

**М. П. Сироткин**

**Справочник по геодезии для  
строителей**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 528  
ББК 38.2  
М11

**М. П. Сироткин**  
М11 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, клякс, 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.



Серия Книжный Ренессанс

[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)



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 (съёмочные 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 съёмку 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: съёмочные и трассировочные; разбивочные; исполнительные съёмки; наблюдения за деформациями сооружений.

Съёмочные 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 съёмок 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, шурфов, 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 1\*

Масштаб съёмки	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 съёмку 1 км<sup>2</sup> 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. 1 приводится выписка построения норм из Единых норм (изд. 1954 г.) для топографической съёмки в масштабах 1:1000 и 1:500, в которой предусмотрены съёмка 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 км<sup>2</sup> топографической съемки.

Рассчитаем стоимость 1 км<sup>2</sup> топографической съемки, выполняемой в масштабе 1 : 1000, с горизонталями через 0,5 м для III категории трудности.

Как видно из табл. 1, для съемки 1 км<sup>2</sup> 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.
<b>Итого . . . . .</b>	<b>12 р. 00 к.</b>

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. +  $12 \text{ р. 00 к.} \times \frac{60}{100}$ ) · 2,1 = 40 р. 32 к.

Таким образом, полная стоимость 1 км<sup>2</sup> 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 геолого-геодезический 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 излившийся 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 натуру 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, стройгенплан, 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 технологии 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 строительного-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 несложных 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.

**Примечание.** 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 явлениях, 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 прочтенное 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 того 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 удастся 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-