

ДИСКУССИИ И РЕЦЕНЗИИ

УДК 528.52(026)

ПОЛИГОНОМЕТРИЯ ВМЕСТО ТРИАНГУЛЯЦИИ

Развитие народного хозяйства, промышленное освоение новых районов Севера и Востока нашей Родины ставит перед геодезической службой страны как первоочередную задачу быстрее развитие государственной геодезической опорной сети в единой системе координат на всей территории Советского Союза.

Успешное решение такой задачи возможно лишь на основе более широкого внедрения в практику геодезического производства последних достижений науки и техники, а это связано с предварительной разработкой ряда научных проблем. При этом возникает много вопросов, связанных, например, с более активным внедрением в практику этих работ светододалномеров, а это может привести к более широкой замене триангуляции полигонометрией и многому другому. И от того, насколько правильно решается задача создания государственной опорной сети, будет во многом зависеть общий технический уровень как государственных так и ведомственных геодезических работ, выполняемых в нашей стране.

Вышедший из печати очередной выпуск трудов ЦНИИГАиК¹, включающий результаты исследований широкого круга вопросов, связанных с построением опорной геодезической сети, в значительной мере является ответом на вопрос, какими методами в настоящих условиях целесообразно создавать такую сеть. В этом капитальном труде подведены итоги многолетних поисков решения важнейшей задачи сегодняшнего дня, стоящей перед геодезической наукой и практикой.

Рецензируемая работа, кроме введения, в котором автор обосновывает необходимость решения задач, связанных с наиболее совершенными способами развития государственной опорной геодезической сети, состоит из пяти глав.

В главе I рассмотрены вопросы, связанные с необходимой плотностью и точностью опорных геодезических сетей. Они являются исходным фундаментом, опираясь на который, развиваются дальнейшие исследования этой проблемы, описанные в последующих главах этого выпуска. Следует особо подчеркнуть, что при решении основного вопроса, каковым является густота пунктов сети, автор критически оценивает складывающееся в практике стремление к завышенной их плотности. Решение этого вопроса и вопроса точности опорной сети, зависящей от техники и технологии геодезических работ на каждом этапе создания таких сетей и производства топографических съемок, автор впервые связывает не только с задачами государственной картографии, но и с требованиями, предъявляемыми к таким сетям различными инженерными работами с учетом площадей, которые они могут занимать.

Весьма важной для практики и очень трудно теоретически разрешимой является оценка точности астрономо-геодезической сети. Этому вопросу в работе посвящена II глава.

Решая такую задачу, автор впервые учел ошибки исходных данных и воспользовался весьма перспективным, в связи с наличием ЭВМ, методом статистического моделирования, а это значительно повышает оценку полученных результатов.

При этом им была построена модель астрономо-геодезической сети, состоящая из 40 звеньев по 16 равносторонних треугольников в каждом и образующих 16 поли-

¹ А. Ш. Татевян. Исследования о построении опорной геодезической сети. Труды ЦНИИГАиК, вып. 181. «Недра», М., 1967.

гонов, созданных в соответствии с программой и схемой, принятой в СССР для таких сетей, что приближает модель к реальной сети. На основании исследования на такой модели автору удалось получить наиболее обоснованное представление о распределении в сети погрешностей уравненных величин. Учет ошибок исходных данных¹, метод моделирования и их сочетание в приложении к данному вопросу являются оригинальными, и в этом большая заслуга автора.

В итоге этих исследований мы располагаем наиболее обоснованными методами, которые можно применить к оценке реально создаваемым в нашей стране или уже существующим астрономо-геодезическим сетям.

Большое принципиальное значение имеет и вывод автора о сокращении ступеней разрядностей, начиная от самой высокой по точности государственной опорной сети до съемочной включительно. А это приведет к уменьшению влияния ошибок исходных данных на точность результатов. Полученная автором формула, связывающая число ступеней сети с ошибками (поперечный сдвиг) в координатах исходных точек (гл. I, стр. 18)

$$m_{\text{исх}} = \frac{2\sigma + 1}{3\sqrt{2^c + 1}} \gamma N.$$

(где N — знаменатель численного масштаба топографической съемки, 2σ — число сторон хода, c — число ступеней развития съемочных сетей и $\gamma = \pm 0,15$ мм — ошибка нанесения точек с известными координатами), является наглядным тому подтверждением.

Кроме того, на основании проведенных исследований автор приходит и к другому очень важному выводу, что высокоточные разбивочные работы для инженерных сооружений, занимающих сравнительно малые площади, по точности и особенно по схеме их построения не могут быть удовлетворены развитием государственных опорных геодезических сетей. В таких случаях должны создаваться сети специального назначения. Что же касается проектно-изыскательских работ, которые проводят на больших территориях (для линейного строительства, при геологических и геофизических работах), то они должны быть удовлетворены государственной опорной сетью (гл. I, § 1).

В главе III, посвященной триангуляции, после анализа соответствующих формул К. Л. Проворова², предложенных им для оценки продольного и поперечного сдвигов точки относительно смежной с ней в сплошных сетях триангуляции и трилатерации, автор приходит к выводу, что при условии получения равноточных триангуляционных и трилатерационных сетей, стороны последней надо измерять с относительной ошибкой 1 : 350 000, если в триангуляции углы измеряли с ошибкой $m = \pm 1''$, 0. Для получения же результатов линейных измерений с такими ошибками необходимы, как справедливо указано в работе, светодальномеры высокой точности.

Обоснованность рассуждений автора в этом труде подкрепляется рассмотрением и экономических показателей триангуляционных и трилатерационных сетей. Сопоставление таких показателей в работе проведено на примере сплошной сети, состоящей из 232 пунктов, расположенных «в зоне лесотундры, переходящей в тундру и изобилующей небольшими озерами» (стр. 80). Из этого анализа следует, что все расходы на построение такой триангуляции составляют 173,18 тыс. руб., а на создание трилатерации при условии измерения сторон радиодальномерами — 275,13 тыс. руб., то есть последние больше примерно в 1,6 раза. И автор приходит к выводу, «что при современных (подчеркнуто нами. — Л. Х.) технических возможностях эксплуатации радиодальномеров и светодальномеров применение метода трилатерации экономически нецелесообразно» (стр. 80).

¹ Известно, что большинство капитальных работ по этому вопросу основано на предположении, что ошибки исходных данных равны нулю, а это в конечном итоге приводило к преувеличенному представлению о точности элементов сплошных сетей триангуляции.

² К. Л. Проворов. Сравнение точности угловой, линейной и линейно-угловой триангуляции. Известия вузов, МВО, раздел «Геодезия и аэрофотосъемка», 1960, № 1, стр. 63.

Вопросы, связанные с применением полигонометрии вместо сплошных сетей триангуляции 2-го класса при создании государственной геодезической сети составляют содержание IV главы этого исследования. Здесь после рассмотрения состояния вопроса изложены разработанные автором схемы полигонометрических сетей и дана оценка их точности. Три следующих параграфа этой главы посвящены уравниванию углов и вычислению окончательных координат узловых пунктов, остаточным ошибкам в длинах диагоналей ходов и полигонов после уравнивания сети, искажениям длин и азимутов сторон уравненной полигонометрии. Заканчивается глава сравнительной оценкой точности сплошных полигонометрических и триангуляционных сетей 2-го класса.

Приведенные в этой главе расчеты с полным основанием убеждают, что метод полигонометрии по своей точности в рассмотренных условиях может вполне заменить триангуляцию при развитии государственных опорных геодезических сетей 2-го класса для обоснования крупномасштабных топографических съемок (до масштаба 1:2000 включительно), а равно и для специальных инженерных работ как на стадии изысканий, так и в процессе строительства сооружений.

Исследуя эти вопросы, автор также применил метод статистического модулирования. И, наконец, здесь вопрос о целесообразности замены триангуляции полигонометрией решен не только сопоставлением точностей получаемых результатов при применении того или иного способа, но и на основании экономических показателей, характеризующих построение таких сетей. По расчетам автора, приведенным в этой работе, затраты на комплекс работ при применении полигонометрии меньше против затрат на построение триангуляции для тех же целей.

В результате технико-экономического анализа автор приходит к выводу, что при современной технике геодезических работ целесообразно вместо триангуляции 2-го класса строить полигонометрические сети соответствующей точности.

В последней главе этой монографии рассматривается технико-экономическая оценка государственной опорной геодезической сети 2-го класса, создаваемой методом полигонометрии. Для этого разработаны четыре проекта топографо-геодезических работ для различных физико-географических условий нашей страны: равнинного залесенного района (I); тундры (II); всхолмленной лесотундры в районе вечной мерзлоты (III) и всхолмленной и сплошь залесенной местности (IV). Во всех этих случаях ставилась конечная задача — получение карт масштабов 1:25 000. При этом по экономическим показателям сравнивались проекты работ на каждый район, в первом варианте запроектированных на основе триангуляции, а во втором — на основе полигонометрии. Если для первых трех районов привязка аэроснимков проектировалась методом полигонометрии, то для четвертого — сравнивались два варианта топографо-геодезических работ, основанных на полигонометрии; в одном из них (IVa) привязка аэроснимков запроектирована методом полигонометрии, в связи с этим и принят соответствующий ее проект, а в другом (IVб) — проект полигонометрии составлен с расчетом привязки аэроснимков засечками с ее пунктов.

Анализ экономических показателей позволяет автору с полным основанием утверждать, что «экономия денежных средств образуется из экономии трудовых ресурсов, материальных и транспортных средств, использование которых на других объектах позволит значительно ускорить картографирование страны, что явится не менее важным результатом внедрения метода полигонометрии, чем экономия денежных средств» (стр. 135). Расчеты автора приводят к заключению, что «полигонометрические сети должны строиться в виде полигонов с периметром около 180—200 км» (стр. 135) при длинах сторон в ходах от 8 до 24 км и опираться на полигоны астрономо-геодезической сети».

Таково содержание рецензируемого труда. Не вдаваясь в подробный разбор рассмотренных и решенных автором вопросов и их большого научного и важного народнохозяйственного значения, выскажем некоторые критические замечания.

1. В работе недостаточно акцентирован вопрос закрепления на местности возможно большего количества точек внутри полигонов полигонометрической сети.

2. Остался нерешенным и такой важный вопрос, как метод дальнейшего заполнения полигонов (квадратов) полигонометрии. (Их можно заполнять построением триангуляции или полигонометрии или каким-либо другим методом).

3. Некоторые таблицы в работе можно было бы без ущерба для нее сократить, а другие — сделать более компактными.

Однако приведенные замечания не снижают исключительно высокого научного уровня рецензируемой работы. Автору удалось решить крупную проблему — дать правильный ответ на один из важнейших вопросов для геодезической службы страны, связанный с построением на территории СССР наиболее совершенными методами опорной геодезической сети в сжатые сроки и при минимальных затратах средств. Этот капитальный труд должен оказать влияние не только на постановку геодезических работ по построению опорной геодезической сети в нашей стране, но и на развитие научных исследований в этой области.

Л. С. Хренов

Рецензия поступила
10 февраля 1969 года.
