

УДК 528. 2

## ОСНОВНЫЕ ПУТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*д-р техн. наук В.Ю. МИНЬКО*

*(Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «БелНИЦзем», Минск)*

*Изложены предложения по модернизации существующей государственной геодезической сети Республики Беларусь на основе выполняемых спутниковых координатных определений. Обоснована необходимость перехода на систему координат 1995 года. Рассмотрены пути решения этих важнейших задач топографо-геодезического производства.*

Модернизация существующей государственной геодезической сети республики возможна после выполнения работ по переходу на систему координат 1995 года и завершения построения спутниковой геодезической сети 1 класса на всей территории с ее уравниванием.

Система координат 1995 года (СК-95) была образована в результате уравнивания обширной астрономо-геодезической сети (АГС) СССР, включавшей 164 тысячи пунктов. В эту сеть входили и пункты государственной геодезической сети Республики Беларусь - 2509 пунктов триангуляции 1 и 2 классов. В России СК-95 была принята постановлением Правительства, координаты пунктов в этой системе на белорусскую территорию были переданы в Республику Беларусь. Поскольку в уравнивание астрономо-геодезической сети СССР пункты триангуляции 3 и 4 классов не включались, а таких пунктов на территории нашей республики 4284, перед белорусскими геодезистами встали две задачи:

- 1) выбрать метод и перевычислить в систему координат 1995 года все пункты триангуляции 3 и 4 классов;
- 2) принять систему координат 1995 года для использования всеми предприятиями и организациями, выполняющими топографо-геодезические работы на территории республики, взамен действующей системы координат 1942 года, как не отвечающей современным требованиям по точности.

Для территории СССР в системе координат 1995 года пункты астрономо-геодезической сети имеют среднее квадратическое значение относительной погрешности линий 1:260000, средние квадратические погрешности положения смежных пунктов 2-4 см, а средние квадратические погрешности взаимного положения наиболее удаленных друг от друга пунктов - 1 м по каждой координате. Это совершенно новый уровень точности, поэтому переход на новую систему координат в сложившихся условиях (до построения сплошной спутниковой сети 1 класса на всей территории государства) является совершенно необходимым.

Анализируя пути перевычисления координат пунктов из СК-42 в СК-95, М.И. Юркина и Л.И. Серебрякова пишут: «Преобразование координат АГС 3 и 4 классов из СК-42 в СК-95 с надлежащей точностью при минимуме затрат является одной из задач перехода к новой системе координат. При этом могут быть разные решения:

- переуровнивание сетей сгущения и вставок пунктов 3-4 классов в каркас из пунктов 1 - 2 классов как исходных;
- пересчет с использованием локальных параметров ортогонального координатного преобразования, определяемых из сопоставления координат пунктов 1 и 2 классов в обеих системах;
- интерполяция поправок, полученных по результатам уравнивания АГС, на основе графических или цифровых схем поправок.

Первый способ наиболее универсальный и строгий, но и наиболее трудоемкий, особенно в части работ по систематизации и анализу материалов наблюдений в сетях 3 и 4 классов, в то же время он не требует новых технологических разработок и основывается на вполне освоенных процессах обработки данных на ЭВМ.

Целесообразность других методов зависит от требований, предъявляемых к точности решения, необходимой оперативности и других условий задач. Здесь рекомендуется:

- когда необходимая информация собрана, проанализирована и введена в ЭВМ, должно быть выполнено переуровнивание координат;
- для всех трапеций с регулярной системой поправок (среднее квадратическое значение остаточных уклонений менее 5 см) должен быть использован подходящий вариант локального координатного преобразования (с использованием всех пунктов трапеции или ограниченного числа смежных с определяемыми);
- на основе анализа схем поправок, схем сетей 1 - 2 и 3 - 4 классов должен быть сделан выбор между числовой интерполяцией поправок или переуровниванием координат с учетом необходимости и возможности дополнительного сбора и анализа результатов измерений.

После определения тем или иным способом координат всех пунктов 3-4 классов в СК-95 переход к этой системе для других пунктов низших классов и разрядов геодезических построений должен выполняться методом цифровой нелинейной интерполяции поправок на основе списков расхождения координат пунктов государственной геодезической сети в СК-42 и СК-95. Таким же образом можно переходить от СК-95 к СК-42 для обеспечения связи между старыми и новыми определениями» [1].

Приведем еще мнение, высказанное Н.Л. Макаренко и Г.В. Демьяновой: «Как известно, по результатам совместного уравнивания 1995 года и заключительного уравнивания 1996 года СК-95 была реализована координатами 164 тыс. пунктов. Необходимо было осуществить перевод в СК-95 примерно 150 тыс. пунктов ГГС 3 и 4 классов.

Исследования локальных деформаций ГГС в СК-42 показали, что метод трансформирования, который первоначально казался вполне естественным, в этом случае неприемлем, и на Межведомственной комиссии по уравниванию было принято решение о переводе координат пунктов ГГС 3 и 4 классов в систему координат СК-95 методом строгого уравнивания с опорой на жесткие пункты АГС» [2].

Приведенное решение Межведомственной комиссии вряд ли приемлемо для условий Беларуси по трем причинам:

- во-первых, территория Республики Беларусь по площади несравнимо меньше территории Российской Федерации;
- во-вторых, точность белорусской сети значительно выше точности сети России, поскольку на территории Беларуси нет локальных участков, где сеть могла бы быть подвержена значительным деформациям;
- в-третьих, на территории республики нет «жестких пунктов АГС», так как «жесткими» они станут после модернизации АГС с использованием результатов координатных спутниковых определений на ряде этих пунктов.

Если «жесткими» считать пункты 1 и 2 классов, вычисленные в СК-95, после модернизации АГС уравнивательные вычисления по переводу в СК-95 пунктов 3 и 4 классов придется выполнять заново, а таких пунктов на территории республики около 3,4 тысяч.

Приведенные мнения можно отнести к проблеме перевода топографо-геодезического производства Российской Федерации на СК-95. Территория Республики Беларусь по площади составляет около 1 % от территории СССР, а по количеству вошедших на то время в уравнивание пунктов - около 1,5 %. По плотности сеть удовлетворяла требованиям, предъявляемым к топографическим съемкам в масштабах 1:5000 и мельче; точность сети позволяла использовать ее для обоснования топографических съемок до масштаба 1:2000 включительно. Поэтому для условий государственной геодезической сети Республики Беларусь представляется целесообразным определить и обосновать методы, более простые по сравнению с методом строгого уравнивания.

В настоящее время РУП «Белаэрокоосмогеодезия» проводит большие работы по построению на территории республики сплошной спутниковой геодезической сети 1 класса.

По завершении работ государственная спутниковая геодезическая сеть Республики Беларусь должна представлять собой единое построение с высокой точностью определения взаимного положения ее пунктов. Достичь выполнения этого условия можно только в результате совместного уравнивания всех пунктов сети после ее построения на всей территории государства. Поэтому неизбежной является необходимость выполнения математической обработки спутниковых измерений в несколько этапов:

- на первом этапе - предварительная их обработка с целью получения рабочих координат с точностью, удовлетворяющей многочисленным потребителям;
- на последнем - окончательное уравнивание всех измерений в сети с оценкой точности полученных результатов. Метод окончательного уравнивания сети должен быть определен и обоснован уже в ближайшее время, эта работа должна завершиться подготовкой Основных положений по уравниванию государственной спутниковой геодезической сети на территории Республики Беларусь.

После окончательного уравнивания сети на основе координат спутниковых пунктов должна быть перевычислена и тем самым модернизирована государственная триангуляционная сеть республики. Перевычисления могут выполняться отдельными участками этой сети (вставками в сеть спутниковых пунктов) с обязательной оценкой точности получаемых результатов. По результатам оценки точности может быть решен вопрос и о статусе этой сети. Можно предположить, что целесообразно будет перевести ее в сеть сгущения спутниковой сети. Перевычислениям будут подлежать и пункты триангуляции 3 и 4 классов, переведенные в систему координат 1995 года.

По нашему мнению, исходя из вышеизложенного, с целью максимального сокращения материальных и трудовых ресурсов перевычисление координат пунктов триангуляции 3 и 4 классов из системы 1942 года в систему 1995 года предлагается выполнять методом трансформирования на плоскости

по формулам конформного преобразования с определением по методу наименьших квадратов следующих параметров:

- смещения определяемых пунктов вдоль осей координат;
- поворота системы координат;
- изменения ее масштаба.

Однако для принятия окончательного решения необходимо выполнить опытно-производственные работы по специально разработанной программе. Независимо от того, каким методом будут выполняться перевычисления, необходимо предусмотреть не только сохранение промежуточных результатов, но и изготовление графических схем поправок для перевода в СК-95 координат пунктов, занесенных в формуляры издательских оригиналов карт.

Таким образом, в современных условиях работы по модернизации государственной геодезической сети Республики Беларусь должны состоять из двух этапов:

- первый этап - получение предварительных (рабочих) координат пунктов 3 и 4 классов в СК-95;
- второй - окончательное перевычисление пунктов 1, 2, 3 и 4 классов в систему координат спутниковых определений - модернизация государственной геодезической сети.

На первом этапе:

- 1) перевычисление координат пунктов 3 и 4 классов в СК-95 путем их трансформирования, получение рабочих координат;
- 2) дополнение каталогов координат пунктов астрономо-геодезической сети в СК-95, полученных из Федеральной службы геодезии и картографии России, координатами перевычисленных пунктов триангуляции 3 и 4 классов;
- 3) внедрение системы координат 1995 года во всех предприятиях и организациях, выполняющих топографо-геодезические работы.

На втором этапе:

- 1) продолжение работ по созданию спутниковой геодезической сети 1 класса на всей территории республики;
- 2) уравнильные вычисления по объектам методами, позволяющими получить предварительные (рабочие) координаты определяемых пунктов, выбор методов;
- 3) уравнивание спутниковой геодезической сети 1 класса как единого геодезического построения на всей территории государства с опорой на пункты высокоточной спутниковой геодезической сети:
  - разработка предложений по методу уравнивания;
  - подготовка Основных положений по уравниванию спутниковой геодезической сети 1 класса;
- 4) перевычисление координат пунктов государственной геодезической сети в систему координат спутниковой геодезической сети 1 класса - модернизация государственных геодезических сетей; оценка точности, определение статуса астрономо-геодезической сети (триангуляция 1 и 2 классов) и сетей сгущения (триангуляция 3 и 4 классов). По результатам анализа перевычислений не исключена возможность перевода модернизированной существующей государственной геодезической сети в сеть сгущения спутниковой геодезической сети СГС-1.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Юркина М.И., Серебрякова Л.И. Действующие системы координат в России // Автоматизированные технологии CREDO. - 2000. - Вып. 2.
2. Макаренко Н.Л., Демьянов Г.В. Система координат СК-95 и пути дальнейшего развития государственной геодезической сети России // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. - 2002. - № 6.