

Ф. Г. КОЧЕТОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА И МЕСТО В НИХ КООРДИНАТНЫХ ТЕОДОЛИТОВ

Вопросы общей теории построения технологических цепей в геодезии, их оптимизация и применение, надо полагать, найдут свое решение в работах ученых и инженеров-геодезистов. Мы рассмотрим лишь самые общие принципы построения таких цепей и требования к ним, на основе которых можно было бы совершенствовать существующие и разрабатывать новые геодезические инструменты, включаемые в цепь на одном из ее участков. В частности, статья касается разработки координатных теодолитов [1], которые дают возможность дальнейшей автоматизации геодезического производства в целом.

Основные требования к технологическим цепям таковы: минимальное количество рабочих процессов; надежная и устойчивая связь между ними; минимум требуемой для совершения процесса информации и простота ее формы; выдача результатов в форме, удобной для выполнения последующего процесса; простота устройств для выполнения процес-

* Окончательное решение можно принять после экспериментальной проверки.

сов; возможность совершенствования, механизации и автоматизации звеньев технологической цепи.

Приведенные положения можно пояснить на примере тахеометрической съемки, рассмотрев «классический» способ ее выполнения, без каких-либо средств автоматизации.

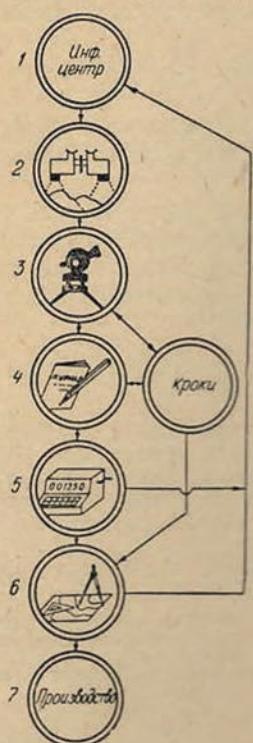


Рис. 1. Технологическая цепь тахеометрической съемки:

1 — информационный центр; 2 — процесс рекогносировки; 3 — процесс сбора первичной информации (съемка); 4 — процесс фиксирования первичной информации (ведение журнала и крохи); 5 — процесс камеральных вычислений; 6 — процесс вычерчивания топографического плана; 7 — использование результатов съемки в производстве.

Топографический план, являющийся конечным результатом тахеометрической съемки, получается после завершения процесса его вычерчивания на основе информации о координатах точек земной поверхности и ситуации. Для получения на плане контурной точки необходимы две величины — полярный угол и расстояние. Для точек рельефа информация должна содержать еще сведения об абсолютной высоте точки над уровнем моря. Эта информация является результатом предшествующего процесса камеральных вычислений, имеет вид обработанного журнала тахеометрической съемки с цифровым выражением исходных и конечных величин и ее передача осуществляется «от человека к человеку».

Камеральные вычисления производятся на основе исходной информации в полевом журнале, имеющем стандартную таблично-цифровую форму, который составляется во время съемки. Съемке предшествуют обычно еще два процесса рекогносировки и выбора в определенном информационном центре исходной информации, необходимой для выполнения съемки.

Графически технологическая цепь тахеометрической съемки представлена на рис. 1.

На рис. 2 показано дифференцирование одного из процессов этой технологической цепи (процесса сбора первичной информации на местности) по операциям и движениям.

Анализ развития геодезического приборостроения с точки зрения технологических цепей позволяет выделить три направления в усовершенствовании и разработке приборов и инструментов.

1. Усовершенствования, направленные на упрощение или устранение излишних движений при выполнении операции или процесса. Они упрощают или автоматизируют отдельные операции, значительно облегчают труд производителя, не деформируя общую технологическую цепь. К ним можно отнести замену металлического лимба теодолита стеклянным, раздельных зажимного и микрометренного винтов — соосными, шнурового отвеса — оптическим, установку автоматического индекса места нуля в теодолите и компенсатора остаточного угла наклона в нивелире и т. д.

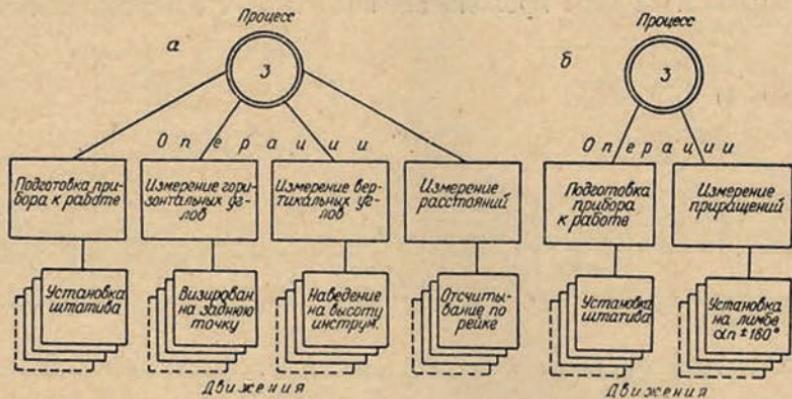


Рис. 2. Дифференцирование процесса сбора первичной информации на местности по операциям и движениям.

а — обычная тахеометрическая съемка; б — съемка с применением координатных теодолитов.

2. Усовершенствования и разработки, направленные на объединение нескольких или устранение излишних операций. В этом случае упрощаются или автоматизируются некоторые процессы. Общая технологическая цепь остается неизменной, либо незначительно деформируется. Примером может служить тахеометр-автомат, который, будучи включенным в цепь (рис. 1) для выполнения процесса 3, автоматизирует операции получения превышений и горизонтальных проложений, входящие в процесс 5. Отсюда можно сделать вывод, что новый прибор, включенный в определенный процесс, не всегда упрощает или автоматизирует операции именно этого процесса.

3. Разработки, направленные на объединение нескольких или устранение излишних процессов в технологической цепи. Они ведут к созданию принципиально новых приборов, технологических цепей и каналов связи. Например, разработка прибора «Карти-250» привела к объединению всех процессов съемки, начиная от сбора информации на местности и кончая чертежными работами.

Координатные теодолиты предназначены в основном для двух целей: проложения теодолитных ходов и тахеометрической съемки. В обоих случаях непосредственно в полевых условиях получают информацию о прямоугольных координатах точек (или их приращениях) и об их абсолютных отметках (или превышениях).

Включение координатного теодолита в технологическую цепь по проложению полигонометрических ходов как то отражается на этой цепи. Такую цепь можно характеризовать тем же рис. 1, исключив из него операцию 5 (чертежные работы), так как проложение ходов полигонометрии в большинстве случаев заканчивается составлением каталога координат вершин полигона. Поскольку координатные теодолиты предназначены для сбора первичной информации на местности, то этот процесс мы и рассмотрим более детально, дифференцировав его по операциям, а затем и по движениям.

В качестве исходных предпосылок примем следующие.

1. Система координат задана в полевых условиях двумя известными точками.

2. Для измерений выбрано электромагнитное поле светового диапазона.

3. Сравнимыми приборами являются оптический угломерный теодолит и оптикомеханический координатный теодолит с совместным редуцированием.

На рис. 2, а показаны все операции, выполняемые в полевых условиях в обычном способе проложения полигонов с помощью оптических

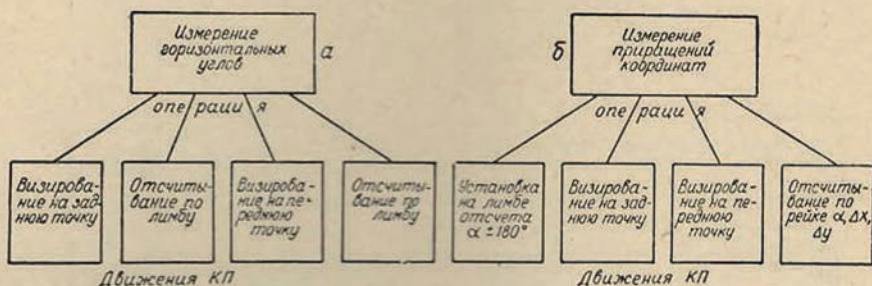


Рис. 3. Дифференцирование операций при измерении горизонтальных углов и приращений координат.

теодолитов, на рис. 2, б — при использовании координатных теодолитов. Сравнение этих двух рисунков показывает, что во втором случае полностью отпадают две операции — измерение вертикальных углов и расстояний, а операция измерения горизонтальных углов заменяется операцией измерения приращений координат.

При этом насыщенность последних двух операций движениями, как видно из рис. 3, практически одинакова, то есть измерение приращений координат соответствует измерению горизонтальных углов и по характеру движений, и по продолжительности сбора информации. При измерении приращений координат несколько больше объем собираемой и фиксируемой информации: при двух положениях круга берутся три отсчета — для дирекционного угла и двух приращений. При измерении горизонтальных углов при двух положениях круга производятся лишь два отсчета по лимбу — на заднюю и на переднюю точки. Однако эта разница невелика, так как при угловых измерениях для полевого контроля предварительно вычисляют горизонтальный угол и только затем сравнивают результаты. А при измерении приращений контроль осуществляется сразу после взятия отсчетов без каких-либо вычислений.

Это позволяет в значительной мере усовершенствовать некоторые из последующих процессов или операций. В частности, простота и законченность информации при измерении приращений координат позволяет значительно упростить форму и вид полевых накопителей информации (полевых журналов, перфокарт, перфолент и т. д.) и приспособить их для непосредственного ввода в ЭВМ или в командные блоки чертежных автоматов, упростив тем самым канал связи между процессами.

Большая экономия времени получается при обработке информации за счет сокращения камеральных вычислений (рис. 4).

Использование координатных теодолитов для тахеометрических съемок также имеет определенные преимущества. При этом, в отличие от обычной тахеометрической съемки, для точек местности получают информацию не о полярных, а о прямоугольных координатах. Это позволяет широко использовать для составления топографических планов

автоматические координатографы DIGIGRAPH, CORAGRAPH, KING-MATIG и т. д., минуя стадию преобразования полярных координат в прямоугольные.

Успехи в создании электронных регистрирующих тахеометров позволяют надеяться на разработку в ближайшее время электронного координатного теодолита. А первый опыт применения координатографов, работающих на основе информации, передаваемой по телефону («Катограф-320» французской фирмы «Бенсон»), открывает возможности прямого использования полевой картографической информации.

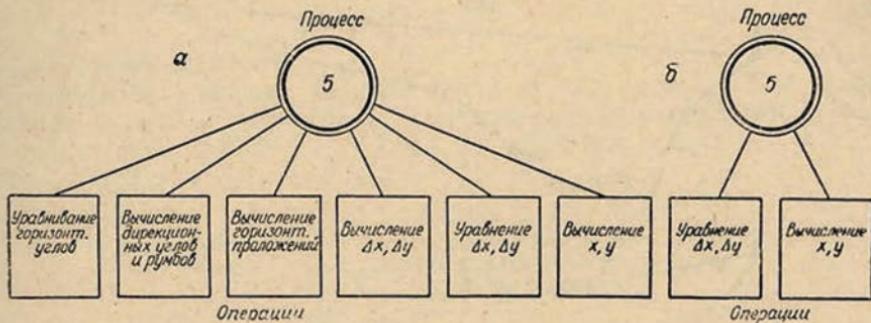


Рис. 4. Дифференцирование процесса «Камеральныe вычисления» по операциям.
а — при измерении горизонтальных углов и длии; б — при измерении приращений координат.

Современное развитие геодезии и картографии, большой объем картографического материала, сокращение сроков проектирования различных видов строительства, цифровое моделирование местности потребовали создания карт с цифровой характеристикой ситуации и, рельефа (дигитальных карт). Использование чертежных автоматов, дигитальных карт, дигитальное проектирование линейных сооружений — этим современным направлениям и соответствует развитие координатных теодолитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kočetov F. G. Die Entwicklung der Koordinaten theodolite. — «Vermessungs-technik», 1972, № 10.
2. Kočetov F. G. Technologicko-organizační řetězce a zdokonalování geodetických pristrojů. «Geodeticky a kartograficky obzor», 1972, № 2.
3. Lang H. Gestaltung technologischer Ketten im Hinblick auf die teilautomatisierte Datenerfassung und Verarbeitung. Beitrag für internat. Symp. Prag, 1970.
4. Steinich L. Gedanken zur Automatisierung in Geodäsie und Kartographie. — «Vermessungstechnik», 1972, № 9.

Работа поступила в редакцию 5 июня 1973 года. Рекомендована кафедрой городского строительства и инженерной геодезии Горьковского инженерно-строительного института.