

ВЫБОР ПРОЕКЦИИ ДЛЯ КАРТОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Подшивалов В.П., Будо А.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Как известно три вида геодезических проекций являются наиболее распространенными в мировой геодезической практике, при этом все они являются перспективными и симметричными относительно распределения всех видов искажений внутри изображаемой зоны. При этом во всех этих проекциях линейные искажения, обусловленные частным масштабом длин, существенно более значимы по сравнению с искажениями, обусловленными кривизной изображения геодезической линии. В поперечно-цилиндрических проекциях масштаб в точке возрастает, примерно, пропорционально квадрату ее ординаты (удаления от осевого меридиана), в конических – примерно, пропорционально квадрату абсциссы (удаления от стандартной параллели), в азимутальных – примерно, пропорционально квадрату удаления от центральной точки проекции. Линии с постоянным значением частного масштаба длин или равных линейных искажений в теории отображения поверхностей называют **изоколами**. При этом в цилиндрических проекциях изоколы симметрично расположены относительно изображения осевого меридиана, в конических – симметрично относительно изображения стандартной параллели, в азимутальных – окружности, описанной вокруг центральной точки проекции.

Пусть имеем значение масштаба m_0 на осевом меридиане цилиндрических, на стандартной параллели конических и в центральной точке азимутальных проекций. Поставим условие, чтобы максимальное значение масштаба m_{\max} на краю изображаемой зоны было бы настолько больше единицы, насколько значение масштаба m_0 меньше единицы.

$$1 - m_0 = m_{\max} - 1.$$

Значение масштаба m_{\max} при $m_0 < 1$ связано со значением масштаба m'_0 при $m'_0 = 1$ следующим очевидным уравнением:

$$m_{\max} = m_0 m'_{\max}.$$

Отсюда получаем для значения масштаба m_0 , при котором в пределах всей изображаемой зоны масштаб по абсолютному значению будет меньше всего отличаться от единицы.

$$m_0 = \frac{2}{1 + m'_{\max}}. \quad (1)$$

В этом случае максимальные для данной зоны линейные искажения будут наименьшими.

Если требуется получить такую проекцию, для которой линейные искажения отсутствуют вдоль какой-либо изоколы $m = \text{const}$, то достаточно принять значение

$$m_0 = 1 / m. \quad (2)$$

Используя приведенные уравнения, можно моделировать распределение линейных искажений внутри изображаемой области. Например, подсчитав значение частного масштаба длин на краю шестиградусной координатной зоны для средней широты США, получаем значение $m_0 = 0.9996$, принятое в проекции *UTM* для США.

В 1853 г. академик П.Л. Чебышев сформулировал теорему: «Наивыгоднейшая равноугольная проекция для изображения какой-нибудь части земной поверхности на карте есть та, в которой на границе изображения масштаб сохраняет одну и ту же величину». Эту теорему доказал в 1894 г. академик Д.А. Граве. На этой основе нами предложен новый класс геодезических проекций [1-2 и др.], для формирования которых разработан общий алгоритм вычислений, реализуемый на ЭВМ в автоматическом режиме. Такие проекции объединяют достоинства геодезических и картографических проекций: высокую точность, разнообразие и приспособляемость к форме и размерам изображаемой территории. На основе теории, разработанной нами, в программу «*Кредо ТРАНСКОР 3.0*» добавлен функционал вычисления оптимальных параметров композиционной проекции, которая обеспечивает минимальные искажения для больших площадных и протяженных линейных объектов произвольной ориентации. Это комбинированный вид систем координат, представляющий собой объединение двух проекций: конической и поперечно-цилиндрической с различными коэффициентами влияния с итоговым суммарным значением коэффициентов влияния равным 1.0. Реализованной в программе метод «Поиска параметров композиционной проекции» позволяет добиться оптимальных условий отображения конкретной области. Проекция предназначена для использования на территориях где известные проекции на отдельных участках имеют значительные отклонения масштабного коэффициента от 1.0 – протяженных линейных и площадных объектах, пересекающих несколько шестиградусных зон. Расчет оптимальных коэффициентов

влияния двух проекций в системе выполняется автоматически, он зависит от полноты указанных пользователем пунктов, описывающих объект. Моделирование масштабов изображений в композиционной проекции сохраняет и основное преимущество исходных проекций – они остаются конформными.

Таблица 1 – Распределение масштабных коэффициентов в композиционной проекции, конической проекции Ламберта и поперечно-цилиндрической проекции Гаусса – Крюгера

Названия точек	КП	ПЛ	ПГК
1	2	3	4
Барановичи - П	0,99998	1,00000	1,00021
Вольно	0,99998	1,00001	1,00016
Столбцы	0,99998	1,00003	1,00011
Дзержинск	0,99998	1,00005	1,00007
Витовка	1,00000	1,00009	1,00003
Минск	1,00001	1,00012	1,00001
Марьина Горка	1,00000	1,00005	1,00000
Осиповичи	0,99999	1,00002	1,00003
Бобруйск	1,00001	1,00000	1,00007
Жлобин	0,99998	1,00000	1,00024
Кошелево	1,00002	1,00002	1,00033
Гомель - Ц	1,00002	1,00004	1,00048

Чтобы рассмотреть преимущество композиционной проекции, рассмотрим следующий пример. Имеется участок железной дороги Барановичи – Минск – Гомель, для которого необходимо подобрать оптимальную проекцию. В таблице 1 можно увидеть координаты точек в системе координат WGS84, и масштабные коэффициенты для композиционной проекции (столбец 4), конической проекции Ламберта (столбец 5) и проекции Гаусса - Крюгера (столбец 6).

В композиционной проекции наибольшее отклонение от единичного масштаба составляет 0,00002, в конической проекции Ламберта – 0,00012, в проекции Гаусса – Крюгера – 0,00048. По полученным результатам можно сделать вывод, что композиционная проекция для данного участка имеет наименьшее искажение длин масштабов, и является оптимальной для данного объекта.

Таким образом, вся трасса линейного сооружения располагается в общей системе координат на плоскости проекции, при этом максимальные искажения не превзойдут величины 1:50 000, что можно считать пренебрегаемо малыми величинами при проектировании, строительстве и эксплуатации дорожных сооружений (отклонения реальных величин на местности от соответствующих значений, вычисленным по координатам проекции). Особенно важным достоинством такого решения задачи при

создании координатного описания геоинформационных систем обеспечения транспортной инфраструктуры.

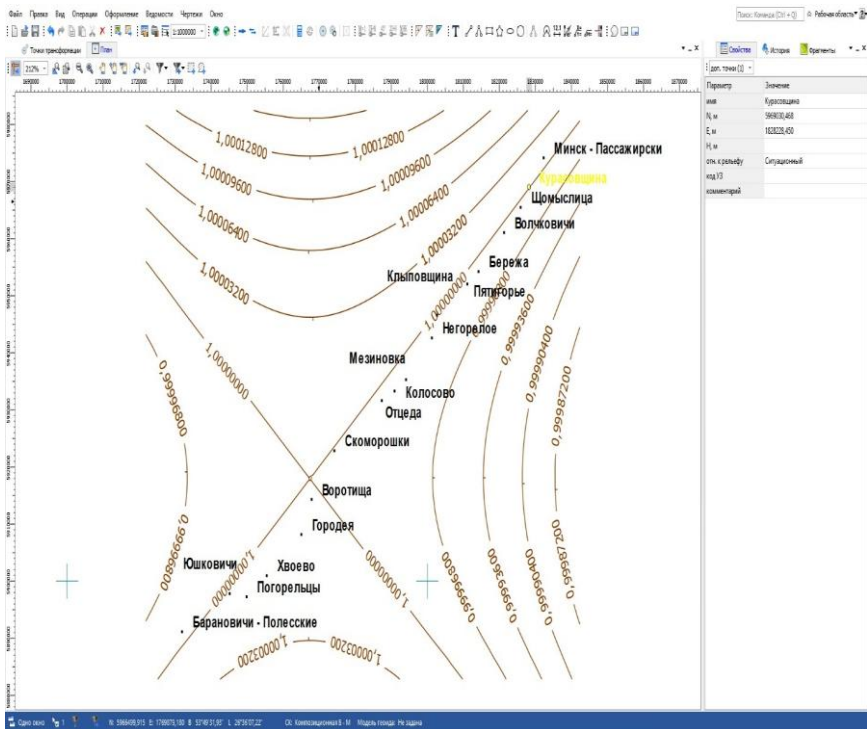


Рис. 1. Транскор 3.0. Линии равных искажений в композиционной проекции

Литература

1. Подшивалов В. П. Координатная среда для геоинформационных систем. Геодезия и картография, №6. М., 1997. с. 51-55
2. Подшивалов В. П. Композиционные геодезические проекции. Геодезия и картография, №8. М., 2000. с. 39-43