

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
РАЗДЕЛ  
ГЕОДЕЗИЯ И АЭРОФОТОСЪЕМКА

№ 6

Журнал основан в июле 1957 года

Выходит шесть раз в год

ИЗДАНИЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ  
МОСКВА 2009

УДК 528.7(06)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
РАЗДЕЛ  
ГЕОДЕЗИЯ И АЭРОФОТОСЪЕМКА

№ 6

Журнал основан в июле 1957 года  
Выходит шесть раз в год

Главный редактор  
Член-корреспондент РАН, профессор, доктор техн. наук  
**В.П. САВИНЫХ**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Профессор, доктор техн. наук **БАТРАКОВ Ю.Г.**, профессор, кандидат техн. наук **БИЛИЧ Ю.С.**,  
профессор, доктор техн. наук **ВЕРЕЩАКА Г.В.**, профессор, доктор техн. наук **ГУК А.П.**,  
профессор, доктор техн. наук **ДУБИНОВСКИЙ В.Б.**, профессор, доктор техн. наук **ЖУРКИН И.Г.**,  
профессор, доктор техн. наук **КАРПИК А.П.**, профессор, доктор техн. наук **КЛЮШИН Е.Б.**,  
профессор, доктор техн. наук **КОУГИЯ В.А.**, профессор, доктор техн. наук **МАЙОРОВ А.А.** (зам. главного  
редактора), профессор, доктор техн. наук **МАЛИННИКОВ В.А.**, профессор, доктор техн.  
наук **МАРКУЗЕ Ю.И.**, профессор, доктор техн. наук **НЕЙМАН Ю.М.**, профессор, доктор техн. наук **ПАВ-  
ЛОВ В.И.**, профессор, доктор техн. наук **ПИМШИН Ю.И.**, доктор техн. наук **РЯЗАНЦЕВ Г.Е.**, профес-  
сор, доктор техн. наук **ЯКУШЕНКОВ Ю.Г.**, профессор, доктор техн. наук **ЯМБАЕВ Х.К.**,  
профессор, доктор техн. наук **ЯШКИН С.Н.**

Выпускающие редакторы К.В. Любомирова, Е.А. Евтеева

Сдано в набор 01.12.2009. Подписано в печать 23.12.2009.

Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Усл. печ. л. 14,0.

Тираж 250 экз. Заказ 361

Адрес редакции: 105064, Москва, Гороховский пер., 4.

E-mail: redakcia@miigaik.ru

тел. 8 (499) 261-8286

Отпечатано в типографии МИИГАиК

ISSN 0536-101X

© Изв. вузов. «Геодезия и аэрофотосъемка», 2009.

## ГЕОДЕЗИЯ, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

УДК 528.2:629.78

СОСТАВЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ ПОПРАВОК ПРЕОБРАЗОВАННЫХ  
КООРДИНАТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Кандидат техн. наук **А.В. Антипов**  
 ГУП «Мосгоргеотрест», г. Москва  
 E-mail: geotrest@infostroi.ru

**Аннотация.** В соответствии с концепцией алгоритма преобразований координат при спутниковых методах измерений разработаны линейные уравнения поправок преобразованных координат.

**Ключевые слова:** преобразование координат, уравнение поправок, масштабный коэффициент, псевдодальность

**Abstract.** Linear correction equations of transformed coordinates were devised in concordance with the conception of satellite measurements coordinates transformation algorithm.

**Keywords:** coordinates transformation, correction equations, scale factor, pseudorange

В статье [1] представлена концепция алгоритма преобразования координат при спутниковых методах измерений. Для реализации разработанного алгоритма необходимо привести нелинейные уравнения преобразования к линейному виду. Настоящая статья посвящена составлению линейных уравнений поправок преобразованных координат, полученных по результатам спутниковых измерений.

Для преобразования координат в геодезии может быть использован либо конформный метод, либо метод ортогонального преобразования, так как в этих случаях масштабный коэффициент постоянен для всех осей координат или равен единице. Основанием для обоснования выбора метода преобразования должно являться исследование точности определяемых величин.

Таким образом, при переходе из одной пространственной декартовой системы координат в другую конформным методом необходимо выполнить следующие операции: масштабирование, смещение, поворот:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = (1+\mu) \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta_x \\ \Delta_y \\ \Delta_z \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где  $X, Y, Z$  — преобразованные координаты;  $X_w, Y_w, Z_w$  — преобразуемые координаты (координаты в системе WGS-84);  $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$  — смещения начала координат;  $1-\mu$  — масштабный коэффициент;

$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{pmatrix}$  — матрица вращения.

Матрица вращения получена путем последовательного разворота осей координат на углы  $\alpha, \omega, \gamma$ :

$$\mathbf{A} = \mathbf{A}_\alpha \mathbf{A}_\omega \mathbf{A}_\gamma, \quad (2)$$

где

$$\mathbf{A}_\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha \\ 0 & -\sin\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix}, \quad (3)$$

$$\mathbf{A}_\omega = \begin{pmatrix} \cos\omega & 0 & \sin\omega \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\omega & 0 & \cos\omega \end{pmatrix}, \quad (4)$$

$$\mathbf{A}_\gamma = \begin{pmatrix} \cos\gamma & \sin\gamma & 0 \\ -\sin\gamma & \cos\gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (5)$$