

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

**6-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ
И МОНИТОРИНГ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ»**

Сборник научных трудов

**Под общей редакцией доктора технических наук,
проф. И.А.Басовой**

Тула 2021

УДК 332.3/7

ББК 65.22

К13

6-я Международная научно-техническая интернет-конференция «Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов»: сборник научных трудов / под общей редакцией И.А.Басовой, Тула: Изд-во ТулГУ, 2021. 327 с.

ISBN 978-5-7679-4747-8

Представлены материалы научных исследований в области государственного кадастра недвижимости и земельно-имущественных отношений, мониторинга природных ресурсов и охраны окружающей среды, комплексного использования природных ресурсов, геологии, физики горных пород, новых технологий в природопользовании, современных информационных технологий, экономики недвижимости, мониторинга объектов недвижимости.

Сборник предназначен для научных, инженерно-технических работников и студентов, связанных в своей деятельности с вопросами кадастра недвижимости и мониторинга природных ресурсов.

Организационный комитет благодарит ученых, специалистов, руководителей, аспирантов и студентов, принявших участие в конференции, и надеемся, что обмен информацией и знаниями был полезен для решения ваших задач.

Напоминаем, что в соответствии с п.11 Постановления Правительства № 27 от 20 апреля 2006 года работы, опубликованные в материалах всероссийских конференций, зачитываются ВАК РФ при защите диссертаций.

Сборник постатейно регистрируется в РИНЦ (Договор № 2658-11/2014К).

Редакционная коллегия

Струков В.Б. (ответственный редактор), Чекулаев В.В. (ответственный секретарь), Устинова Е.А., Король В.В., Егорова Т.А.

ISBN 978-5-7679-4747-8

© Авторы докладов, 2021

© Издательство ТулГУ, 2021

9. Топографо-геодезическое обеспечение кадастровых работ

УДК 528.63

Сравнение элементов преобразования при разных способах реализации вычислительного алгоритма их получения

Дегтярёв А.М., доцент, Ивашнёва А.С., аспирант
Полоцкий государственный университет, Беларусь

Проведено сравнение элементов преобразования, полученных при разных способах реализации вычислительного алгоритма их получения, а именно когда в процессе вычислений производные берутся по коэффициентам или по элементам (модель трансформирования известна). Вычислительный эксперимент проведен с использованием аффинной и конформной моделей при нескольких вариантах расположения общих точек.

Необходимость преобразования координат возникает, когда координаты геодезических точек вычисляют в различных координатных системах. На сегодняшний день необходимость в данной процедуре растет, это связано с ростом количества и качества информации и необходимостью интегрирования данных из разнородных источников.

Двумерное трансформирование очень часто является достаточным для решения подавляющего числа задач на преобразование систем координат. В большинстве практических случаев задача такого рода решается, когда часть сети вставляется в сеть с другой системой координат; когда определяются элементы деформации различных объектов; когда главные оси объектов включаются в государственную систему; в фотограмметрических работах; в географических информационных системах, при выполнении кадастровых работ и т.д.

Преобразование координат из одной системы в другую может быть проведено по формулам, которые имеют вид [1]

$$Y_{\mathbf{H}} = f_1(y, x) = a_1 Y_{\mathbf{C}} + b_1 X_{\mathbf{C}} + c_1. \quad (1)$$

$$X_{\mathbf{H}} = f_2(y, x) = a_2 Y_{\mathbf{C}} + b_2 X_{\mathbf{C}} + c_2.$$

где $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2$ - преобразующие коэффициенты; $X_{\mathbf{H}}, Y_{\mathbf{H}}$ - координаты общей точки в старой системе; $X_{\mathbf{C}}, Y_{\mathbf{C}}$ - координаты этой же точки в новой системе.

В зависимости от того какими элементами преобразования представлено трансформирование выделяют следующие традиционные модели планового преобразования координат: твердотельные, конформные, ортогональные, аффинные.

Всего существует шесть элементов двумерного преобразования, которые могут участвовать в трансформировании координатных систем: t_x – сдвиг по оси X , t_y – сдвиг по оси Y , φ – угол поворота осей одной координатной системы относительно другой, m_x – величина изменения масштаба по оси X , m_y – величина изменения масштаба по оси Y , ε – угол неортогональности между осями двух координатных систем. В зависимости от того, какая модель преобразования, в коэффициентах будет содержаться определенный набор элементов.

В конформной модели выполняется равномерный разворот всех точек на угол φ , сдвиги по осям на величины t_x и t_y и равномерно изменяется масштаб на величину m по формулам:

$$X_{\mathbf{H}} = t_x + m \cdot X_{\mathbf{C}} \cdot \cos\varphi - m \cdot Y_{\mathbf{C}} \cdot \sin\varphi. \quad (2)$$

$$Y_{\mathbf{H}} = t_y + m \cdot X_{\mathbf{C}} \cdot \sin\varphi + m \cdot Y_{\mathbf{C}} \cdot \cos\varphi.$$

В аффинной модели производится сдвиг по осям на величины t_x и t_y , изменяется масштаб на величины m_x и m_y , выполняется поворот относительно одной оси на угол φ_1 , а другой, на угол $\varphi_2 = \varphi_1 + \varepsilon$, т.е. с нарушением ортогональности исходной системы координат, по формулам:

$$X_{\mathbf{H}} = t_x + m_x \cdot X_{\mathbf{C}} \cdot \cos\varphi - m_y \cdot Y_{\mathbf{C}} \cdot (\sin\varphi + \sin\varepsilon \cdot \cos\varphi). \quad (3)$$

$$Y_{\mathbf{H}} = t_y + m_x \cdot X_{\mathbf{C}} \cdot \sin\varphi + m_y \cdot Y_{\mathbf{C}} \cdot (\cos\varphi - \sin\varepsilon \cdot \sin\varphi).$$

В ходе вычислительного эксперимента стояла задача получить и сравнить элементы преобразования, полученные по способу трансформирования, основанному на производных по коэффициентам, [2] и по способу трансформирования, основанному на производных по элементам [3]. Для реализации данных способов использовались аффинная и конформная модели.

Вычислительный эксперимент проведен по трем вариантам расчета:

- по аффинной модели преобразования, при условии, что производные берутся по коэффициентам. Учитывается, что алгоритм аффинных преобразований дает совершенно идентичные результаты для любых других видов преобразований, если в них отсутствуют не свойственные им параметры

и погрешности координат. То есть, используя аффинные преобразования для случая, когда они точно конформные, мы должны получить результаты, идентичные результатам алгоритма конформных преобразований;

-по конформной модели преобразования, при условии, что производные берутся по коэффициентам;

-по конформной модели преобразования, при условии, что производные берутся по элементам преобразования.

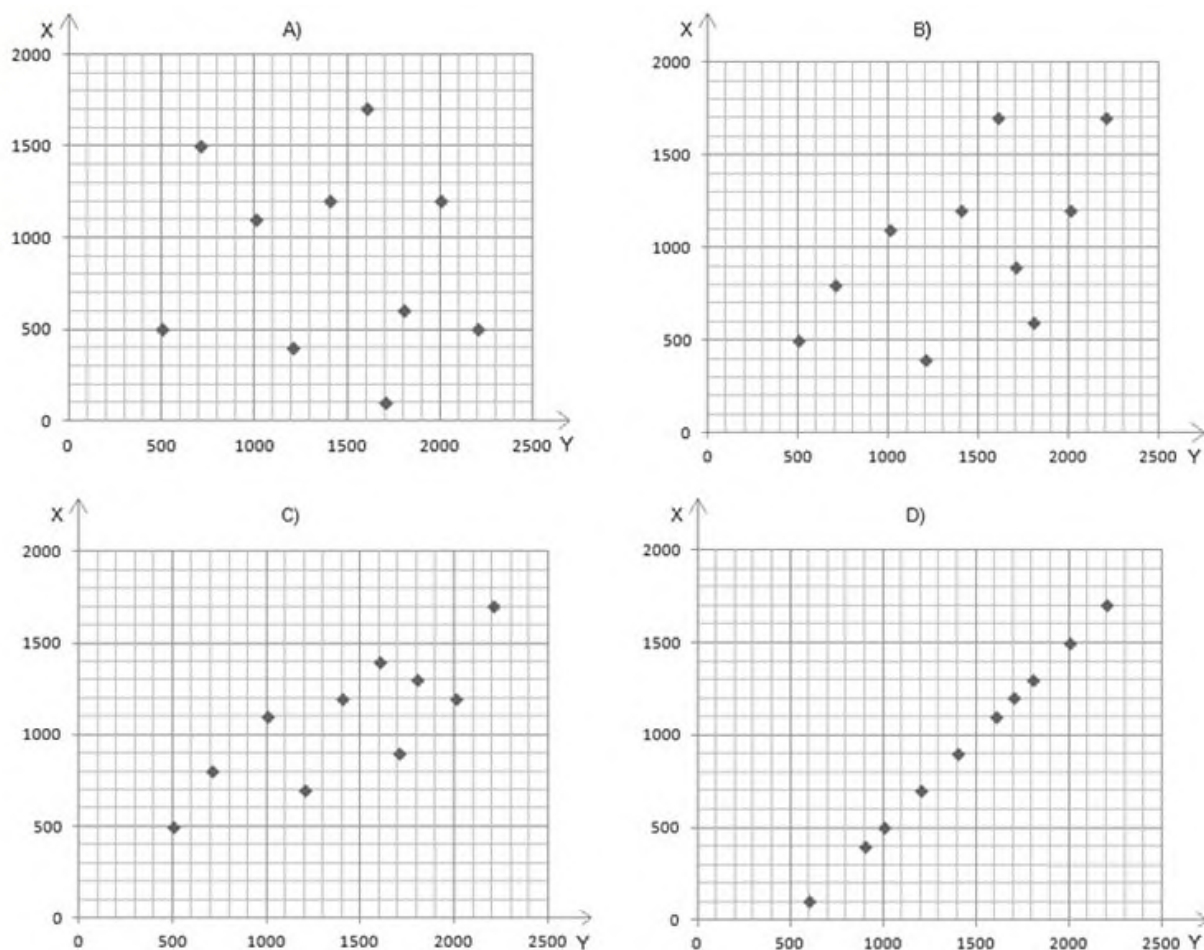
Для вычислительного эксперимента координаты десяти точек преобразовывались в другую систему по известным (заранее заданным) элементам конформной модели трансформирования:

- угол вращения - 30° ,
- масштаб по X, масштаб по Y 2,
- сдвиг по X – 100 м,
- сдвиг по Y - 200 м.

Полученные таким образом две системы координат искажались случайными ошибками. По двум испорченным системам координат вычислялись элементы аффинного и конформного преобразования, и проводилось их сравнение с изначально заложенными элементами преобразования. При этом данные алгоритмы вычислений повторялись при различных вариантах расположения десяти точек. Варианты расположения общих точек, по которым проводились расчеты, представлены на Рисунке 1.

Результаты по трем вариантам реализации алгоритма вычисления элементов преобразования представлены в таблице 1, таблице 2 и таблице 3, соответственно. Очевидно, что при изменении вида модели трансформирования соответственно будет меняться состав элементов преобразования (аффинная модель – шесть элементов преобразования, конформная модель – четыре элемента преобразования).

Также вычислены отклонения полученных элементов преобразования от изначально заложенных элементов. Результаты представлены в таблице 4, таблице 5 и таблице 6.



KADASTR.ORG

Рис.1 – Геометрия расположения точек А), В), С), D)

Таблица 1 - Вычисленные элементы преобразования
по аффинной модели (производные по коэффициентам преобразования)

Геометрия точек	Угол вращения	Угол нарушения ортогональности	Масштаб по X	Масштаб по Y	Сдвиг по X, м	Сдвиг по Y, м
A)	30°00'02,8"	-0°00'04,5"	2,0000345	2,0000382	99,979	199,927
B)	30°00'02,5"	0°00'00,9"	2,0000410	1,9999973	100,025	200,031
C)	30°00'01,5"	0°00'07,9"	2,0001168	2,0000032	100,018	199,989
D)	75°07'32,4"	-90°46'54,0"	2,3736183	0,4547967	461,362	847,121

**Таблица 2 - Вычисленные элементы преобразования
по конформной модели (производные по коэффициентам преобразования)**

Геометрия точек	Угол вращения	Масштаб	Сдвиг по X, м	Сдвиг по Y, м
А)	30°00'00,6"	2,00003354	99,990	199,959
В)	30°00'00,7"	2,00001731	100,017	199,984
С)	30°00'02,8"	2,00000819	100,051	199,980
Д)	29°59'59,7"	1,99996500	100,125	200,089

**Таблица 3 - Вычисленные элементы преобразования
по конформной модели (производные по элементам преобразования)**

Геометрия точек	Угол вращения	Масштаб	Сдвиг по X, м	Сдвиг по Y, м
А)	30°00'00,6"	2,00003354	99,990	199,959
В)	30°00'00,7"	2,00001731	100,017	199,984
С)	30°00'02,8"	2,00000819	100,051	199,980
Д)	29°59'59,7"	1,99996500	100,125	200,089

**Таблица 4 - Отклонения вычисленных элементов преобразования по
аффинной модели от заложенных элементов преобразования (производные
по коэффициентам)**

Геометрия точек	Угол вращения	Угол нарушения ортогональности	Масштаб по X	Масштаб по Y	Сдвиг по X, м	Сдвиг по Y, м
А)	00°00'02,8"	-0°00'04,5"	0,0000345	0,0000382	-0,021	-0,073
В)	00°00'02,5"	0°00'00,9"	0,0000410	-0,0000027	0,025	0,031
С)	00°00'01,5"	0°00'07,9"	0,0001168	0,0000032	0,018	-0,011
Д)	-	-	-	-	-	-

Таблица 5 - Отклонения вычисленных элементов преобразования по конформной модели от заложенных элементов преобразования (производные по коэффициентам)

Геометрия точек	Угол вращения	Масштаб	Сдвиг по X, м	Сдвиг по Y, м
A)	0°00'00,6"	0,00003354	-0,010	-0,041
B)	0°00'00,7"	0,00001731	0,017	-0,016
C)	0°00'02,8"	0,00000819	0,051	-0,020
D)	-0°00'00,3"	-0,00003500	0,125	0,089

Таблица 6 - Отклонения вычисленных элементов преобразования по конформной модели от заложенных элементов преобразования (производные по элементам преобразования)

Геометрия точек	Угол вращения	Масштаб	Сдвиг по X, м	Сдвиг по Y, м
A)	0°00'00,6"	0,00003354	-0,010	-0,041
B)	0°00'00,7"	0,00001731	0,017	-0,016
C)	0°00'02,8"	0,00000819	0,051	-0,020
D)	-0°00'00,3"	-0,00003500	0,125	0,089

На основе полученных данных, можно сделать вывод о том, что два способа решения задачи трансформирования, когда производные берутся по коэффициентам и по элементам преобразования, дают одинаковые результаты (при одной модели преобразования). При этом алгоритм с производными по коэффициентам обладает простым ходом вычислений, в отличие от алгоритма с производными по элементам, где решение получается методом итераций.

Проанализировав изменения элементов преобразования по трем алгоритмам вычисления, следует отметить, что по мере приближения к наилучшей геометрии расположения общих точек наиболее устойчивой моделью является конформная модель.

Библиографический список

1. Михайлович, К. Геодезия (уравнительный вычисления) / К. Михайлович; перевод с сербско-харватского С.В. Лебедев. - М.: «Недра», 1984. – 448 с.
2. Ghilani, Charles D. Adjustment computations: spatial data analysis / Charles D. Ghilani, Paul R. Wolf. – Hoboken: JOHN WILEY & SONS, INC., 2006. – 632 с.
3. Sneeuw, Nico. Adjustment Theory January (Lecture Notes)/ Nico Sneeuw, Friedhelm Krumm, Matthias Roth - 2020. - 154 с.

УДК 332.2+528.92

Геодезическое обеспечение реконструкции участка дороги на примере улицы Сыдыкова в городе Бишкек

**Ыманбеков К.Ы., магистрант, Солпиева Ж.А., преподаватель,
Исмаилов Н.Ы., преподаватель**

*Кыргызский государственный университет строительства,
транспорта и архитектуры им. Н.Исанова, Кыргызстан*

Рассмотрено создание электронного картографо-геодезического материала с составлением топографического плана участка линейного объекта применением в комплексе с традиционными наземными методами для обеспечения и развития дальнейших работ.

К числу важнейших сведений государственного кадастра линейных объектов относят геодезические работы. На данный момент трудно переоценить значение таких объектов как: автомобильные дороги, железные дороги, улицы для развития территорий и обеспечения качества жизни людей. Сложилась практика называть объекты, главная характеристика которых протяженность, линейными объектами.

В зависимости от вида объекта возникают особенности при подготовке кадастровых документов, кадастровом учете и регистрации прав на объект. Кадастровые работы в отношении сооружения являются одним из заключительных этапов, который необходим для кадастрового учета созданного объекта, регистрации прав на него и получения объектом статуса недвижимого имущества.