

МЕСТНЫЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

А.П. Герасимов (29-й НИИ МО РФ)

В 1966 г. окончил Военно-инженерную академию им. В.В. Куйбышева по специальности «астрономо-геодезия». После окончания академии работает в 29-м НИИ МО РФ, в настоящее время — старший научный сотрудник геодезического отдела. Кандидат технических наук. Лауреат премии им. Ф.Н. Красовского.

В последние годы активно обсуждаются вопросы, связанные с применением местных систем координат (МСК). Часто приходится сталкиваться с такими мнениями и решениями, которые полностью противоречат не только опыту мировой и отечественной геодезии, но и постановлениям Правительства Российской Федерации. Особое беспокойство вызывают статьи [1] и [2], опубликованные в журнале «Геопрофи», а также низкий научно-технический уровень государственного документа «Правила установления местных систем координат» [3].

Теория местных систем координат проста, это — теория проекции Гаусса. Проекция Гаусса не может вносить ошибок в геодезические измерения, снижать точность пунктов государственной геодезической сети и точность топографических карт, как это сказано в статье [1]. Теория проекции Гаусса подробно и точно изложена, например, в книге В.П. Морозова [4].

Термин «местные системы координат» не означает установления какой-то особой геодезической системы координат со своим началом и ориентировкой осей, как это определено в [3]. Местной системой координат называется система плоских прямоугольных координат в проекции Гаусса с местной координатной сеткой. Местные системы создаются в государственной геодезической системе координат в проекции Гаусса с элементами эллипсоида Красовского. Это положение реализовано в системе координат 1963 г. (СК-63) и в местных системах координат

субъектов РФ. Мнение авторов статьи [1] о том, что «система координат СК-63 по своим характеристикам точности не отвечает современным требованиям создания и использования крупномасштабных карт и планов» противоречит теории проекции Гаусса.

Плоские прямоугольные координаты x_m, y_m в местной системе и x, y в проекции Гаусса — Крюгера разные. Термин «местные системы координат» не относится к пространственным прямоугольным координатам X, Y, Z и к геодезическим координатам B, L . На картах, составленных в местной системе и в государственной системе СК-42, координаты B, L контуров одни и те же.

Плоские прямоугольные координаты x, y в проекции Гаусса зависят от координатной сетки. К параметрам координатной сетки относятся:

- долгота осевого меридиана первой зоны L_1^0 ;
- координаты условного начала x_0, y_0 ;
- ширина координатной зоны L ;
- масштаб на осевом меридиане m .

В зависимости от параметров координатной сетки применяются различные названия проекции Гаусса:

- проекция Гаусса — Крюгера с параметрами $L_1^0 = 3^\circ, x_0 = 0, y_0 = 500 \text{ км}, \Delta L = 6^\circ, m = 1$;
- проекция УТМ с параметрами $L_1^0 = 183^\circ, x_0 = 0, y_0 = 500 \text{ км}, \Delta L = 6^\circ, m = 0,9996$;
- модифицированная проекция УТМ в Египте и Сирии с параметрами $L_1^0 = 25^\circ 30', x_0 = 0, y_0 = 200 \text{ км}, \Delta L = 3^\circ, m = 0,99985$;

— трехградусная проекция Гаусса в России с параметрами $L_1^0 = 3^\circ, x_0 = 0, y_0 = 0, \Delta L = 3^\circ, m = 1$;

— проекция Гаусса с местными координатными сетками.

В этих видах проекции Гаусса нет таких параметров как «координаты начала местной системы координат в государственной системе координат», «долгота осевого меридиана, проходящего через начало местной системы координат», «угол поворота осей координат местной системы координат в точке начала местной системы координат», которые требуют правила [3]. С этими параметрами невозможно создавать точные местные системы субъектов РФ.

С параметрами, которые перечислены в [3], создавались местные системы для небольших территорий (городов). В этих местных системах пересчет координат выполняется по формулам проекции Гаусса, которые были рассчитаны на применение арифмометров [5] и обеспечивают требуемую точность лишь при незначительных удалениях от осевого меридиана. Этот очевидный факт отметили и авторы статьи [1], указав, что во многих случаях на границах присоединенных территорий возникают невязки, достигающие метра и более.

Похоже, что результаты анализа местных систем координат, выполненного в 2006–2008 гг. ЦНИИГАиК и МИИГАиК по заданию Роскартографии, о котором сказано в статье [1], основаны на предположении, что в местных системах субъектов РФ применяются приближенные фор-

мулы как в местных системах координат для городов. Это предположение подтверждается фразой из статьи о том, что в 29-м НИИ МО РФ было предложено решение, в котором осевой меридиан МСК устанавливался приблизительно в середине территории субъекта РФ, т. е. как в городских местных системах координат. Это полное непонимание теории современных местных систем координат.

В местных системах координат субъектов РФ и в системе СК-63 применяются точные формулы проекции Гаусса. Они опубликованы, в частности, в 1996 г. в книге [6], в ГОСТ Р* 51794-2001 [7], в документах Роснедвижимости. Указанные формулы обеспечивают пересчеты координат с ошибкой не более 1 мм при удалениях от осевого меридиана до 9°. Благодаря этому, несогласованность координат, вычисленных от разных осевых меридианов, или, следуя статье [1], невязка на границах присоединенных территорий, не превышает 1 мм.

Местные системы плоских прямоугольных координат должны создаваться в государственной геодезической системе координат. Система СК-63 и местные системы координат субъектов РФ созданы в государственной системе СК-42. Современные местные системы должны быть в системе СК-95. При этом, недопустимо создание «экзотических» проекций, опыт разработки которых, как сказано в статье [1], имеется в МИИТ и МИИГАиК. Судя по статье [2] экзотические местные системы создаются и в других организациях, даже на эллипсоиде WGS-84. Это вредно для практической геодезии.

К сожалению, в статье [1] не ставится задача перевода местных систем координат из СК-42 в СК-95, после установления которой прошло уже 9 лет. В связи с этим рассмотрим основные проблемы данного вопроса.

Для перевода местных систем из СК-42 в СК-95 необходимо

вычислить новые ключи. Наиболее полно интересы практики будут соблюдены, если удастся избежать пересоставления карт и планов, созданных в действующих в настоящее время местных системах координат.

Для того, чтобы не пересоставлять карты и планы, необходимо, чтобы координаты x , y в старой и новой местных системах координат различались в пределах точности их геодезической основы. Добиться этого можно, если параметры координатной сетки проекции Гаусса в новой системе вычислять при условии минимальных разностей координат в старой и новой местных системах. Следовательно, для геодезических пунктов, координаты которых будут использоваться при вычислении новых ключей, должно выполняться следующее условие:

$$\begin{aligned} x_n - x_c &= v_x; \quad y_n - y_c = v_y; \\ \sum v^2 &= \min, \end{aligned}$$

где x_c , y_c — координаты пунктов в старой МСК; x_n , y_n — координаты в новой МСК.

В статье [8] показано, что координаты пунктов, расположенных на территории города Москвы, в системах СК-42 и СК-95 различаются до 3 м. Анализ этих различий координат показал, что старые и новые ключи будут расходиться тоже до 3 м, а расхождение между старыми и новыми значениями местных координат не превысит 20 см. Этому различию координат соответствует величина 0,1 мм на карте масштаба 1:2000. Таким образом, применение местных систем координат позволяет перейти на новую государственную геодезическую систему СК-95 без больших финансовых затрат.

Для перевода местных систем координат в систему СК-95 нужны соответствующие инструкция и программа вычисления ключей. Судя по публикациям, в том числе и по статье [1], в ЦНИИГАиК, МИИГАиК и МИИТ нет требуемых специалистов. Нельзя отрывать местные системы от государственной системы СК-95 и

создавать «пространственные местные системы координат со своей ориентировкой в теле Земли». После вычисления новых ключей можно будет перейти на применение точных формул проекции Гаусса и в городских местных системах координат.

В статье [1], в связи с местными системами координат, говорится о проблемах, которые необходимо решить для совершенствования государственной геодезической сети (ГГС). Коснемся некоторых из них, отметив еще раз, что местные системы координат никак не влияют на точность ГГС.

Развитие ГГС должно выполняться в соответствии с Основными положениями о государственной геодезической сети Российской Федерации [9]. Основные положения предусматривают, в частности, создание высокоточной геодезической сети (ВГС) и спутниковых геодезических сетей 1 класса (СГС-1) и не включают «построения городских каркасных геодезических сетей», о которых говорится в статье [1]. Нельзя отрывать городские сети и системы координат от государственных. В городах надо создавать сети СГС-1, как составные части ГГС.

ВГС должна являться основой для СГС-1. В статье [1] сказано, что уже создано более 1000 пунктов СГС-1, а ВГС все еще нет. Необходимо в кратчайшие сроки завершить построение ВГС и уравнивать ее в системе СК-95. Методика уравнивания ВГС изложена в статье [10].

В настоящее время отсутствует инструкция о построении СГС-1, а спутниковые сети в городах создаются в соответствии с Руководством по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS [11]. Многие положения этого руководства противоречат теории относительного метода космической геодезии. Так, по руководству спутниковые

сети уравниваются как трилатерация. Только из-за такого уравнивания утрачиваются все положительные качества спутникового метода, кроме производительности труда. Необходимо разработать единую для регионов и городов Инструкцию о построении спутниковых геодезических сетей 1 класса. Методика уравнивания СГС-1 изложена в статье [12].

В заключение назовем основные мероприятия, которые необходимо провести в интересах государственной геодезической сети и государственной системы координат, включая местные системы координат.

1. Восстановить государственное управление высшей геодезией, в том числе возобновить работу межведомственной комиссии по ГГС, которая много лет плодотворно работала под руководством С.Г. Судакова и Л.А. Кашина.

2. В кратчайшие сроки завершить полевые работы по созданию высокоточной геодезической сети и уравнивать ее в системе координат СК-95.

3. Переработать Правила установления местных систем координат, в частности, исключить из них режимные требования.

4. Разработать Инструкцию о построении спутниковых геоде-

зических сетей 1 класса, включающую методику их уравнивания.

5. Перевести местные системы координат из старой государственной системы СК-42 в современную государственную систему СК-95.

6. К решению проблем совершенствования государственной геодезической сети и государственной системы координат привлечь 29-й Научно-исследовательский институт МО РФ.

▼ Список литературы

1. Демьянов Г.В., Майоров А.Н., Побединский Г.Г. Местные системы координат, существующие проблемы и возможные пути их решения // Геопрофи. — 2009. — № 2. — С. 52–57.

2. Беленков О.В. Методика установления местных систем координат // Геопрофи. — 2009. — № 2. — С. 32–34.

3. Правила установления местных систем координат. Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 3 марта 2007 г. № 139.

4. Морозов В.П. Курс сфероидической геодезии. Изд. 2. — М.: Недра, 1979. — 296 с.

5. Тревого И.С., Шевчук П.М. Городская полигонометрия. — М.: Недра, 1986. — 199 с.

6. Герасимов А.П. Уравнивание государственной геодезической сети. — М.: «Картгеоцентр» — «Гео-

дезиздат», 1996. — 216 с.

7. ГОСТ Р* 51794–2001. ИПК Издательство стандартов, 2001.

8. Герасимов А.П., Рентель А.В. Московская система координат // Геодезия и картография. — 2007. — № 5. — С. 14–16.

9. Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации. — М., 2004. — 28 с.

10. Герасимов А.П., Орлов С.В. Уравнивание высокоточной геодезической сети // Геодезия и картография. — 2008. — № 1. — С. 6–8.

11. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS. — М.: ЦНИИГАиК, 2003. — 182 с.

12. Герасимов А.П., Орлов С.В. Уравнивание спутниковых геодезических сетей 1 класса // Геодезия и картография. — 2009. — № 5. — С. 10–13.

RESUME

The author considers the «local coordinate system» notion based on the rectangular plane coordinate system in the Gauss projection. The main problems of local coordinate systems transformation from the SK-42 coordinate system to SK-45 are highlighted. Measures are offered in the interests of the State geodetic network and the State coordinate system as well including local coordinate systems.

СТАЛКЕР 75-02

цифровой трассоискатель



РАДИО-СЕРВИС
научно-производственная фирма

Генератор:

- Максимальная мощность 75 Вт (непрерывный и импульсный режим генерации)
- 4 частоты (возможны частоты на заказ)
- Измерение тока, подаваемого в линию
- Встроенные аккумуляторы
- Влагозащищенный, ударопрочный корпус (IP 44)

Приемник:

- Высокая помехоустойчивость
- Автоматическое измерение глубины
- Влагозащищенный, ударопрочный корпус (IP 42)
- Диапазон рабочих температур от -30 до +55
- Бесконтактный датчик контроля изоляции (опция)
- Навигация влево/вправо
- Встроенные аккумулятор и зарядное устройство



трассоискатель "Сталкер 75-02" - прибор для поиска скрытых коммуникаций на глубине до 10 м и дальности до 10 км от места подключения генератора

426033, г.Ижевск, а/я 4579
ул.Пушкинская, 268
тел.: (3412) 43-91-44
факс: (3412) 43-92-63
e-mail: office@radio-service.ru
www.radio-service.ru