

## Геодезия в моей жизни. Воспоминания. Часть 10. Вычислительная бригада



**Инженерная геодезия – одна из важнейших сфер строительной отрасли. Поэтому многим наверняка будет интересно почитать, как она развивалась, что менялось в оборудовании и подходах к выполнению работы. Этому посвящены воспоминания инженера-геодезиста, специалиста с огромным опытом и негосударственного эксперта Геннадия Козлова, которые мы продолжаем публиковать в журнале «ГеоИнфо».**

### **Геннадий Козлов**

Эксперт негосударственной экспертизы инженерно-геодезических изысканий

### **Системы координат**

В 1983 году экспедиция начала выполнять топографо-геодезические работы по созданию опорных геодезических сетей полигонометрии 4 класса, 1 и 2 разряда и аэрофотосъёмке масштаба 1:2000 городов и посёлков Калининской области. Уравнивание опорных геодезических сетей необходимо было выполнять в двух системах координат – государственной 1942 года (СК-42) и местной (МСК), созданной в городских поселениях при выполнении съёмки масштаба 1:500. При этом очень важно было установить параметры местных систем координат и ключи перехода от системы 1942 года к местным. Правильность установления параметров и ключа определялась получением одинаковых показателей характеристик опорных сетей, полученных из уравниваний в двух системах координат. Меня ещё в техникуме интересовали вопросы высшей геодезии, связанные с параметрами различных систем координат и высот. Поэтому я с интересом согласился заниматься работой в вычислительной бригаде по установлению параметров местных систем координат и ключей перехода от системы 1942 года к местным системам.

Методику вычислений на первом объекте мне объяснил Фёдор Югай. Вычислительная бригада экспедиции выполняла:

- камеральную проверку полевых журналов измерений;
- подготовку перфокарт со значениями измеренных горизонтальных углов и длин линий опорных геодезических сетей для их уравнивания параметрическим способом на ЭВМ в Предприятии №7;
- уравнивание в две руки нивелирных сетей IV класса и сетей технического нивелирования;
- уравнивание в две руки сетей планового съёмочного обоснования;
- составление каталогов координат и высот полигонометрии 4 класса, 1 и 2 разряда;
- составление технических отчетов по результатам выполненных работ.

В декабре 1983 года меня назначили бригадиром вычислительной бригады. В бригаде работало 15 женщин: от опытных инженеров до начинающих техников. Вычисления выполняли с помощью простых арифметических калькуляторов с использованием таблиц тригонометрических функций. Каталоги координат и высот геодезических пунктов, а также технические отчеты о выполненных работах составлялись рукописно, печатались в 4 экземплярах и считывались с рукописным оригиналом. Переплетали машинописные каталоги и технические отчёты в городской типографии и сдавали в Предприятие №7, Московскую территориальную инспекцию государственного геодезического надзора (МТИГГН) и Главное управление архитектуры Калининской области. Один экземпляр с рукописным оригиналом хранился в архиве экспедиции.

В 1984 году меня направили в Новосибирский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (НИИГАиК) на курсы обучения работе на новой ЭВМ Электроника ДЗ-28. Электроника ДЗ-28 представляла собой специализированное настольное управляющее и вычислительное устройство, на котором был реализован интерпретатор языка Бейсик. Так получилось, что на курсы я попал вместе с преподавателем Московского топографического политехникума А.Я.Вороновским, проводившим в период моего обучения практические занятия по геодезическим приборам. Теперь мы оба были студентами, сидели за одной партой и жили в одном номере гостиницы. Конечно, познания новых средств вычислительной техники и языков программирования без базовых теоретических знаний давались не легко, но мы усердно осваивали новые технологии, понимая, что новые ЭВМ нужно будет внедрять в производство.

На мне, как бригадире вычислительной бригады, лежала ответственность за качественную камеральную обработку и уравнивание опорных геодезических сетей, создаваемых экспедицией в городах и посёлках Калининской области. Дело в том, что для проектирования и строительства зданий и сооружений использовались местные системы координат и высот, на которых была выполнена топографическая съёмка масштаба 1:500, планшеты которой хранились в Главном управлении архитектуры Калининской области. Задачей экспедиции было при создании новых опорных сетей геодезических пунктов сохранить ранее установленные местные системы координат и высот, на которых выполнена съёмка 1:500 и построены здания и сооружения. При этом, к сожалению, найти сведения о заданных параметрах местных систем не всегда было можно, поскольку технические отчёты не сохранились. Нам приходилось определять ключи перехода от местных систем к государственной по совмещённым геодезическим пунктам местных сетей, включённым в новую опорную сеть.

Правильность установления параметров местной системы и ключа перехода определялась, как уже было сказано выше, получением одинаковых угловых и линейных невязок опорных геодезических сетей, полученных из уравниваний в двух системах координат. Уравнивание опорных геодезических сетей выполнял первый цех Предприятия №7. Руководил вопросами уравнивания Г.М.Гринберг, который участвовал в подготовке программ уравнивания астрономо-геодезической сети СССР под руководством Геннадия Николаевича Ефимова.

### **Ключи не той связки**

При уравнивании опорной геодезической сети 4 класса и 1 разряда в пгт Выползово Бологовского района в государственной системе координат 1942 года и местной системе координат характеристики ходов сильно отличались. Если в СК-42 все ходы имели допустимые невязки, то в МСК невязки этих же ходов допуски превышали. Мы с Г.М.Гринбергом никак не могли понять причину таких расхождений. Методика подготовки измеренных углов и длин линий для уравнивания использовалась та же, что и для других объектов уравнивания. При уравнивании в СК-42 измеренные линии приводились к горизонту, редуцировались на уровень моря и редуцировались на плоскость проекции Гаусса-Крюгера.

При уравнивании в МСК измеренные линии приводились только к горизонту, т.к. в местных системах координат за уровненную поверхность принималась средняя поверхность города (посёлка), а осевой меридиан местной системы проходил через исходный пункт местной системы (т.е. поправки в измеренные линии за редуцирование на уровненную поверхность и плоскость не вводились).

Тогда я стал разбираться в параметрах местной системы координат. Оказалось, что для установления МСК в пгт Выползово, Московская территориальная инспекция государственного геодезического надзора (МТИГН) использовала параллельный перенос осей координат СК-42 путем вычитания из координаты исходных пунктов в СК-42 постоянных коэффициентов. Стало понятно, что для уравнивания в местной системе координат необходимо редуцировать измеренные линии также, как при уравнивании в СК-42, т.е. на уровень моря и плоскость проекции Гаусса-Крюгера. В результате невязки ходов, уравненных в двух системах координат, получились одинаковыми, т.е. ключ перехода из СК-42 в МСК был найден правильно. Но для меня тогда стало понятно, что устанавливая параметры МСК путём параллельного переноса осей координат СК-42 нельзя. И вот почему...

В СК-42 применялась 6-градусная поперечная цилиндрическая равноугольная картографическая проекция Гаусса-Крюгера.

Относительные искажения длин в отдалённых от осевого меридиана точках на границе 6-градусной зоны составляют для России примерно 1/1400. А это грубее даже предельно допустимой относительной ошибки теодолитного хода – 1/2000, не говоря про полигонометрию 4 класса и 1 разряда, где допустимы относительные ошибки 1/25000 и 1/10000 соответственно. Организации, выполняющие инженерно-геодезические изыскания для строительства в МСК, измеренные линии приводят только к горизонту, а поправки за редуцирование на уровненную поверхность и плоскость не вводят. Поэтому при расположении объектов изысканий на границе 6-градусной зоны координаты пунктов опорного съёмочного обоснования получают недопустимые искажения. Эти доводы я изложил начальнику Московской территориальной инспекции государственного геодезического надзора Олегу Николаевичу Мамаеву. Он согласился и обещал решить этот

вопрос в Управлении государственного геодезического надзора Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР (ГУГК СССР), т.к. указания по установлению МСК выдавал ГУГК.

В дальнейшем, для того чтобы уменьшить искажения местных систем координат, МТИГН стала использовать районные МСК (установленные для каждого района области), образованные путём вычитания постоянных коэффициентов от государственной системы координат 1963 года (СК-63). В СК-63 применялись 3-градусные зоны, что позволяло получать допустимые расхождения МСК.

*Продолжение следует.*