

М. П. Сироткин

**Справочник по геодезии для
строителей**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 528
ББК 38.2
М11

M11 **М. П. Сироткин**
Справочник по геодезии для строителей / М. П. Сироткин – М.: Книга по Требованию, 2014. – 360 с.

ISBN 978-5-458-29572-7

Дано описание съемочных нивелирных и трассировочных работ, выполняемых для строительства. Рассмотрены работы с топографическими картами при использовании их для строительного проектирования. Приведены сведения о разбивочных работах и о наблюдениях за смещением сооружений. В четвертом издании (3-е изд. — 1975 г.) учтены изменения, принятые в нормативных материалах за прошедшее время. Для инженерно-технических работников и мастеров по специальностям промышленного, городского и гидротехнического строительства, водоснабжения и канализации, тепло- и газоснабжения, сельского строительства. Табл. 30, ил. 177, список лит. — 143 назв.

ISBN 978-5-458-29572-7

© Издание на русском языке, оформление

«YOYO Media», 2014

© Издание на русском языке, оцифровка,

«Книга по Требованию», 2014

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, кляксы, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ли выполняют менее сложные геодезические работы. В этом случае строители решают те же задачи, которые указаны в пункте 1, а также непосредственно выполняют полевые и камеральные геодезические работы. Такая форма организации геодезических работ практикуется при жилищном строительстве в городах.

3. Наиболее сложные геодезические работы выполняются силами геодезической организации или геодезической группы, менее сложные — прикомандированным к каждому сравнительно небольшому строительному объекту техником-геодезистом. За строителями в этом случае остаются лишь контрольные функции. Такая форма организации применяется при каркасно-панельном строительстве жилых домов.

4. Все геодезические работы (съемочные и разбивочные) на данном строительном объекте выполняются строителями. Такая форма организации при существующей программе по геодезии в строительных вузах и техникумах возможна только на небольших и несложных строительных объектах, например при строительстве одного-двух жилых домов, одного общественного здания, объектов сельскохозяйственного строительства и т. п.

Уровень современных геодезических знаний строителя должен позволить ему выполнить съемку участка под небольшие объекты и произвести все разбивки зданий, включая вводы в дом коммуникаций и вертикальную планировку около здания. Однако строитель должен понимать назначение и содержание любых геодезических работ на строительстве, чтобы компетентно участвовать в разработке и утверждении их программ и планов и вести наблюдения за их выполнением.

§ 3. Виды геодезических работ, выполняемых для строительства

В зависимости от назначения и этапов строительства геодезические работы делятся на следующие виды: съемочные и трассировочные; разбивочные; исполнительные съемки; наблюдения за деформациями сооружений.

Съемочные и трассировочные работы предшествуют проектированию сооружений и проводятся в период изысканий. Цель изысканий состоит в обеспечении проектирования сооружений материалами по изучению топографических, геологических, гидрологических, экономических условий территории предполагаемого строительства. Изучение топографических условий сводится к выполнению топографических съемок территории, к трассированию сооружений линейного типа (дорог, линий электропередач — ЛЭП, трубопроводов и т. п.), к определению координат и отметок точек геологической разведки и точек гидрологических изысканий. В результате геодезических работ, выполненных в период изысканий, получают следующие материалы:

- 1) топографические карты и планы местности;
- 2) продольные и поперечные профили трасс сооружений линейного типа;
- 3) продольные и поперечные профили рек;
- 4) каталоги координат и высот точек геологических выработок — скважин, шурfov, шахт и др.;

5) каталоги координат и высот точек использованной государственной и вновь созданной для строительных целей геодезической опорной сети.

Проектирование крупных объектов строительства обычно начинают в период изысканий и ведут его по мере поступления изыскательских материалов. При этом нередко в процессе проектирования возникает необходимость в новых, дополнительных изыскательских работах.

Разбивочные работы ведутся при возведении сооружений и предназначаются для выноса с проекта на местность осей и точек сооружения.

Исполнительная съемка выполняется в процессе возведения сооружений и по завершении строительства и имеет целью контроль выполненного строительства и составление нового плана местности.

Наблюдения за деформацией сооружений ведутся с начала возведения сооружений и продолжаются в период эксплуатации последних.

§ 4. Порядок хранения и получения топографо-геодезических материалов

Основные виды топографо-геодезических материалов, для хранения и получения которых установлен особый порядок, следующие:

- 1) оригиналы планов или карт;
- 2) дубликаты (вторые экземпляры) планов или карт;
- 3) продольные и поперечные профили трасс, сооружений, рек;
- 4) каталоги координат пунктов плановой геодезической опорной сети;
- 5) каталоги отметок реперов и марок высотной геодезической опорной сети;
- 6) оттиски планов и карт;
- 7) копии всех перечисленных выше материалов.

Оригиналы топографических планов и карт, оригиналы каталогов координат и высот пунктов геодезической опорной сети СССР хранятся в Центральном картографо-геодезическом фонде СССР и его филиалах, а городских территорий — в одной из следующих организаций: в Архитектурно-планировочном управлении города, в Управлении главного архитектора города, в отделе коммунального хозяйства.

Дубликаты планов и карт хранятся в учреждении (предприятии), выполнившем съемку.

Копии геодезических материалов изготавливаются преимущественно там, где хранятся их оригиналы или дубликаты, и там же создается фонд, из запасов которого эти копии выдаются по особым заявкам нуждающимся в них предприятиям и организациям. Последние ведут строгий учет полученных копий, учет возвращенных обратно в фонд или израсходованных в процессе выполнения работ.

§ 5. Нормы и расценки на геодезические работы

Для составления смет на геодезические работы пользуются нормами выработки и тарифными ставками зарплаты технического пер-

Таблица I*

Масштаб съемки	Сечение рельефа, м	Категория трудности				
		I	II	III	IV	V
1:1000	1	0,13	0,085	0,06	0,035	0,02
		7,69	11,76	16,67	28,57	50,00
1:1000	0,5	0,10	0,06	0,04	0,024	0,018
		10,0	16,67	25,0	41,67	55,56
1:1000	0,25	0,072	0,041	0,024	0,014	0,010
		13,89	24,39	41,67	71,43	100,0
1:500	0,5	0,04	0,022	0,013	0,009	0,005
		25,0	45,45	76,9	111,1	200,0
1:500	0,25	0,031	0,018	0,009	0,008	0,004
		32,3	56,6	111,1	125,0	250,0

* В числителе приводится норма выработки в квадратных километрах в день, в знаменателе — время в днях, затрачиваемое на съемку 1 км² площади.

сонала и рабочих. В настоящее время действуют «Единые нормы выработки на топографические и геодезические работы», разработанные для всеобщего и обязательного пользования. Иные нормы выработки допускаются только для тех работ, которые не предусмотрены в Единых нормах. В частности, в последних отсутствует много видов геодезических разбивочных работ. Все вновь разработанные нормы должны быть согласованы с Главным управлением геодезии и картографии (ГУГК) при Совете Министров СССР. Необходимо иметь в виду, что нормы выработки со временем изменяются — преимущественно повышаются в связи с совершенствованием техники исполнения работы и внедрением новых приборов. Следует заметить, что разбивочные работы часто представляют собой различные по характеру и сравнительно мелкие трудовые операции, сильно затрудняющие их нормирование в целом.

В зависимости от условий местности нормирование полевых геодезических работ осуществляют для пяти категорий трудности. Для примера в табл. I приводится выписка построения норм из Единых норм (изд. 1954 г.) для топографической съемки в масштабах 1 : 1000 и 1 : 500, в которой предусмотрены съемка и полевое вычерчивание контуров и рельефа; вычерчивание кальки контуров; составление кальки высот; изготовление выкопировок по рамкам для сводок; оформление всех материалов в соответствии с требованиями инструкции. Для выполнения этих работ создается бригада, в состав которой входят один топограф, один младший техник и два рабочих III разряда.

Для составления сметы на геодезические работы следует знать стоимость в рублях единицы работ, например стоимость 1 км² топографической съемки.

Рассчитаем стоимость 1 км² топографической съемки, выполняемой в масштабе 1 : 1000, с горизонталами через 0,5 м для III категории трудности.

Как видно из табл. 1, для съемки 1 км² требуется 25 рабочих дней.

Заработная плата за 1 рабочий день:

1 топографа	4 р. 00 к.
1 младшего техника	3 р. 20 к.
2 рабочих III разряда	4 р. 80 к.
Итого	12 р. 00 к.

Месячные оклады условно приняты: старшего топографа — 100 р., младшего техника — 80 р., рабочего III разряда — 60 р., число рабочих дней в месяце — 25.

Для получения полной стоимости единицы работы на зарплату начисляют административно-хозяйственные расходы, стоимость амортизации и ремонта приборов и оборудования, стоимость аренды помещений, расходы по охране труда и технике безопасности и другие установленные законом начисления. Для облегчения расчетов смет в некоторых ведомствах начисления выражаются каким-либо коэффициентом. В нашем случае такой коэффициент, допустим, равен 2,1.

Кроме того, если выполнение работ связано с отъездом с постоянного места жительства на срок более одного месяца, то зарплата увеличивается на сумму полевого довольствия обычно в размере 60% от суммы установленной зарплаты. Примем, что в нашем случае работа выполнялась с таким выездом. Тогда общая стоимость одного рабочего дня бригады выразится суммой (12 р. 00 к. + $12 \text{ р. } 00 \text{ к.} \times \frac{60}{100}$) · 2,1 = 40 р. 32 к.

Таким образом, полная стоимость 1 км² съемки составит (40 р. 32 к.) · 25 = 1008 р. 00 к.

Составление смет на геодезические работы требует предварительного изучения опыта, накопленного ведомствами, выполняющими геодезические работы (Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, Государственный институт по проектированию городов, Городской геологический трест г. Москвы, Гидропроект и др). Кроме того, для облегчения составления смет выпускаются прейскуранты цен на геодезические работы. В настоящее время в Государственном комитете Совета Министров СССР по делам строительства разработаны и изданы справочники укрупненных показателей стоимости проектных и изыскательских работ, в которых предусмотрены и геодезические работы. Весьма важно иметь в виду, что нормировочные справочники и прейскуранты стоимости регулярно пересматриваются и изменяются, а поэтому при составлении смет следует пользоваться новейшими данными.

§ 6. Увязка геодезических работ с требованиями строительства. Инструкции

При составлении плана геодезических работ для строительства какого-либо объекта требуется наметить такой состав, объем и точ-

ность геодезических работ, которые бы полностью соответствовали требованиям изысканий, проектирования и возведения всего комплекса зданий и сооружений на данной строительной площадке.

Это важная и ответственная задача для геодезистов и строителей. Преувеличенный несоразмерно задачам строительства состав, объем или точность геодезических работ вызовут неоправданно излишний расход сил и средств и могут быть причиной задержки строительных работ; наоборот, преуменьшение состава, объема или точности геодезических работ могут привести к браку в строительстве.

Общеобязательные инструкции и наставления по топографическим съемкам в масштабах от 1 : 100 000 до 1 : 2000, а также по созданию горизонтальной и высотной геодезической опорной сети 1, 2, 3, 4 классов выпускает ГУГК. Этим разрешается проблема методики и точности поименованных работ в пределах СССР. Методы и точность топографических съемок в масштабах 1 : 1000 и 1 : 500, вместе с опорной геодезической сетью для них, методы и точность выноса проекта планировки и застройки на местность, состав геодезических работ по стадиям проектирования и строительства разрабатываются ведомствами, ведущими строительство.

Накопленный опыт выполнения и использования геодезических работ и материалов позволил ряду проектных и строительных организаций регламентировать состав и объем геодезических работ и материалов для строительства. С этой целью разрабатываются инструкции, руководящие технические указания и наставления. В настоящее время изданы и действуют, например, следующие пособия такого рода: 1) Инструкция по топографо-геодезическим работам при инженерных изысканиях для промышленного, сельскохозяйственного, городского и поселкового строительства СН 212-73 (М., Стройиздат, 1974); 2) Инструкция по составу и объему изысканий для гидроэнергетического строительства (И-34-61, часть 1): инженерно-геодезические изыскания (Госэнергоиздат, 1962 г.); 3) Инструкция по определению на местности проектного контура водохранилища (И-43-71) (изд-во «Энергия», 1971 г.); 4) Руководство по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений (М., Стройиздат, 1975); 5) Указания по производству геодезических работ при строительстве каркасно-панельных зданий (ВСН-49-70) (изд. Технического управления Главмосстроя, 1971 г.).

Хотя литература о геодезических работах в строительстве достаточно обширна, вопрос о целесообразном составе, объеме, точности и методах выполнения этих работ еще нельзя считать полностью решенным, и он нуждается в дальнейшей теоретической разработке.

§ 7. О строительных допусках

Качество строительства в значительной мере зависит от точности изысканий, проектирования и процесса возведения сооружений. Строительные допуски — это допускаемые без ущерба для качества строительства погрешности в отношении местоположения, взаимного расположения зданий и сооружений, их формы, размеров и прочности, положения по высоте, правильности определения параметров гидросиловых установок и водохранилищ и др.

В настоящее время официально еще не установлены размеры строительных допусков для многих случаев необходимых расчетов точности способов, состава и объема геодезических работ. Иногда требуется специальный анализ технологии изысканий, проектирования или строительства, проводимый совместно строителями и геодезистами с целью определения необходимого состава и точности геодезических работ.

Соблюдение многих строительных допусков вовсе не связано с геодезическими работами, например, при изготовлении строительных материалов, изделий и конструкций на заводах. А, например, допуски, характеризующие точность выноса на местность главных и основных осей сооружений от пунктов геодезической опорной сети, полностью зависят от точности геодезических работ. В этом случае предельные ошибки последних не должны превышать строительных допусков в отношении положения городских кварталов, красных линий, осей отдельных зданий и др.

Соблюдение строительных допусков при возведении каждого отдельного сооружения (здания) зависит обычно от ряда причин, таких, как точность изготовления строительных конструкций, точность детальных геодезических разбивок (выполняемых от главных и основных осей сооружения или от специально созданной внутренней геодезической опорной сети), от точности сборки сооружения из строительных конструкций или возведения его из монолитного железобетона или кирпичной кладки. В этом случае на долю геодезических работ отводится только часть строительного допуска, что часто требует более высокой точности геодезических работ, чем при выносе на местность главных и основных осей сооружений. В практике принято заранее рассчитывать такую точность геодезических работ, ошибки которых не превышают половины строительного допуска, а при очень высоких требованиях — не более одной трети допуска.

Строительные допуски характеризуют качество строительства, поэтому они привлекают к себе неослабное внимание со стороны строительных организаций. Госстрой СССР разрабатывает для каждого вида строительства (жилищного, промышленного, гидротехнического, дорожного и т. д.) особые правила и нормы строительства (СНиП), где приводятся размеры строительных допусков. СНиП периодически пересматриваются и изменяются в соответствии с изменениями технологии строительного производства, а это, в свою очередь, требует пересмотра и изменения существующих методов геодезических работ.

В настоящее время руководствуются СНиП, которые были введены в 1962 г. как обязательные для всех проектных и строительных организаций Советского Союза. СНиП содержат основные, наиболее принципиальные требования, правила и нормы, проверенные в практике проектирования и строительства и направленные на широкое внедрение передовой строительной техники, на повышение качества и снижение стоимости строительства. В Госстрое СССР составлен и издан в виде брошюры «Перечень действующих общесоюзных нормативных документов по строительству» [29], в котором приводятся наименования всех действующих на 1 июля 1978 г. СНиП, технических условий, инструкций и других нормативных документов по изысканиям, проектированию и строительству.

§ 8. Геодезическо-маркшейдерская служба в строительно-монтажных организациях

Работы по созданию геодезической опорной сети и топографические съемки территории страны выполняются силами преимущественно ГУГК, и только небольшая часть этих работ выполняется силами строительно-монтажных управлений, но зато последними же производятся все работы по выносу проекта планировки и застройки на местность. Для этого в строительно-монтажных управлениях существует геодезическо-маркшейдерская служба.

Госстрой СССР разработал и ввел в действие с 1 октября 1970 г. «Положение о геодезическо-маркшейдерской службе в строительно-монтажных организациях», чтобы придать этой службе более правильные организационные формы и определить ее роль и задачи в строительстве. «Положение» распространяется на все строительные организации, независимо от их ведомственной подчиненности.

В «Положении» предусмотрены [110] следующие основные виды работ для геодезическо-маркшейдерской службы: 1) составление проектов геодезическо-маркшейдерских работ; 2) создание геодезической опорной сети; 3) вынос в натуре проекта планировки и застройки (разбивочные работы); 4) геодезический контроль за правильностью строительно-монтажных работ и ведение «Журнала геодезическо-маркшейдерского контроля»; 5) хранение всех топографо-геодезических материалов и проектной документации, необходимой для геодезическо-маркшейдерских работ на данном строительном объекте (генплан, страйгенплан, рабочие и разбивочные чертежи); 6) исполнительные съемки с составлением соответствующих технических документов и подготовка последних для сдачи строительного объекта рабочей или государственной комиссии.

В обязанности геодезическо-маркшейдерской службы также входит: 1) участие в составлении и рассмотрении календарных планов строительных и монтажных работ на каждой строительной площадке; 2) изучение и проверка технической и проектной документации в части геометрических размеров, изучение конструкций объектов и технологий строительного производства; 3) участие в комиссиях по сдаче — приемке законченных строительством объектов.

Документы о выявленных при геодезическо-маркшейдерском контроле нарушениях в отношении геометрических параметров объекта, подписанные представителем геодезическо-маркшейдерской службы, обязательны для строительно-монтажных организаций.

«Положением» определяются функции геодезическо-маркшейдерской службы генеральной подрядной, субподрядной и специализированной строительно-монтажных организаций. К функциям первой относятся составление планов и программ геодезическо-маркшейдерских работ, установление систем координат и высот на строительных площадках, установление порядка производства геодезических работ на стройплощадках, предоставление необходимых материалов субподрядной организации и заказчику, согласование их работ на стройплощадке, выборочный контроль за соблюдением геометрических параметров объекта.

Главный геодезист или главный маркшейдер строительно-монтажного треста или приравненных к нему организаций осуществляет техническое и методическое руководство работами, контроль за ни-

ми, участвует в рассмотрении и согласовании: а) стройгенплана, б) проектов организации строительства, в) производства геодезическо-маркшейдерских работ, г) расстановке кадров. Следит за качеством строительно-монтажных работ; организует обеспечение геодезическо-маркшейдерской службы приборами, инструментами, оборудованием, материалами, условиями хранения технической документации; обобщает и распространяет опыт передовиков геодезическо-маркшейдерской службы, организует повышение квалификации ее сотрудников; координирует и контролирует работы геодезическо-маркшейдерских служб субподрядных и специализированных организаций, участвует в разработке мероприятий по технике безопасности.

Главный геодезист или главный маркшейдер треста представляет трест в любых организациях, учреждениях и предприятиях по вопросам геодезии и маркшейдерии. Он может давать указания организациям треста и линейному персоналу стройплощадок при серьезных нарушениях геометрических параметров объекта и нарушениях СНиП и приостанавливать строительство.

В обязанности линейного инженерно-технического персонала стройплощадок входят по «Положению» детальные разбивочные работы от вынесенных осей и подсчет объемов работ. Производители работ и мастера не должны приступать к строительно-монтажным работам до завершения основных геодезическо-маркшейдерских разбивок на стройплощадке. Линейный персонал при строительстве ненесложных объектов может выполнять все функции геодезическо-маркшейдерской службы строительно-монтажной организации.

§ 9. Государственный геодезический надзор

Госгеонадзор является одним из основных подразделений ГУГК. Он создан для того, чтобы вести государственный надзор за выполнением геодезических работ всеми ведомствами, в том числе и строительными организациями, за исключением Министерства обороны СССР.

Свою деятельность Госгеонадзор осуществляет силами территориальных инспекций, адреса которых помещены в «Инструкции о государственном геодезическом надзоре» (М., Недра, 1967). В этой инструкции перечислены следующие задачи Госгеонадзора:

а) выдача ведомственным организациям разрешений на производство геодезических, картографических и аэрофотосъемочных работ на территории СССР;

б) осуществление контроля за выполнением, качеством и стоимостью этих работ;

в) осуществление государственной приемки завершенных геодезических и картографических работ, выполненных ведомственными организациями;

г) учет производимых на территории СССР аэрофотосъемочных, геодезических и картографических работ, систематизация и хранение геодезических и картографических материалов для использования их в общегосударственных целях;

д) проведение контроля по наблюдению за сохранностью знаков государственной геодезической сети СССР;

е) выдача всем учреждениям, организациям и предприятиям

геодезических данных и сведений по геодезической, картографической и аэрофотосъемочной изученности территории страны;

ж) ведение дежурной справочной карты.

П р и м е ч а н и е. Слово «геодезических» применяется вместо «топографо-геодезических» по инструкции, поскольку строители изучают курс геодезии, охватывающий и съемочные, т. е. топографические, работы.

§ 10. Техника безопасности

При выполнении геодезических работ, в особенности полевых, необходимо соблюдать правила техники безопасности. Все ведомства и организации, деятельность которых связана с геодезическими работами, обязательно разрабатывают правила или инструкции по технике безопасности применительно к тем конкретным условиям среды, в которых предстоит выполнять геодезические работы.

Для периода изыскательских работ, которые обычно ведутся на необжитой или неблагоустроенной территории, опасности для работающих возникают в случаях грозы, горных обвалов и селевых потоков; лесных пожаров; труднопроходимых болот; крутых подъемов и спусков; ненадежных средств переправы через реки, ущелья, овраги. Опасность представляют также дикие звери, ядовитые пресмыкающиеся и насекомые.

На площадках развернутого строительства соблюдаются правила техники безопасности, принятые для данного строительного объекта, причем этими правилами должны быть предусмотрены и геодезические работы. На городских и других застроенных территориях в правилах должна быть предусмотрена опасность со стороны местного транспорта и линий электропередач высокого напряжения.

О мерах безопасности при грозе, как явлении, наиболее часто наблюдающемся почти на всех широтах, написана обстоятельная статья [80], основное содержание которой следовало бы вносить в правила по технике безопасности.

В правилах по технике безопасности должны быть описаны способы оказания первой помощи пострадавшим при несчастных случаях.

Никто не может быть допущен к геодезическим работам без предварительного изучения и сдачи экзамена по правилам техники безопасности.

ГЛАВА II

ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

§ 11. Виды погрешностей измерений, исключение грубых и систематических погрешностей из результатов измерений

Геодезические измерения сопровождаются погрешностями, от которых зависит точность получаемых результатов.

Поскольку точность измерений, выполняемых для строительства, должна быть увязана со строительными допусками, необходимо знать как величины погрешностей, так и причины их появления.

Погрешности могут быть грубыми, систематическими и случайными,

Грубые погрешности возникают в результате промахов при измерениях или вычислениях. Грубые погрешности в измерениях и вычислениях приводят к браку в строительстве, нередко с тяжелыми последствиями. Поэтому грубые погрешности совершенно недопустимы и должны полностью исключаться путем контрольных измерений и вычислений. Измерения контролируют прежде всего путем их повторения. Надежность контроля при трех повторных измерениях будет выше, чем при двух, поэтому чем ответственнее сооружение, тем больше оснований к многократному повторению измерений. Надежность контроля повышается также, если повторные измерения выполнять отличающимися один от другого приемами и приборами.

Надежность контроля вычислений можно повышать путем повторения вычислений другим лицом (вычисления «во вторую руку»).

Измерения и вычисления контролируют также путем подсчета невязок, например, в сумме измеренных углов, в сумме приращений координат, в сумме превышений (см. § 59, 83).

Систематические погрешности возникают в процессе измерений в результате однообразного и непрерывного действия какой-либо определенной причины. Если рулетка оказалась длиннее своей номинальной длины, например, на 1%, причем удлинение произошло вследствие того, что каждое наименьшее деление рулетки наносилось с погрешностью +1%, то прочтение по рулетке расстояние будет меньше измеренного на 1%. Если погрешности таких размеров неприемлемы, то следует либо отказаться от прибора, либо ввести поправки в прочитанное по рулетке расстояние (в данном случае абсолютная величина поправки равна 1% от прочтенного по рулетке расстояния и имеет знак плюс). Для принятия такого или иного решения необходимо знать лишь длину рулетки с точностью, значительно более высокой, чем 1%. Для этого рулетку, как и всякий другой прибор, измеряющий расстояния, необходимо компарировать (см. § 22). Кроме того, от влияния систематических погрешностей можно избавиться если не полностью, то в значительной степени путем соответствующей организации измерительного процесса. Например, устанавливая нивелир на равных расстояниях от задней и передней реек (см. § 65), можно исключить влияние систематических погрешностей за счет оставшейся после поверки нивелира непараллельности оси визирования и оси уровня или за счет влияния кривизны Земли.

Систематические погрешности могут быть как одностороннего действия, так и переменного (периодические погрешности). В некоторых случаях при измерении приходится считаться с остаточным влиянием систематических погрешностей, так как они не всегда исключаются полностью, несмотря на принятые меры. К тому же нередко в данном процессе измерений существуют различные виды источников систематических погрешностей и не все из них удается выявить и изучить полностью.

Случайными называются такие неизбежные при измерениях мелкие погрешности, закономерность появления которых при небольшом ряде измерений данной величины не обнаруживается. Причины появления случайных погрешностей разные: ограниченная точность мерного прибора, помехи среды, невозможность безошибочно оценивать на глаз доли делений шкалы мерного прибора и др. Случайными эти погрешности называют потому, что невозможно уста-