, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где N – радиус кривизны эллипсоида в первом вертикале.

Обратный переход от прямоугольных к геодезическим координатам в общем случае осуществляют последовательными приближениями.

Находим

$$\operatorname{tg} L = Y / X. \quad (2)$$

Для получения B введем вспомогательные величины:

$$Q = X / \cos L = Y / \sin L = (N + H) \cdot \cos B, \quad (3)$$

$$T = Z + Ne^2 \cdot \sin B = (N + H) \cdot \sin B. \quad (4)$$

В первом приближении полагаем

$$\operatorname{tg} B^0 = \frac{Z}{(Q \cdot (1 - e^2))}. \quad (5)$$

В последующих приближениях пользуемся формулой

$$\operatorname{tg} B^i = T^{i-1} / Q, \quad (6)$$

где через T^{i-1} обозначено значение T , полученное с использованием значения широты B из предыдущего $(i-1)$ -го приближения.

После нахождения окончательного значения определяем H по формуле:

$$H = Q / \cos B - N. \quad (7)$$

Связь прямоугольных пространственных координат в общеземной и референцной системах в общем случае описано соотношением в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} \bar{X} \\ \bar{Y} \\ \bar{Z} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} + R_{\bar{y},y} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} (1 + \Delta m). \quad (8)$$

В данной формуле чертой сверху отмечены величины, относящиеся к общеземной системе координат. Через x, y, z обозначены координаты центра референц-эллипсоида относительно центра масс Земли. Множитель $(1 + \Delta m)$ дает масштабную поправку за переход от референцной к общеземной системе. Через $R_{\bar{y},y}$ обозначена соответствующая матрица вращения. Разворот осей референцной системы координат относительно общеземной не превышает нескольких секунд.

Матрица в упрощенном виде будет иметь вид:

$$R_{\bar{y},y} = \begin{pmatrix} 1 + \varepsilon_z & -\varepsilon_y \\ -\varepsilon_z & 1 + \varepsilon_x \\ +\varepsilon_y & -\varepsilon_x & 1 \end{pmatrix}, \quad (9)$$

где через $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ обозначены малые углы поворота (в радианной мере) вокруг осей референцной системы координат, соответствующих индексам, при переходе к общеземной системе.

На основании формул (8) и (9) запишем развернутые формулы связи прямоугольных пространственных координат в общеземной и референцной системах:

$$\left. \begin{aligned} \bar{X} &= X + X \Delta m + \varepsilon_z Y - \varepsilon_y Z + x; \\ \bar{Y} &= Y + Y \Delta m + \varepsilon_x Z - \varepsilon_z X + y; \\ \bar{Z} &= Z + Z \Delta m + \varepsilon_y X - \varepsilon_x Y + z. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

В расчетах используем следующие зависимости между геодезическими пространственными координатами в общеземной и референцной системах [9]:

$$\bar{H} - H = x \cos B \cdot \cos L + y \cos B \sin L + z \sin B - \Delta a \left(1 - \frac{e^2}{2} \cdot \sin^2 B \right) + \frac{a \Delta e^2}{2} \cdot \sin^2 B \cdot \left(1 + \frac{e^2}{2} \sin^2 B \right) + \Delta m a; \quad (11)$$

$$\bar{B} - B = -\frac{\rho''}{M + H} \cdot \left[x \sin B \cos L + y \sin B \sin L - z \cos B - \Delta a e^2 \sin B \cos B - a \Delta e^2 \sin B \cdot \cos B (1 + e^2 \sin^2 B) \right] - \varepsilon_x'' \sin L + \varepsilon_y'' \cos L; \quad (12)$$

$$\bar{L} - L = -\frac{\rho''}{N + H \cos B} \cdot \left[x \sin L - y \cos L - \varepsilon_x'' \cos L \operatorname{tg} B + \varepsilon_y'' \sin L \operatorname{tg} B - \varepsilon_z'' \right], \quad (13)$$

где Δa – разность больших полуосей общеземного эллипсоида и референц-эллипсоида; Δe^2 – разность квадратов соответствующих эксцентриситетов.

Радиусы кривизны первого вертикала N и радиус кривизны меридиана M следует вычислять, используя следующие зависимости:

$$N = a \frac{1 - 0,25e^2 \sin^2 B}{1 - 0,75e^2 \sin^2 B}; \quad (14)$$

$$M = \frac{a(1 - e^2)}{(\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B})^3}. \quad (15)$$

Однако по результатам выполненных исследований была установлена несостоятельность формул (11) – (13) в связи со значительным отклонением приращений геодезических координат от контрольных вычислений. Выполнение преобразований координат из одной системы в другую осуществлялось по следующим зависимостям [2]:

$$\begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} = (1 + m) \begin{bmatrix} 1 & \varepsilon_z & -\varepsilon_y \\ -\varepsilon_z & 1 & \varepsilon_x \\ \varepsilon_y & -\varepsilon_x & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 - x_0 \\ Y_1 - y_0 \\ Z_1 - z_0 \end{bmatrix}, \quad (16)$$

где $X_1, Y_1, Z_1, X_2, Y_2, Z_2$ – координаты точки в первой и второй системах соответственно; x_0, y_0, z_0 – координаты начала референцной системы координат в общеземной системе; m – отличие масштабов двух систем.

Широту B вычисляем также методом приближений, причем в первом приближении находим приведенную широту по формуле:

$$\operatorname{tg} u = \frac{Z}{Q\sqrt{1 - e^2}}. \quad (17)$$

После вычисления приведенной широты геодезическую широту находим по формуле Боуринга:

$$\operatorname{tg} B = \frac{Z + e^2 \frac{a \sin^3 u}{\sqrt{1 - e^2}}}{Q - e^2 a \cos^3 u}. \quad (18)$$

Геодезическую высоту H вычисляют по формуле (7) или по следующей формуле:

$$H = Q \cos B + Z \sin B - a\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}. \quad (19)$$

Запишем формулы для изменения dH, dB, dL геодезических координат при переходе от одного эллипсоида к другому [2]:

$$dH = m \left[X_1 \cos L + Y_1 \sin L \cos B + Z_1 \sin B \right] - x_0 \cos l + y_0 \sin L \cos B - z_0 \sin B - da + \frac{1}{2} (e^2 da + ade^2) \sin^2 B + \varepsilon_x Z_1 \sin L \cos B - Y_1 \sin B - \varepsilon_y Z_1 \cos L \cos B - X_1 \sin B; \quad (20)$$

$$M + H dB = -m \left[X_1 \cos L + Y_1 \sin L \sin B - Z_1 \cos B \right] + x_0 \cos L + y_0 \sin L \sin B + \frac{1}{2} e^2 da + ade^2 \sin 2B - \varepsilon_x Z_1 \sin L \sin B + Y_1 \cos B + \varepsilon_y Z_1 \cos L \sin B + X_1 \cos B; \quad (21)$$

$$N + H \cos B dL = x_0 \sin L - y_0 \cos L + Z_1 \varepsilon_y \sin L + \varepsilon_x \cos L - \varepsilon_z Y_1 \sin L + X_1 \cos L. \quad (22)$$

Формулы (20) – (22) позволяют найти изменения геодезических эллипсоидальных координат при изменении размера и формы эллипсоида и его ориентирования внутри Земли.

В качестве исходных данных для выполнения преобразования пространственных координат выступают геодезические координаты пунктов высокоточной опорной геодезической аэродромной сети (ВОГАС) Республики Беларусь [10]. Данная сеть построена с высокой точностью и соответствует высокоточной геодезической сети (ВГС), концепция которой разработана в Российской Федерации. В связи с условием режимности геодезические координаты пунктов приведены в условной системе координат, равнозначной системе СК-42 (табл. 3).

Таблица 3

Геодезические координаты пунктов

№ пункта	$B, \text{ }^\circ \text{ ' '}$	$L, \text{ }^\circ \text{ ' '}$	$H, \text{ м}$
1	52°09'47,12"	23°51'42,14"	134,710
2	53°39'27,21"	24°02'1°,64"	202,000
3	55°11'19,75"	30°20'51,17"	249,547
4	52°34'56,47"	31°01'24,9°"	22,058
5	53°55'38,42"	27°30'50,21"	250,000

Выполняем семипараметрическое преобразование координат пунктов из референц-системы 1942 года (СК-42) в общеземную систему координат ПЗ-90. В результате получаем следующие геодезические координаты пунктов, представленные в таблице 4.

Таблица 4

Геодезические координаты пунктов в системе ПЗ-90

№ пункта	$B, \text{ }^\circ \text{ ' '}$	$L, \text{ }^\circ \text{ ' '}$	$H, \text{ м}$
1	52°09'47,60"	23°51'49,93"	329,466
2	53°39'27,60"	24°02'18,67"	397,621
3	55°11'19,69"	30°20'59,17"	454,330
4	52°34'56,51"	31°01'32,43"	227,367
5	53°55'38,59"	27°30'58,14"	450,651

Выполним преобразования геодезических координат из системы координат СК-42 в геоцентрическую систему координат WGS-84, используя различные параметры связи из 3-х источников (табл. 5).

Таблица 5

Геодезические координаты пунктов в системе координат WGS-84

№ пункта	$B, \text{ }^\circ \text{ ' '}$	$L, \text{ }^\circ \text{ ' '}$	$H, \text{ м}$
Источник: ГОСТ 51794-2001			
1	52°09'48,23"	23°51'48,81"	329,196
2	53°39'28,23"	24°02'17,57"	397,343
3	55°11'20,28"	30°20'58,18"	454,023
4	52°34'57,10"	31°01'31,40"	227,071
5	53°55'39,20"	27°30'57,08"	450,361
Источник: ERDAS IMAGINE			
1	52°09'48,12"	23°51'49,21"	329,634
2	53°39'28,12"	24°02'17,95"	397,941
3	55°11'20,20"	30°20'58,52"	454,534
4	52°34'57,02"	31°01'31,78"	227,244
5	53°55'39,11"	27°30'57,45"	450,837
Источник: EPSG: 15865			
1	52°09'47,57"	23°51'50,01"	327,328
2	53°39'27,58"	24°02'18,75"	395,462
3	55°11'19,66"	30°20'59,24"	452,148
4	52°34'56,48"	31°01'32,50"	225,222
5	53°55'38,56"	27°30'58,21"	448,487

В таблицах 6 и 7 приведены данные вычислений зависимости между геодезическими координатами в общеземной и референционной системах (формулы (20) – (22)) и выполнен внутренний контроль вычислений при выполнении преобразований координат из системы СК-42 в системы ПЗ-90 и WGS-84.

Таблица 6

Контроль преобразования геодезических координат из СК-42 в ПЗ-90

№ пункта	$\bar{N} - H$	Контроль	$\bar{B} - B$	Контроль	$\bar{L} - L$	Контроль
1	194,750860	194,756225	0,477205	0,477494	7,794686	7,794595
2	195,615594	195,621239	0,394069	0,394365	8,033706	8,033608
3	204,776739	204,782550	-0,063604	-0,063192	7,998353	7,998220
4	205,303335	205,308621	0,038445	0,038748	7,527367	7,527247
5	200,645021	200,650645	0,171405	0,171708	7,925328	7,925213

Таблица 7

Контроль преобразования геодезических координат из СК-42 в WGS-84

№ пункта	$\bar{H} - H$	Контроль	$\bar{B} - B$	Контроль	$\bar{L} - L$	Контроль
Источник: ГОСТ 51794-2001						
1	194,481418	194,486492	1,108570	1,108878	6,666833	6,666780
2	195,338045	195,343422	1,023173	1,023488	6,928133	6,928077
3	204,470817	204,476395	0,529762	0,530092	7,005937	7,005848
4	205,008253	205,013264	0,630013	0,630333	6,498514	6,498433
5	200,356049	200,361414	0,782179	0,782500	6,872046	6,871974
Источник: ERDAS IMAGINE						
1	194,918949	194,924161	0,997137	0,997440	7,069651	7,009590
2	195,935934	195,941440	0,912883	0,913194	7,312168	7,312103
3	204,981479	204,987174	0,449451	0,449776	7,355449	7,355351
4	205,180375	205,185522	0,552111	0,552432	6,883247	6,883158
5	200,831440	200,836932	0,687988	0,688304	7,244815	7,244734
Источник: EPSG: 15865						
1	192,612725	192,618216	0,449774	0,450072	7,870686	7,870594
2	193,455736	193,461514	0,367621	0,367925	8,109706	8,109608
3	202,595443	202,601395	-0,088933	-0,088612	8,074353	8,074218
4	203,159026	203,164441	0,011288	0,011600	7,603367	7,603245
5	198,481325	198,487084	0,145135	0,145447	8,001328	8,001212

Отклонения между контрольными и вычисленными значениями представлены в таблицах 8, 9.

Таблица 8

Отклонения приращений геодезических координат от контрольных вычислений при преобразовании координат из СК-42 в ПЗ-90

№ пункта	$\Delta_{\bar{H}-H}$	$\Delta_{\bar{B}-B}$	$\Delta_{\bar{L}-L}$
1	-0,005365	0,000289	0,000091
2	-0,005645	0,000296	0,000098
3	-0,005811	0,000312	0,000135
4	-0,005286	0,000303	0,000121
5	-0,005624	0,000302	0,000114

Таблица 9

Отклонения приращений геодезических координат от контрольных вычислений при преобразовании координат из СК-42 в WGS-84

№ пункта	$\Delta_{\bar{H}-H}$, м	$\Delta_{\bar{B}-B}$, "	$\Delta_{\bar{L}-L}$, "
Источник: ГОСТ 51794-2001			
1	-0,005074	0,000308	0,000005
2	-0,005378	0,000315	0,000006
3	-0,005578	0,000330	0,000009
4	-0,005012	0,000320	0,000008
5	-0,005365	0,000321	0,000007
Источник: ERDAS IMAGINE			
1	-0,005212	0,000303	0,000006
2	-0,005506	0,000311	0,000006
3	-0,005695	0,000325	0,000010
4	-0,005148	0,000315	0,000009
5	-0,005492	0,000316	0,000008
Источник: EPSG: 15865			
1	-0,005491	0,000297	0,000009
2	-0,005778	0,000304	0,000010
3	-0,005952	0,000321	0,000134
4	-0,005414	0,000311	0,000122
5	-0,005758	0,000311	0,000115

Анализируя таблицы 8 и 9, можно сделать выводы о том, что максимальные отклонения получены по вычисленным приращениям высот, минимальные отклонения – по приращениям долгот. Причем эти отклонения не зависят от параметров связи систем координат СК-42 и WGS-84. Следует отметить, что при выполнении преобразований координат из системы СК-42 в общеземную систему WGS-84, независимо от параметров связи данных систем, отклонения приращений координат от контрольных вычислений практически совпадают и сопоставимы с отклонениями приращений координат в системе ПЗ-90.

Заключение. Анализ полученных результатов исследований свидетельствует:

1) в результате проведенных исследований выполнены преобразования геодезических координат пунктов из системы координат СК042 в общеземные системы координат ПЗ-90 и WGS-84 геодезической сети Республики Беларусь по зависимостям (1) – (15) и (16) – (22). Установлено, что формулы (1) – (15) не целесообразно применять при переходе из одной системы координат в другую, так как отклонения приращений геодезических координат от контрольных вычислений колеблются: по высоте от 0,000066 до –0,037044 м; по широте от 0,000175 до 0,319626 ″; по долготе от 0,000046 до 0,001823 ″. Зависимость отклонений между значениями в общеземных системах координат не прослеживается;

2) рекомендуется использовать при выполнении преобразований координат из референц-системы СК-42 в общеземные системы координат ПЗ-90 и WGS-84 формулы (16) – (22), так как отклонения от контрольных вычислений незначительны и сопоставимы в общеземных системах координат (см. табл. 8 – 9);

3) преобразования координат из референц-системы СК-42 в общеземную систему WGS-84 осуществлялось путем семипараметрического преобразования по трем вариантам параметров связи систем координат (см. табл. 5).

По результатам выполнения контроля преобразования геодезических координат из СК-42 в WGS-84 (см. табл. 7) можно говорить о возможности использования следующих параметров связи для выполнения преобразований на территории Республики Беларусь:

$$\Delta x = 23,92 \text{ м}; \Delta y = -141,27 \text{ м}; \Delta z = -80,90 \text{ м}; \omega_x = 0''; \omega_y = 0,35''; \omega_z = 0,82''; \Delta m = -0,12 \cdot 10^{-6},$$

или

$$\Delta x = 27 \text{ м}; \Delta y = -135 \text{ м}; \Delta z = -84,5 \text{ м}; \omega_x = 0''; \omega_y = 0''; \omega_z = -2,686 \cdot 10^{-6}''; \Delta m = 2,263 \cdot 10^{-7},$$

так как по точности преобразований использование данных параметров равнозначно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Генике, А.А. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и ее применение в геодезии / А.А. Генике, Г.Г. Побединский. – М.: «Картгеоцентр» – Геодезиздат, 1999. – 272 с.
2. Огородова, Л.В. Высшая геодезия / Л.В. Огородова: учебник для вузов. – М.: Геодезкартиздат, 2006. – Ч. III. Теоретическая геодезия. – 384 с.
3. Закатов, П.С. Курс высшей геодезии / П.С. Закатов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1976. – 511 с.
4. Опыт создания геоцентрической системы координат ПЗ-90 / В.В. Бойков [и др.] // Геодезия и картография. – 1993. – № 11. – С. 17 – 21.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: //http://Gis-lab.info/qa/datum-transform-sets.html.
6. Hofmann-Wellenhof, B. Global Positioning System. Theorie end Praxis / B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, J. Collins. – Springer, Wien, New York, 1993. – 200 p.
7. [Электронный ресурс] // ERDAS IMAGINE: файл spheroid.tab.
8. EPSG: База MS Access.
9. Практикум по высшей геодезии (вычислительные работы): учеб. пособие для вузов / Н.В. Яковлев [и др.]. – М.: Недра, 1982. – 368 с.
10. Кузнецов, Г.И. Создание в Республике Беларусь основы для модернизации Государственной геодезической сети / Г.И. Кузнецов, В.В. Мкртычян, А.А. Коваль // Геодезия и картография. – 1999. – № 7. – С. 9 – 14.

Поступила 24.05.2012

THE TRANSFORMATION OF THE COORDINATE POINTS OF THE GEODETIC NETWORK OF THE REPUBLIC OF BELARUS OF THE REFERENCE SYSTEM 42 YEARS IN COMMON TERRESTRIAL COORDINATE SYSTEM PARAMETERS OF THE EARTH-90 AND WGS-84

O. PISECKAYA

The article describes the Reference System 42 years and the common terrestrial systems coordinate Parameters of the Earth-90 and WGS-84. Conversion is possible on the basis of the communication parameters of these systems. For each system, the communication parameters are derived from different sources. The formulas and common terrestrial communication y coordinate referents-systems from multiple sources. On the basis of the communication parameters of coordinate systems coordinate the conversion of geodetic network of the Republic of Belarus Reference System coordinates in common terrestrial systems. Indicated formulas, which should not be used for recalculation of the coordinates. The analysis of the recalculation of the coordinates and are practically recommendations on the use of formulas and parameters when the connection recalculation common terrestrial coordinate referents-system for the territory of the Republic of Belarus.