

МОЯ
ПРО
ФЕС
СИЯ

ГЕОДЕЗИСТ



ДОРОГОЙ ЧИТАТЕЛЬ!

ЛЮБИМАЯ ПРОФЕССИЯ — КАК МНОГО ЭТО ЗНАЧИТ ДЛЯ КАЖДОГО ИЗ НАС!.. ЧЕЛОВЕК, ЗАНЯТЫЙ ЛЮБИМЫМ ДЕЛОМ, ВСЕГДА ИСПЫТЫВАЕТ ЧУВСТВО УДОВЛЕТВОРЕНИЯ, ГОРДОСТИ.

В ВЫБОРЕ ПРОФЕССИИ КАЖДОМУ НУЖЕН ВЕРНЫЙ СОВЕТ. СЛИШКОМ МНОГОЕ ЗАВИСИТ ОТ ПРАВИЛЬНОСТИ НАШЕГО РЕШЕНИЯ.

ПРИХОДИТЕ В МУЗЕИ И ЛЕКТОРИИ, НА ЗАВОДЫ И ФАБРИКИ, В БИБЛИОТЕКИ И НА СТРОЙКИ, ЧТОБЫ ПОБОЛЬШЕ УЗНАТЬ О КАКОЙ-ЛИБО ПРОФЕССИИ. ДЛЯ ОБЛЕГЧЕНИЯ ЭТОГО НЕ-ПРОСТОГО ДЕЛА СТРОЙИЗДАТ ПРЕДЛАГАЕТ ВАМ ОЧЕРДНУЮ БРОШЮРУ ПОСВЯЩЕННУЮ ОДНОЙ ИЗ ИНТЕРЕСНЕЙШИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОФЕССИЙ, ШИРОКО РАСПРОСТРАНЕННОЙ В НАШЕ ВРЕМЯ.

НАДЕЕМСЯ, ЧТО ЭТА БРОШЮРА, ПОПАВ В ВАШИ РУКИ, ВЫЗОВЕТ ИНТЕРЕС К ПРОФЕССИИ ГЕОДЕЗИСТА И ВАМ ЗАХОЧЕТСЯ ОВЛАДЕТЬ ЕЮ, ЧТОБЫ ПОМОГАТЬ СТРОИТЕЛЯМ ВОПЛОЩАТЬ В ЖИЗНЬ ФАНТАЗИЮ АРХИТЕКТОРА, РАСЧЕТЫ КОНСТРУКТОРА.

МОЯ
ПРО
ФЕС
СИЯ

Б. К. ПЕРГАМЕНЩИК

ГЕОДЕЗИСТ



МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1984

ББК 38.115
П 26
УДК 528.48

П26 Пергаменщик Б. К.
Геодезист. — М.: Стройиздат, 1984. — 39 с., ил. —
(Моя профессия).

В популярной форме рассказывается о профессии геодезиста. Содержится краткая информация о геодезии как науке о делении земли, о ее важнейшем разделе — инженерной геодезии. Читатель познакомится с задачами геодезического обслуживания строительно-монтажного производства, с простейшими инструментами и сложными оптическими приборами для геодезических измерений, узнает о важности и большой ответственности труда геодезиста, особенностях его работы. В книге содержатся сведения об условиях работы, оплате труда.

Для рабочих строительно-монтажных организаций, а также для молодежи, выбирающей профессию.

П 3202000000—278
121—84
047(01)—84

ББК 38.115
6С1

© Стройиздат, 1984

Глава 1. О ПРОФЕССИИ

Вы никогда не удивлялись хитросплетениям тоннелей и переходов метрополитена, развязок автодорог, перспективе убегающего вдаль шоссе, будто вычерченного по линейке, математически строгому чередованию опор линии электропередачи? Как удается строителям так точно воплотить в жизнь фантазию архитектора, строгий расчет конструктора?

На улицах городов, да и в сельской местности часто обращают на себя внимание люди со странным прибором в виде зрительной трубы на штативе (треноге) и с деревянными рейками, размеченными черно-белыми полосами. Прибор тщательно устанавливают, затем один человек замирает, всматриваясь в зрительную трубу в направлении рейки, которую на значительном расстоянии вертикально держит другой. Что это за люди, чем они занимаются?

Осуществление проектных решений, реализация строгих или причудливых форм зданий и сооружений немыслимы без геодезии, без труда людей, профессия которых называется геодезист. Работу этих людей со «странными приборами» мы и наблюдаем часто на улицах.

Геодезия — греческое слово, означающее в переводе «землемерзделение». Тысячелетия назад возникла потребность в точном измерении земной поверхности, изображении ее на планах, картах. Еще в XVIII в. до н. э. в Древнем Египте существовало руководство по решению арифметических и геометрических задач, связанных с землеразделением, определением площади участков. В Китае в X в. до н. э. топографическими съемками занималось специальное учреждение. В древнейших государствах Вавилоне и Ассирии уже составлялись на глиняных дощечках общегеографические и специальные карты. Без геодезии невозможно было бы решение инженерных задач, связанных со строительством сложных оросительных систем, каналов. Знаменитые египетские пирамиды поражают воображение не только величиной, но и точностью размеров, что свидетельствует о высоком уровне развития геодезии.

Первые геодезические приборы обнаружены у шумеров, холдеев, египтян, китайцев, вавилонян, индусов. В XXX в. до н. э. существовали линейки длиной в «локоть», мерные веревки, рейки. Очень давно известны отвес, ватерпас. Несмотря на простоту используемых инструментов, измерения выполнялись с большой точностью. Так, в Египте при определении превышения одной точки над другой на расстоянии 200 м ошибка не превышала нескольких сантиметров.

В IV в. до н. э. Аристотель ввел название геодезии как науки об измерениях на земной поверхности и определении размеров Земли. Несколько позже (в III—II вв. до н. э.) были проведены первые работы по определению величины земного шара, установлены понятия географической широты и долготы.

Развитие иореходства, географические открытия потребовали создания точных географических карт, совершенствования геоде-

зических приборов. Появляются приборы более совершенные и в то же время простые в обращении: тележки для измерения пройденного пути (по числу оборотов колеса), буссоли для определения углов и направлений (XII—XV вв.). В XV—XVI вв. был изобретен прибор для измерения горизонтальных углов, получивший название теодолита. К середине XVII в. стала широко применяться зрительная труба (для нивелира, теодолита) с увеличением до 30 раз, сеткой нитей, устройством для наведения. Благодаря этому существенно упростился процесс наведения (визирования), повысилась точность измерений. В это же время был изобретен цилиндрический уровень, сыгравший огромную роль в совершенствовании инструментов и используемый в дальнейшем для установки всех геодезических приборов в горизонтальное положение. К 30-м годам XVII в. теодолит приобрел все черты, характерные для современных приборов.

Первые геодезические работы в России были проведены в 1068 г., когда по приказанию князя Глеба было измерено расстояние между городами Тамань и Керчь по льду Керченского залива. В сборнике законов Древней Руси «Русская правда» (XI—XII вв.) содержатся постановления о земельных границах, которые устанавливались путем измерений на местности. В XVIII в. Петр I организовал «Школу математических и навигационных наук», в программе которой основное место занимали геодезические методы измерений.

После победы Великой Октябрьской Социалистической Революции в 1917 г. был издан декрет об учреждении Высшего Геодезического управления, в задачи которого входило объединять геодезическую деятельность всех организаций, проводить основные геодезические работы, составлять карты, организовывать научную деятельность, изготавливать геодезические приборы и др. В настоящее время основные геодезические работы сосредоточены в Главном Управлении геодезии и картографии при Совете Министров СССР. Геодезические измерения сегодня осуществляются с помощью новейших приборов и методов.

Вернемся к началу нашего повествования. Люди с устройством в виде зрительной трубы на штативе и рейками — геодезисты, за работой которых мы часто наблюдаем на улицах. Они выполняют операцию, которая называется нивелированием. Название прибора «нивелир» произошло от французского слова «*l'levelig*» — выравнивать. С помощью штатива и подъемных винтов труба нивелира устанавливается по уровню строго горизонтально и остается в горизонтальной плоскости при повороте вокруг вертикальной оси. Если на некотором расстоянии от нивелира вертикально установить на поверхности земли или на элементе возводимого сооружения рейку с делениями и, глядя на нее в трубу, взять отсчет, а затем перенести рейку на новое место и взять еще отсчет, то разность отсчетов покажет нам превышение одной точки местности (сооружения) над другой. Высокая увеличивающая способность трубы обеспечивает точность измерений даже при расстоянии между нивелиром и рейкой 100 метров и более.

Высоты точек земной поверхности, сооружения, которые получают нивелированием, затем используют для составления проектов зданий и сооружений (каналов, автомобильных и железных дорог, дамб, водопроводов и др.), подсчета объемов строительных работ, для контроля качества производства работ, а также соответствия возводимого сооружения проекту.

Область геодезических знаний делится на высшую геодезию и низшую геодезию. Высшая геодезия занимается изучением Земли в целом, определением ее размеров, формы, гравитационного поля. Кроме того, в задачи высшей геодезии входит изучение теорий и методов основных геодезических работ, необходимых для построения опорной геодезической сети, и др.

Предметом низшей геодезии (или, как часто говорят, геодезии) является изучение участков земной поверхности, отображение ее на картах, выполнение измерений на местности в различных целях. Важнейший раздел геодезии — инженерная геодезия, методы которой широко используются при проектировании и строительстве промышленных и гражданских зданий, гидротехнических сооружений, путей сообщения, линий электропередач, газопроводов.

С какими же конкретно работами сталкивается геодезист на строительстве? В первую очередь — это топографические съемки для создания крупномасштабного плана площадки намечаемого строительства с нанесением всех существующих зданий и сооружений, подземных и воздушных коммуникаций. Затем — это работы по созданию строительной сетки, разбивка основных осей сооружений на местности; перенесение на местность проекта вертикальной планировки, измерение выполненных объемов строительных работ; исполнительные съемки, т. е. съемки строящихся или законченных строительных объектов с целью выявления отклонений от проекта, определения фактического положения сооружений и другие работы.

Работа геодезиста крайне ответственна. Даже незначительные ошибки могут привести к серьезному материальному ущербу. Поэтому требование высокой точности геодезических измерений является основным. Например, при разбивке осей современных высотных панельных и каркасно-панельных зданий ошибка на расстоянии 100 м не должна превышать 1,5 см.

Геодезист первым приходит на строительную площадку и последним покидает ее, а геодезические наблюдения за смещениями, деформациями уникальных сооружений продолжаются и в процессе эксплуатации.

Переход рабочего-геодезиста к деятельности техника или инженера-геодезиста на строительной площадке не связан с коренной ломкой профессионального мастерства. Работа инженера — лишь более высокий, качественно новый уровень работы геодезиста-рабочего. Эта особенность существенно облегчает рабочему обучение в высших и средних учебных заведениях, работу на инженерных должностях в строительно-монтажной организации после окончания вуза.

Глава 2. ПЛАНЫ, КАРТЫ. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СЕТИ

Создание любого здания или сооружения начинается с плана, карты. Только всестороннее знание рельефа, плана местности позволяет грамотно запроектировать и построить объект, свести к минимуму объемы перемещаемых при строительстве масс грунта, обеспечить водосток, предусмотреть возможные последствия весеннего паводка и др. Топографический план — это уменьшенное изображение на бумаге горизонтальной проекции местности без учета сферичности Земли. На плане обозначают контуры существующих зданий и сооружений, рельеф.

Под рельефом местности понимают совокупность неровностей земной поверхности. Эти неровности принято отсчитывать от уровенной поверхности океана. В нашей стране за нулевую отметку, начало отсчета принимают уровенную поверхность, проходящую через нуль кронштадтского футштока (футштоки — это рейки, закрепляемые на берегах морей для наблюдения за уровнем воды) и совпадающую со средним уровнем Балтийского моря. Рельеф (рис. 1, а) на планах изображают горизонтальями (рис. 1, б), т. е. замкнутыми кривыми линиями на местности, имеющими одинаковую высоту (отметку) от уровенной поверхности. Горизонталь вершины горы или холма вырождается в точку, а граница пруда или озера является одновременно горизонталью. Чем чаще на плане проведены горизонтали, тем более подробную информацию о рельефе можно получить. Обычно высота сечения, которая определяет число горизонталей, зависит от масштаба плана и меняется от нескольких дециметров до метров. На плане указывают отметку, которой соответствует та или иная горизонталь. Кроме того, указывают отметки характерных точек местности: вершины холма, седловины и др.

Важнейшие геодезические работы — съемки на местности, в результате которых появляются планы. Различают несколько видов съемок. При контурных съемках по результатам измерений составляют план с изображением контуров. В этом случае на местности замеряют линии и горизонтальные углы. При нивелирных съемках получают высоты точек над уровенной или какой-то условной поверхностью. Топографические съемки представляют собой соединение предыдущих видов съемок. В результате получается топографический план.

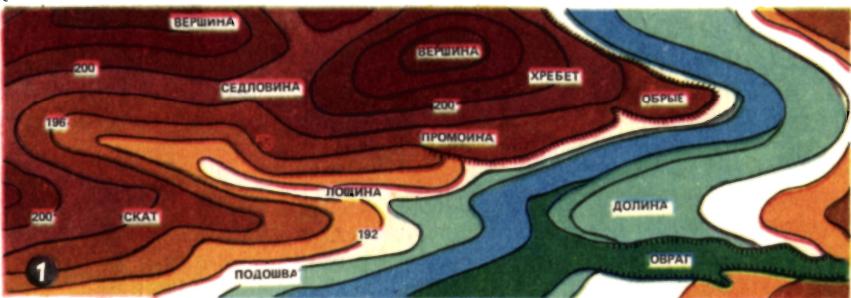
В соответствии с используемыми приборами различают съемки: теодолитную, нивелирную, тахеометрическую и др.

Топографическая карта — это уменьшенное изображение на плоскости значительных по величине частей земной поверхности с учетом ее сферичности. Для составления карт помимо указанных видов съемок широко используют фотографирование со спутника, самолета — аэрофотосъемку. В СССР топографические карты издают в масштабе 1:100 000 и крупнее (крупномасштабные), 1:200 000—1:1000 000 (среднемасштабные), мельче 1:1000 000 (мелкомасштабные).

а



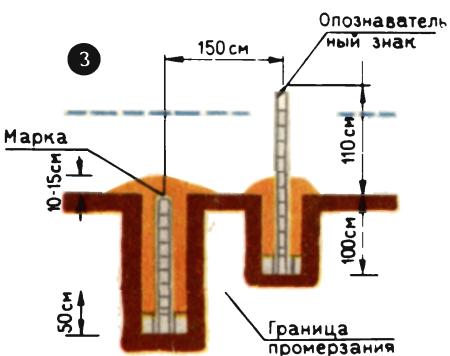
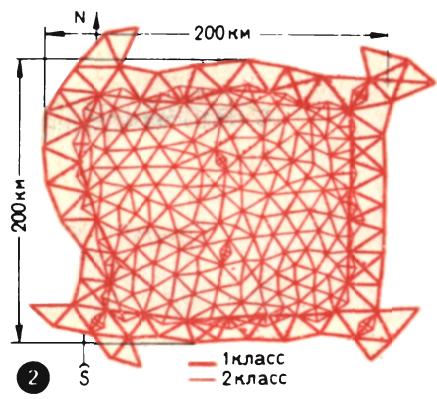
б



В строительстве такие карты необходимы для трассировки путей сообщения, каналов, газо- и нефтепроводов, выбора места сооружения крупного промышленного комплекса (металлургического завода, электростанции, химического комбината) с тем, чтобы учесть не только особенности рельефа, наличие естественных препятствий (оврагов, возвышенностей, рек), но и существующие населенные пункты, дороги, линии электропередач и многое другое, что может способствовать строительству, эксплуатации объекта или наоборот — привести к значительному перерасходу средств.

Как правило, в строительно-монтажном производстве используют планы, на которых в крупных масштабах (1:200—1:10000) изображаются сравнительно небольшие участки местности. Участку местности размером 100×100 м соответствует на плане площадка 50×50 см (1:200) или 1×1 см (1:10000).

Одна из важнейших операций при проектировании и строительстве того или иного объекта — привязка его на карте, плане, на местности, т. е. определение углов, расстояний, высотных отметок, характерных точек и линий объекта (ось автомобильной дороги, центр дымовой трубы или мачты, оси здания) по отношению к каким-либо пунктам (точкам), уже существующим и строго обозначенным на местности, нанесенным на карты и планы. В качестве последних не могут быть выбраны недолговечные ранее построенные сооружения или какие-либо точки рельефа. Такие пункты, специально создающиеся геодезической службой и покрывающие почти всю территорию нашей страны, называются государственной геодези-



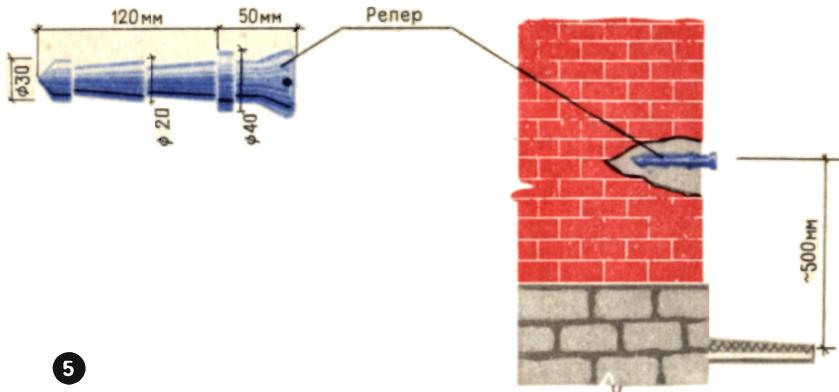
ческой сетью. Взаимные линейное, угловое и высотное положения точек геодезической сети строго определены путем высокоточных измерений на местности и последующих расчетов.

Государственная плановая геодезическая сеть 1-го класса обычно представляет собой системы примыкающих друг к другу полигонов, стороны которых длиной примерно по 200 км располагаются вдоль меридианов и параллелей (рис. 2). Каждая сторона четырехугольника состоит из треугольников, взаимное расположение вершин которых определяют путем измерения необходимого числа углов, сторон и последующих вычислений. (Вы, конечно, помните, как решить треугольник, если, например, известна сторона и два угла.)

Государственная геодезическая сеть 2-го класса строится внутри сети 1-го класса в виде сплошной сети треугольников. Пункты геодезических сетей 3-го и 4-го классов представляют собой отдельные системы треугольников, опирающихся на сети высших классов.

Угловые и линейные измерения при построении геодезической сети отличаются высокой точностью. Так для сети высших классов при определении длины стороны треугольников 20 км допускается ошибка 10—15 см, а при определении угла — лишь одна-две секунды.

Высотные (нивелирные) государственные геодезиче-



5

ские сети также делятся на 4 класса и являются основой, с помощью которой устанавливается единая система высот на всей территории СССР. Линии нивелирования 1-го класса прокладывают по специальной схеме, часто по автомобильным и железным дорогам, обычно в виде замкнутых полигонов (многоугольников) периметром до 1200 км. Линии нивелирования 2-го класса прокладывают между пунктами 1-го класса — полигонами с периметром 500—600 км. Дальнейшее сгущение осуществляется сетями нивелирования 3-го и 4-го классов. Точность измерений определяется классом работ. По линиям 1-го класса ошибка в определении высотных отметок на длине 1 км не должна превышать 0,5 мм.

Высотная и плановая геодезические сети высших классов помимо основы для развития сетей низких классов служат для изучения Земли как планеты, ее формы, размеров, решения ряда научных задач геодезии.

Каждый пункт государственной геодезической сети закрепляется на местности путем закладки на глубину 1,5—2 м бетонного блока с заделанной в бетон металлической маркой, обозначающей вершину (рис. 3). Для видимости устанавливают геодезические знаки, представляющие собой деревянные и металлические сигналы или пирамиды (рис. 4).

Для решения инженерно-строительных задач используют обычно сети сгущения, которые строят, опираясь на пункты государственной геодезической сети. Настройплощадке эти пункты, высотное и плановое положение которых строго определено, обозначают специальными знаками — марками, реперами, закрепленными в грунте, дорожном покрытии, стенах существующих зданий. Эти пункты служат планово-высотной основой строительства. Именно к этим пунктам привязывают оси будущих зданий и сооружений, отметки заложения фундаментов и др.

Простейший вид грунтового репера — кусок трубы или рельса, заделанного в массив бетона в грунте. Отметка верха трубы, рельса известна. Широко распространенный тип репера закладывается в стенку с помощью цементного раствора (рис. 5).

Глава 3. ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТ

ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЙ

Итак, мы с вами уже знаем, что основные исходные операции, с которыми приходится иметь дело геодезисту, — это измерение расстояний, углов, превышений. Как же эти операции осуществляются, с помощью каких инструментов, приборов, приспособлений?

Простейший инструмент для линейных измерений — мерные ленты (рис. 6, а), рулетки (рис. 6, б) и проволоки. Мерная лента представляет собой стальную полосу шириной 10—15 мм, толщиной 0,4—0,5 мм с длиной шкалы 20, 24, 50 м и делениями через дециметр. На некоторых лентах первый и последний дециметры разделены на миллиметровые деления. Стальные измерительные рулетки имеют длину шкалы 5, 10, 20, 30 или 50 м. Цена деления обычно 1 мм.

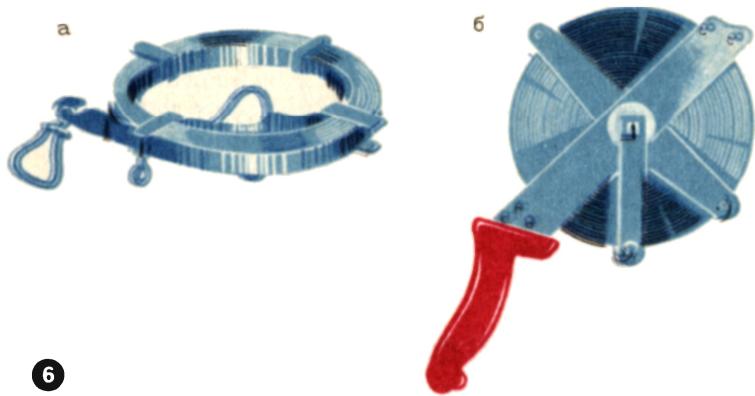
Относительная погрешность при измерениях лентой или рулеткой зависит от класса инструмента, методики измерений и колеблется от 1:1000 до 1:15000, т. е. при точных измерениях на длине 150 м ошибка не должна превышать 1 мм.

Более высокую точность измерений (погрешность до 1:25000) обеспечивают мерные проволоки; их диаметр 1,65 мм, длина 24 м и 48 м. На концах проволоки крепят шкалы длиной 10 см с миллиметровыми делениями. Проволоки используют в комплекте с приспособлениями и инструментом для установки, натяжения проволоки, снятия отсчета, что во много раз повышает точность измерений (рис. 7). Такой комплект именуется подвесным мерным прибором.

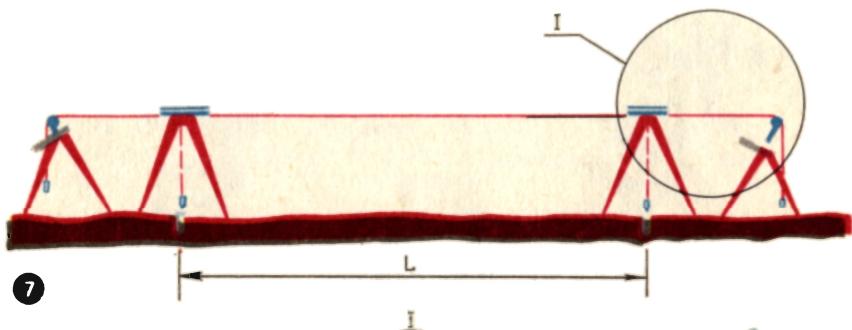
Степень натяжения ленты, проволоки существенно влияет на точность измерений: при усилии натяжения 200 Н длина двадцатиметровой ленты будет примерно на миллиметр больше, чем при усилии 100 Н. Поэтому часто, особенно если требуются высокоточные измерения, натяжение производят с помощью динамометра усилием 100 Н.

Еще большее влияние на длину ленты, проволоки, а значит, и на точность измерений оказывает окружающая температура. Повышение температуры на 4°С приводит к увеличению длины 20-м ленты на 0,2 мм. Теперь представьте себе, что мы измерили расстояние 500 м зимой при минус 20°С, а затем летом при плюс 20°С. Разница полученных результатов составит 20 см — очень много. Обязательно надо ввести поправку на температуру. Чтобы уменьшить погрешность, вызываемую изменением температуры, мерные проволоки и ленты некоторых рулеток делают из инвара — сплава, содержащего 36% никеля и 64% железа. Температурное расширение такого материала в десять раз меньше, чем стали.

Механические измерения с помощью ленты, рулетки или проволоки весьма трудоемки, обеспечивают высокую точность лишь в пределах длины шкалы и применяются для определения сравнительно небольших расстояний — до нескольких сот метров. При необходимости замерять большие расстояния (от сотен метров до километров)



6



7

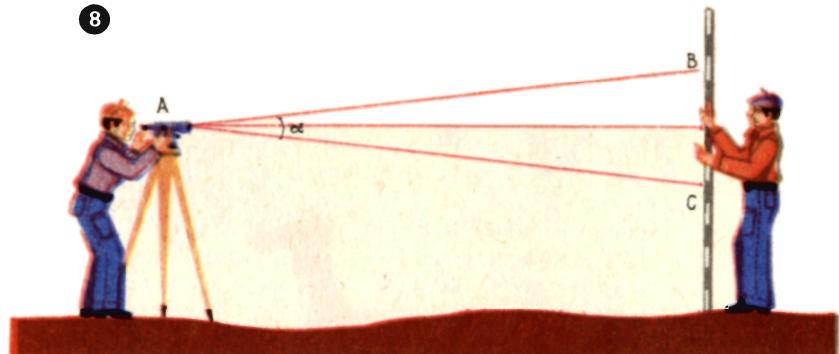


7

используют физико-оптические методы и приборы, которые обеспечивают высокую точность и быстроту измерений. В первую очередь — это дальномеры и светодальномеры.

Измерение расстояния с помощью оптического дальномера с постоянным углом показано на рис. 8 (не показана оптическая система трубы и ход лучей через нее). В зрительной трубе находится сетка. При наведении трубы на рейку нити сетки накладываются на рейку: одна нить в точку В, другая в точку С. Конструкция трубы такова,

8



9



что отрезок BC через трубу виден всегда под одним и тем же углом (обычно не более 1°), т. е. с увеличением расстояния увеличивается и BC . Величина отрезка BC считывается по сантиметровым делениям, нанесенным на рейке. Искомое расстояние определяется вычислением из треугольника ABC .

Гораздо более сложный прибор — светодальномер (рис. 9). Он состоит из приемника-передатчика 1, отражателя световых волн 3 и волномера 2. Приемник-передатчик устанавливают в начальной точке измерения и с его помощью посыпают световой поток в направлении отражателя, установленного в конечной точке на расстоянии нескольких километров. Отраженный поток света фиксируется передатчиком-приемником. Так как замеряется время посылки и приема сигнала и известна скорость распространения электромагнитных волн в воздухе (около 300 000 км/с), то можно вычислить искомое расстояние. Точность измерений светодальномером очень высока: на длине 1 км погрешность в зависимости от типа прибора 1—10 мм.

ПОСТРОЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ

Для построения в горизонтальной плоскости углов 45° , 90° и 135° иногда используют экер. Один из наиболее распространенных — экер с диоптрами, представляющий собой правильную восьмигранную призму (рис. 10). В центре каждой грани есть диоптры (щели) для визирования. Если одну пару взаимопротивоположных диоптров совместить с заданной на местности линией AB (рис. 11), то другие пары диоптров покажут направление C_1, D_1 и C_2, D_2 под углом 45° , 90° , которые при необходимости можно обозначить вешками. Экер обычно устанавливают на штативе.

Простейший угломерный инструмент также буссоль (рис. 12), представляющий собой цилиндрическую коробку, по краю которой нанесены деления от 0° до 360° (/). К коробке прикреплены диоптры 2 для визирования, перемещающиеся по ее периметру. Компас 3 позволяет измерять магнитные азимуты или выносить магнитные азимуты на местность. Буссоль изготавливают как самостоятельный инструмент. В этом случае она снабжается уровнем и устанавливается на штативе или крепится к другому угломерному инструменту, например теодолиту.

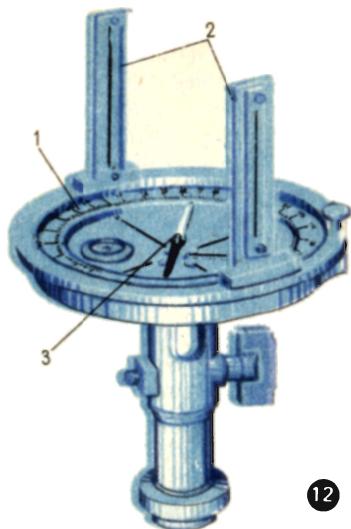
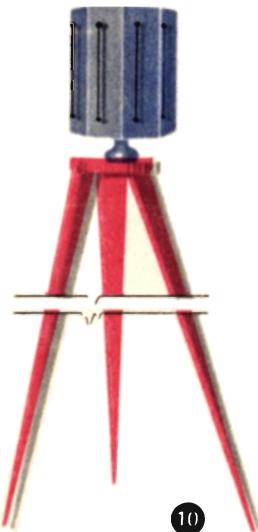
Буссоли используют при работах, не требующих большой точности (точность определения угла около $10'$): обычно для начальных построений, ориентирования с тем, чтобы далее применить более совершенные приборы.

Основной высокоточный прибор для измерения углов в горизонтальной и вертикальной плоскости — теодолит (рис. 13).

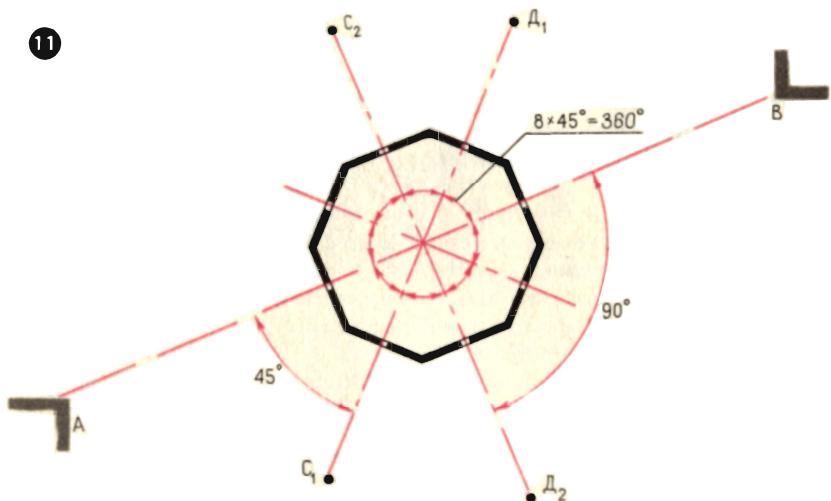
Основные элементы теодолита: зрительная труба 1 для наблюдения за удаленными предметами с осью вращения 2 относительно подставок 3; лимб 4 (наглоухо соединенный с трубой) и алидада 5 (неподвижная при вращении трубы) вертикального круга для измерения вертикальных углов; алидада 6 и лимб 7 горизонтального круга для измерения горизонтальных углов; подъемные винты 8 для установки по уровню плоскости лимба-алидады строго горизонтально; станововой винт 9 для крепления прибора к штативу 10. Алидада 6 вместе с подставкой и трубой может вращаться относительно лимба 7, который в свою очередь при необходимости можно поворачивать относительно треножника 11.

Теодолит наводят на заданную точку специальными наводящими винтами, обеспечивающими плавное вращение. Для закрепления частей прибора в нужном положении служат зажимные винты 12. Над заданной точкой прибор устанавливают по отвесу 13.

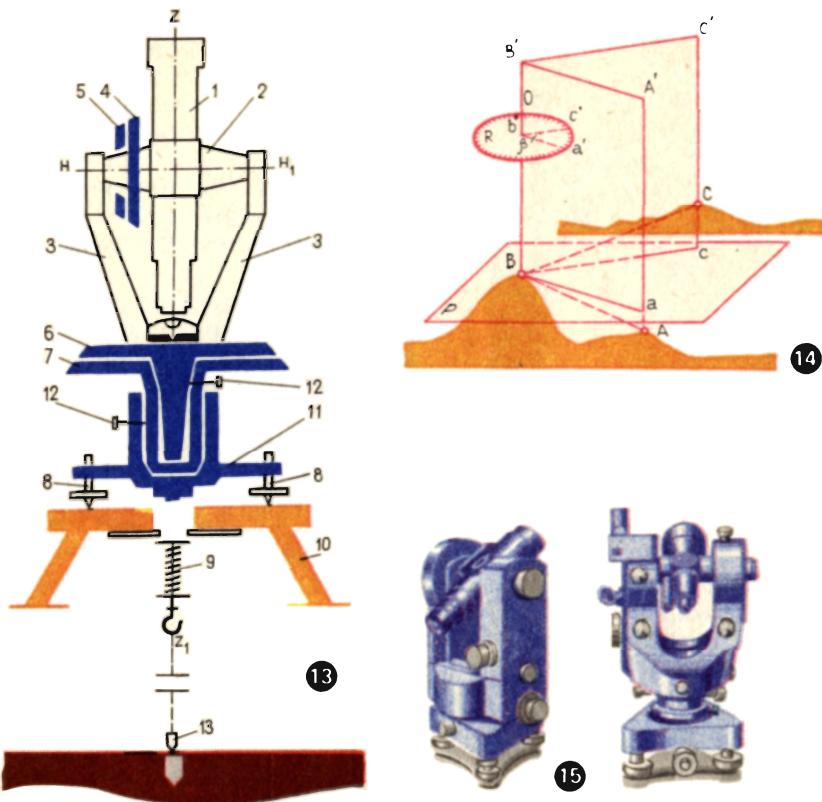
При измерениях углов отсчет производится по делениям на лимбе с помощью специального устройства — верньера, размещенного на алидаде, что позволяет значительно повысить точность. С аналогичным устройством Вы сталкивались, если имели дело со штангенциркулем. Точность измерения углов достигает $30''$ — $1'$. На современных приборах верньер обычно не используется. Шкала нарезается на стеклянном круге лимба и рассматривается через микроскоп (точность до $0.1'$).



11



На рис. 14 показана схема измерения угла с помощью теодолита. На местности заданы или выбраны три точки А, В, С. Измерить угол в вершине В между АВ и ВС — значит, измерить угол аВс, образующийся в результате проекции точек А и С на горизонтальную плоскость Р, мысленно проведенную через точку В. Теодолит укрепляют на штативе над точкой В так, чтобы отвес, укрепленный на крюке стечевого винта прибора, попадал в точку В. Подъемными винтами треножника строго горизонтально устанавливают по уровню плоскость лимбалидады. Наводят трубу теодолита последовательно на точки А и С.



делая соответствующие отсчеты по лимбу a' и c' . Разность отсчетов даст нам искомый угол $\beta = a' - c'$.

Аналогичным образом измеряют угол в вертикальной плоскости между направлениями BA и BC , но отсчет берется по вертикальному кругу.

Теодолиты различных типов (рис. 15) отличаются друг от друга точностью измерений, увеличением зрительной трубы, наличием или отсутствием круга для измерения вертикальных углов и другими особенностями. Теодолит с вертикальным кругом, дальномером и буссолью называется теодолитом-тacheometром.

ИЗМЕРЕНИЕ ПРЕВЫШЕНИЙ

В самом начале нашего рассказа мы уже говорили о нивелировании как о виде геодезических работ, в результате которых определяют превышение одной точки земной поверхности или сооружения над другой.

Один из простейших инструментов, фиксирующих различие высотных отметок — гидростатический нивелир (рис. 16). Этот прибор



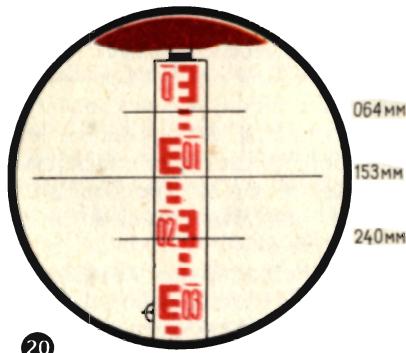
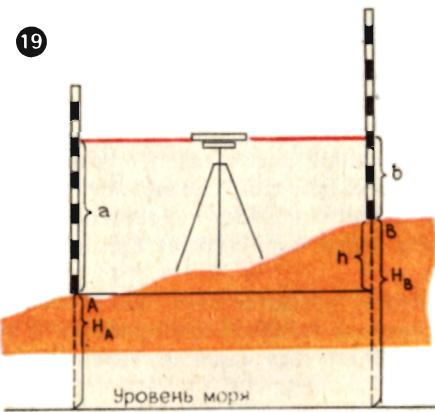
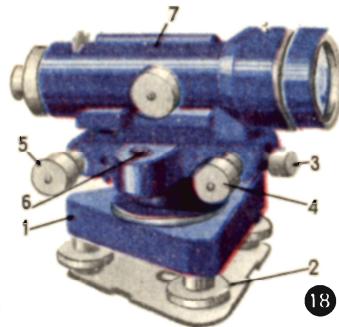
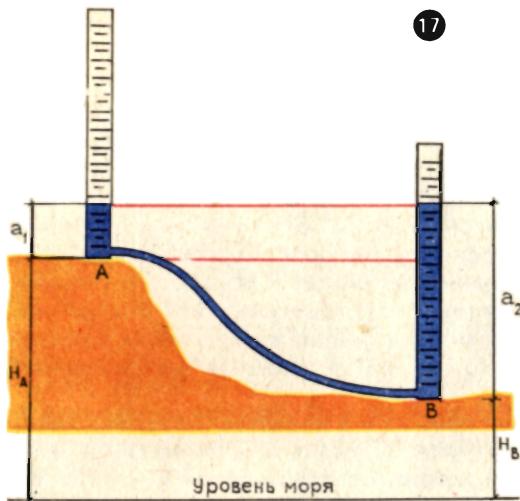
состоит из двух цилиндрических сосудов, заполненных водой и соединенных между собой шлангом. Принцип нивелирования основан на законе сообщающихся сосудов. Способ определения превышения одной точки над другой ясен из рис. 17. Если известна отметка точки В, то отметка точки А будет: $H_A = H_B + a_2 - a_1$.

В инженерной практике наиболее распространен метод геометрического нивелирования, осуществляемый с помощью нивелира (рис. 18: 1 — подставка (трегер); 2 — подъемный винт; 3 — закрепительный винт; 4 — наводящий винт; 5 — элевационный винт; 6 — уровень; 7 — зрительная труба). Зрительная труба нивелира

по конструкции очень похожа на трубу теодолита; она крепится к подставке (трегеру) тремя подъемными винтами. Прибор закрепляется на штативе с помощью становового винта. Подъемные винты и элевационный винт обеспечивают установку зрительной трубы строго горизонтально по уровню. В современных нивелирах достаточно лишь приближенно по уровню выставить прибор. Строго горизонтальное положение визирной оси зрительной трубы устанавливается автоматически с помощью специального устройства — компенсатора. Нивелиры различают по особенностям конструкции, точности измерений, степени увеличения зрительной трубы и другим параметрам.

На рис. 19 показано, как с помощью нивелира определить абсолютную отметку выбранной точки или превышение одной точки над другой. Нивелир размещают между точками А и В. В одной из этих точек, например А, может находиться репер, т. е. известна ее абсолютная отметка H_A . Последовательно в точках А и В выставляется рейка с делениями. Трубу нивелира наводят на рейку и берут отсчеты a и b . Превышение точки В над точкой А составит: $h = a - b$; абсолютная отметка точки В будет: $H_B = H_A + a - b$.

Мы еще ничего не сказали о рейке, по которой снимается отсчет (рис. 20 в поле зрения трубы изображение перевернутое). Нивелирная рейка представляет собой цельный или складной деревянный брусок шириной 8—10 см, толщиной 2—3 см, длиной 3 или 4 м (рис. 21). По высоте рейка разделена через 1 см черными (красными) и белыми делениями. Каждый дециметр подписан цифрами. Некоторые типы реек снабжаются уровнями для установки их строго вертикально. При работе рейки устанавливают на забитые в землю деревянные кольца, металлические костили или башмаки (рис. 22).



ЛАЗЕРНЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Вы, наверное, слышали о лазерах, или, как их еще называют, оптических квантовых генераторах — источниках мощного электромагнитного излучения, которое формируется в виде узконаправленного пучка света. Один из основных компонентов лазера — активное вещество, обладает свойством при возбуждении атомов или молекул каким-либо внешним источником энергии, например электрическим разрядом, накапливать электроны на верхнем энергетическом уровне, из которого они одновременно переходят в основное состояние. Это сопровождается интенсивным электромагнитным излучением. Специальное устройство обеспечивает резонанс в излучении разными частицами, в результате чего создается мощный направленный поток света.

Для лазеров геодезических приборов в качестве активного вещества используют газ неон, в котором создается электрический разряд. Резонатором является система зеркал. Световой поток фокусируется в узконаправленный пучок с помощью линз, для чего часто применяют зрительную трубу теодолита или нивелира.

Лазерные геодезические приборы внешне очень напоминают обычные, а ряд узлов (подставка с тремя подъемными винтами, штатив, уровни, зажимные и наводящие винты) выполнены так же, как для теодолита и нивелира.

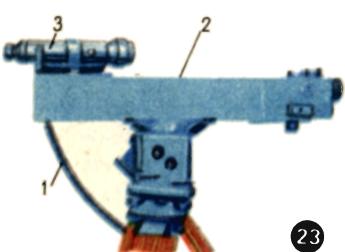
Узнать лазерный прибор (рис. 23) можно по проводу электропитания 1, «зрительной трубе» значительных размеров, где размещается квантовый генератор и система линз для фокусирования светового пучка 2. На корпусе квантового генератора часто укрепляется труба 3 для визуального наблюдения за лазерным пятном при наведении его на цель.

Некоторые лазерные излучатели представляют собой съемный узел, при необходимости укрепляемый на обычном приборе. В этом случае лазерный пучок может направляться через зрительную трубу или иметь свой собственный коллиматор.

Дальность действия лазерных приборов — несколько километров. Использование лазерных теодолитов и нивелиров приводит к повышению производительности труда. Применение лазера позволяет создать принципиально новые геодезические приборы, например нивелир с вращающимся вокруг вертикальной оси прибора лазерным

пучком. В этом случае на уровне трубы-излучателя при ее вращении образуется лазерная световая плоскость. При пересечении такой плоскостью предмета на нем будет видна сплошная световая линия.

Об использовании лазерных приборов при инженерно-геодезических работах в строительстве мы еще поговорим ниже.



ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С ПРИБОРАМИ

Высокая точность геодезических приборов и инструмента может быть обеспечена только при бережном к ним отношении. Инструмент необходимо хранить в футлярах в сухих помещениях при комнатной температуре. При переноске или перевозке необходимо избегать толчков и оберегать инструмент от ударов; при переходах следить за концами ножек штативов и реек, чтобы их не повредить.

Нельзя оставлять инструмент не закрепленным на штативе. Инструмент следует защищать зонтом от попадания прямых солнечных лучей и дождя.

Нельзя касаться пальцами оптических деталей. Удалять пыль надо мягкой волосянной кисточкой, после чего протирать детали чистой мягкой тряпкой. Мерные ленты и рулетки предохранять от возможных изломов. При намотке следить, чтобы не создавались петли. Влажную ленту протирать тряпкой и слегка смазывать маслом или жиром.

Глава 4. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Итак, мы с вами познакомились с предметом геодезия, узнали устройство и назначение основных геодезических приборов и инструмента. Пришло время более подробно разобраться, где и для чего непосредственно на строительной площадке необходима работа геодезиста, как по мере возведения здания или сооружения меняется состав геодезических работ.

На геодезическую службу возлагаются следующие виды работы на строительной площадке:

1) плановое и высотное геодезическое обоснование, т. е. съемка и нивелирование территории строительства, составление топографического плана; привязка пунктов нивелирования к государственной нивелирной сети; разбивка строительной сетки;

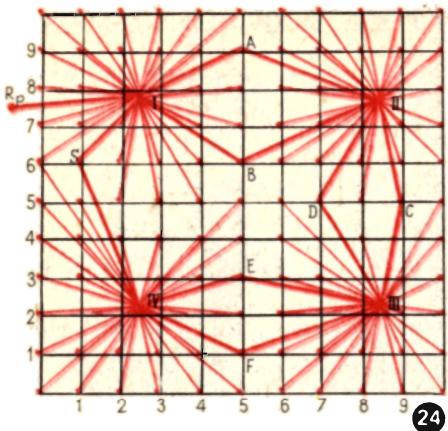
2) перенесение на местность, привязка к существующей строительной сетке осей зданий и сооружений;

3) перенесение на местность проекта вертикальной планировки;

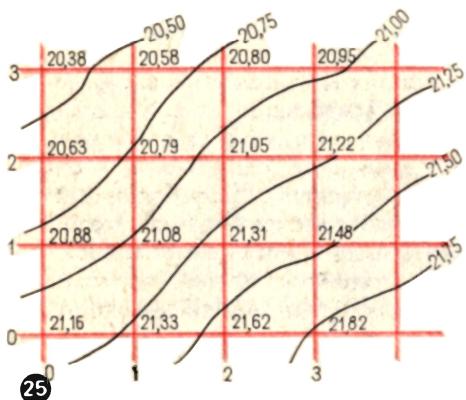
4) поэтапное геодезическое обслуживание строительно-монтажных работ (разбивка котлованов, траншей, фундаментов, контроль за установкой колонн, стеновых панелей; передача отметок на дно котлована, фундаменты, высотные части зданий);

5) определение объемов строительных работ, деформаций сооружения в период строительства и некоторые другие работы.

Строительство начинается с составления плана участка местности, на котором предполагается разместить проектируемый комплекс зданий и сооружений. На таком плане в крупном масштабе (1:500—1:5000), кроме рек, озер, границ леса, поля, болот, обозначают



24



25

ти горизонтали, т. е. восстановить (рис. 25).

На рис. 26 показана съемка контуров местности с помощью теодолита. Ломаная АБВ является элементом существующей или специально построенной плановой геодезической сети, относительно которой и фиксируют положение контуров местности. Положение озера определяется по точкам θ_1 , θ_2 , θ_3 , в которых выставляют вешки. Теодолит устанавливают в точке В и замеряют углы γ_1 , γ_2 , γ_3 . С помощью мерной ленты измеряют расстояния $V\theta_1$, $V\theta_2$, $V\theta_3$. Теперь точки θ_1 , θ_2 , θ_3 , т. е. контуры озера в соответствующем масштабе, можно нанести на план. Положение дерева в труднодоступной точке определяют путем измерения теодолитом углов α и β и построения их на плане.

Топографический план участка готов. Теперь на нем можно наметить контуры (оси) будущих зданий и сооружений, нанести строительную сетку — систему взаимоперпендикулярных прямых линий

контуры существующих объектов. Съемка небольших участков осуществляется с помощью мерной ленты, рулетки, теодолита, нивелира или теодолита-тахеометра.

Для определения высотных отметок участок местности размечают на прямоугольники или квадраты со стороной 100, 200 или 400 м, вершины которых закрепляют, забивая металлические трубы или деревянные столбы. Внутри больших квадратов размечают малые со стороной 10, 20 или 40 м, в вершины которых забивают колья (рис. 24).

Нивелир размещают примерно в центре каждого большого квадрата (точки I, II, III, IV) и определяют превышения в вершинах большого и малых квадратов, устанавливая туда последовательно рейку. Привязка к абсолютным отметкам осуществляется через репер R_p высотной геодезической сети по точкам нивелирного хода А, В, С... Полученные отметки в вершинах квадратов позволяют провес-

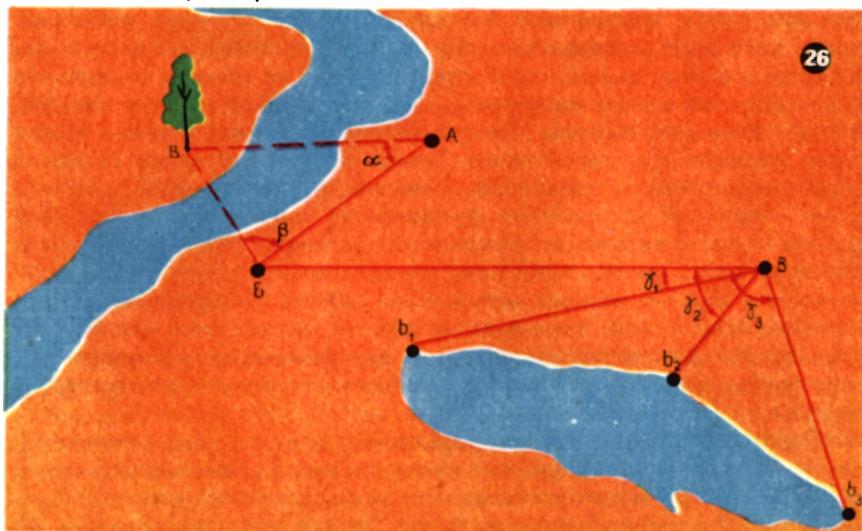
на чертеже рельеф местности

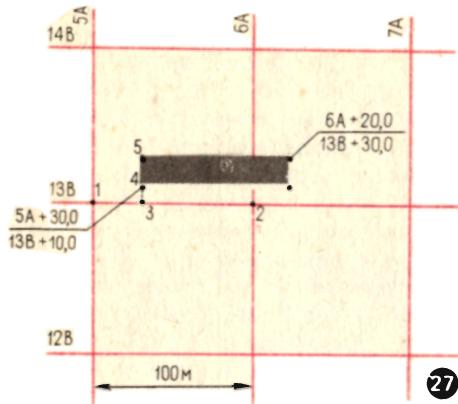
(обычно параллельных осям зданий), образующих прямоугольники или квадраты со стороной 50, 100, 200 или 400 м. К линиям строительной сетки привязывают оси тех или иных объектов, коммуникаций.

Работы на строительной площадке начинают с разбивки строительной сетки, которая является плановым и высотным обоснованием возводимого строительного комплекса. Находят положение и закрепляют временными знаками на местности вершины квадратов (прямоугольников) сетки. Высотное и плановое положение этих точек определяют по отношению к существующей геодезической сети путем измерений расстояний, углов и превышений.

Когда сетка готова, несложно перенести на местность контуры возводимого здания, особенно если оно имеет форму прямоугольника в плане. Рассмотрим участок плана с линиями сетки 5A; 6A; 7A; 12B; 13B; 14B (рис. 27). Положение здания задано координатами вершин двух углов: расстояния одного из них (точка 4) до координатной линии 5A сетки — 30 м, до линии 13B — 10 м.

Теодолит устанавливаем в вершине квадрата сетки 5A/13B (точка 1) и ориентируем по линии 13B (на точку 2). По этой линии отмеряем расстояние 30 м и отмечаем точку 3. Переносим теодолит в точку 3, ориентируем по линии 1—3 и откладываем прямой угол в направлении к 14B. По этому направлению отмеряем расстояние 10 м — положение точки 4 найдено. Отмеряя по этому же направлению еще 20 м, получаем точку 5 и так далее. Контролировать точность построений можно, измеряя расстояние от точки 4 до координатной линии 14B (оно должно быть равно 90 м), измеряя длину диагоналей здания-прямоугольника (они должны быть равны), и другими способами. Достаточно найти положение на местности лишь одной точки здания, чтобы путем измерения расстояний и углов определить местонахождение остальных характерных точек.



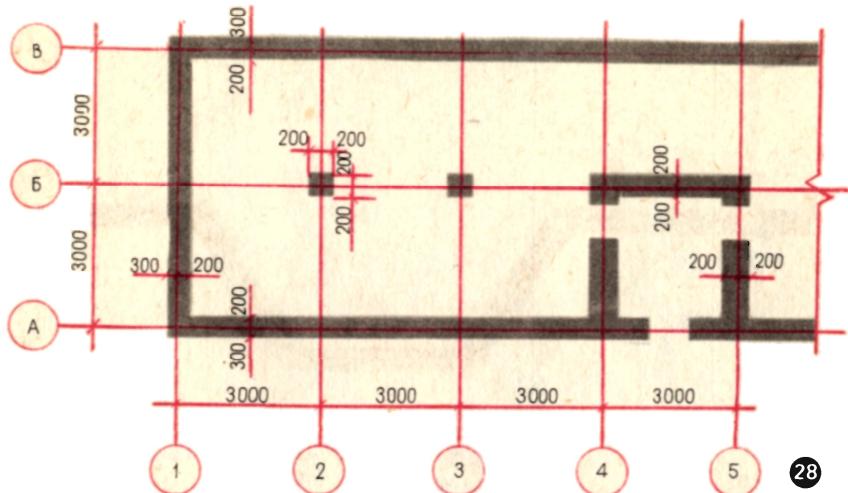


Наконец, на местности забиты четыре колышка, обозначающих точки пересечения осей возводимого здания (чтобы понять, что такое оси, взгляните на рис. 28). Казалось бы, можно начинать разработку грунта для возведения фундамента. Однако, если сразу начать земляные работы, с первыми ковшами грунта будут извлечены колышки, т. е. утеряно местонахождение здания. Чтобы этого не произошло, оси обозначают с помощью устройства, называемого обноской.

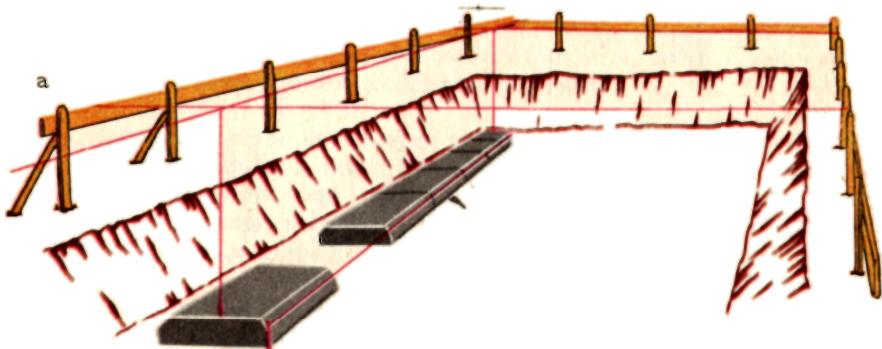
Основной элемент обноски чаще всего представляет собой два деревянных столба, забиваемых в грунт, к верхней части которых горизонтально (по нивелиру) прибивается доска. Такие элементы устанавливают в непосредственной близости к будущим стенам проектируемого здания (но за пределами будущего котлована) таким образом, чтобы на верхних гранях досок можно было отметить положение осей здания. Иногда обноска делается сплошной, т. е. столбы и доски размещают по всему периметру здания (рис. 29, а). В последнее время используется инвентарная обноска, состоящая из металлических трубчатых стоек и горизонтальных штанг (рис. 29, б).

Оси здания переносят на обноску с помощью теодолита. Прибор устанавливают в точку пересечения осей, где забит колышек. Зрительную трубу направляют по оси здания, на соседний колышек, после чего лимб горизонтального круга закрепляют, а трубу перемещают в вертикальной плоскости, замечают на обноске положение оси и забивают в этом месте гвоздь. На инвентарной обноске положение оси отмечают муфтой, которая перемещается по штанге и может быть закреплена в любой точке. Теперь достаточно между гвоздями (муфтами) натянуть проволоки, в местах их пересечения укрепить отвес и получим на земле (на фундаменте) точку пересечения осей здания — местоположение фундамента (стены). После завершения работ нулевого цикла, перед возведением стен обноsku часто уничтожают, так как она мешает дальнейшей работе. Предварительно положение осей (створ) отмечают на нижней части стены или на расстоянии 10—20 м от здания забивают деревянные колья, металлические трубы, а для сложных сооружений — устраивают капитальные рееры.

После разработки грунта определяют отметку дна котлована, чтобы выяснить, насколько она соответствует проектным данным и на какую глубину надо производить окончательную зачистку (обычно 5—15 см). Если котлован неглубокий, то для передачи отметки на



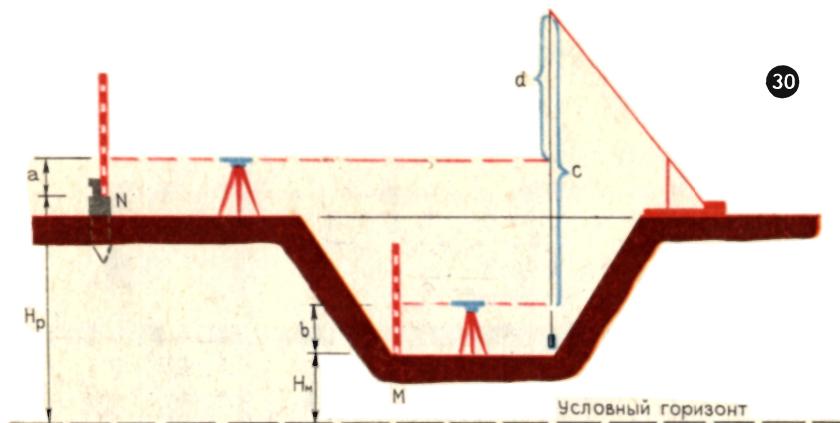
28



29

дно нивелир устанавливают на поверхности земли, зрительную трубу приводят в горизонтальное положение и делают отсчет по рейке, установленной сначала на репере, отметка которого известна, а затем по рейке, установленной на дне котлована. Разность отсчетов даст величину, на которую дно котлована ниже репера.

При глубоких котлованах длины рейки не хватает. Тогда на краю котлована закрепляют кронштейн, к которому подвешивают сталь-



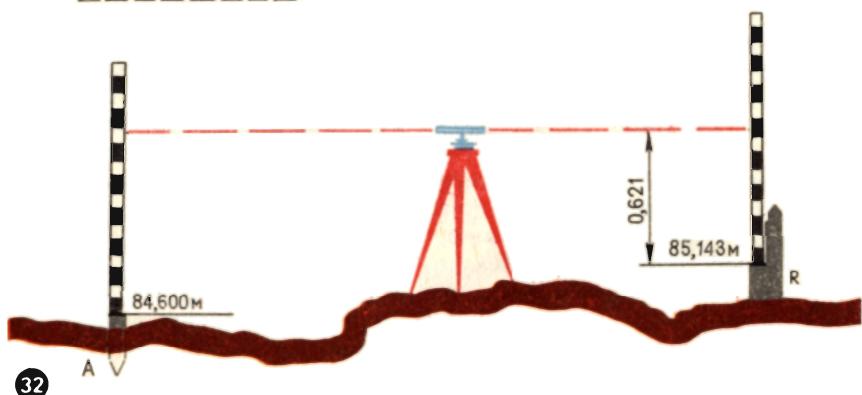
ную рулетку с грузом на конце (рис. 30). Нивелиры размещают один на дне котлована, другой наверху. Берут отсчеты: a — по рейке, установленной на репере на поверхности земли; b — по рейке на дне котлована, а также отсчеты c и d — по ленте рулетки. Искомую отметку дна котлована в точке M можно вычислить по формуле $H_m = H_p + a - (c - d) - b$. Отметка H_p , репера, который находится в точке N , известна.

Аналогично передают отметки на высокие части здания (рис. 31). Отметка кирпичной стены в точке M будет равна: $H_m = H_p + a + (c - d) - b$. Вынесенная отметка позволяет проконтролировать соответствие построенной части проекту, оценить качество производства работ (горизонтальность рядов кирпичной кладки, междуэтажного перекрытия), избежать накопления ошибки.

При проектировании отдельного здания и комплекса обязательно в той или иной мере предусматривают вертикальную планировку, т. е. изменение существующего рельефа с целью обеспечения водостока, удобства подвода автомобильных и железных дорог и так далее. Работы эти осуществляют на основе проекта вертикальной планировки, в соответствии с которым отдельным точкам на местности задаются отметки. Геодезист должен перенести эти отметки с проекта на местность. Такая операция осуществляется с помощью нивелира и нивелирной рейки аналогично тому, как мы ранее определяли превышение. Предположим, отметка репера на площадке 85,143 (рис. 32). В точке A надо вынести отметку 84,600. Нивелир устанавливают примерно в середине между точкой A и репером и делают отсчет по рейке, установленной на репере, 0,621. Отметка визирной оси инструмента (горизонта инструмента — ГИ) равна: $85,143 + 0,621 = 85,764$. Теперь, если забить в точке A кол, то вершина его будет соответствовать проектной отметке в том случае, если отсчет по рейке, поставленной на кол, будет: $85,764 - 84,6 = 1,164$. На практике кол забивают выше проектной отметки и перемещают вдоль него рейку, добиваясь показания 1,164, после чего на коле по



31



32

низу рейки делают соответствующую заметку. Если планируемая отметка в точке А ниже поверхности земли, то предварительно приходится вырывать яму — шурф.

Часто требуется создать на местности площадку с небольшим уклоном для обеспечения стока поверхностных вод. Пусть участок АВСД (рис. 33, а) требуется планировать с уклоном $i=0,02$ от СД и АВ; причем отметка всех точек линии СД равна 70,50. Разбиваем участок на квадраты со стороной 5—20 м (в зависимости от рельефа) и в вершинах квадратов забиваем колыша. Используя нивелир, рейку

и репер, выносим в каждую из точек 16, 26, 36, 46, 56, 66 отметку 70,50 по схеме, приведенной на рис. 32. Все точки по линии 15—65 должны иметь планировочные отметки $70,50 - 0,02 \cdot 20 = 70,10$, по линии 14—64 отметки $70,50 - 2 \cdot 0,02 \cdot 20 = 69,70$ и так далее. Перенесение этих отметок не представляет трудностей. В вершинах квадратов устанавливают сторожки, на которых указывают величину подсыпки или выемки грунта.

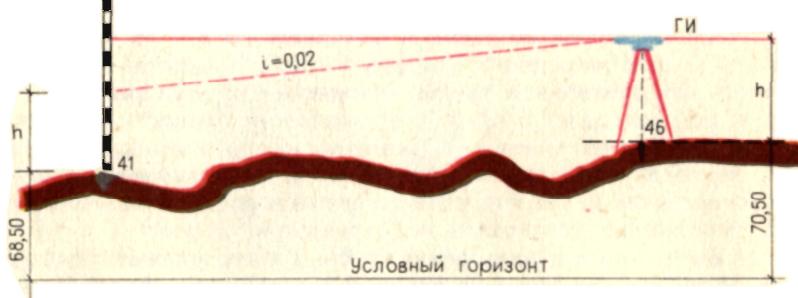
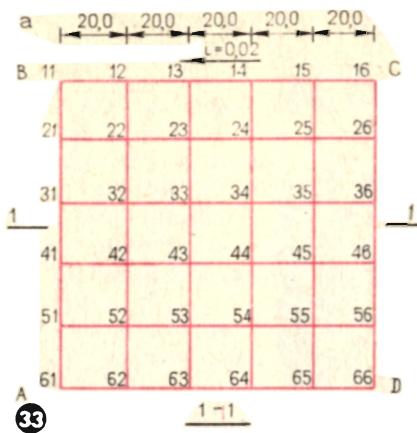
Указанную операцию можно существенно упростить, если более полно использовать возможности нивелира. Нивелир устанавливают, например, в точке 46 так, чтобы два подъемных винта находились по линии СД, а один — по линии 41—46. Приводят нивелир в горизонтальное положение и определяют по рейке и реперу горизонт инструмента, а также высоту инструмента h (рис. 33, б). Выносят на местности отметки точек по линии СД — 70,50 и отметку точки 41 — 68,50. Подъемным винтом, расположенным по линии 41—46 опускают трубу нивелира до тех пор, пока на рейке в точке 41 не появится отсчет, равный высоте инструмента h , и закрепляют винт горизонтальной оси вращения инструмента. Теперь вертикальная ось вращения трубы нивелира будет перпендикулярна выносимой на местность проектной плоскости, а визирная ось трубы при ее повороте будет описывать плоскость, параллельную выносимой. Остается во всех точках подбить коля до такой высоты, чтобы отсчет по рейке, установленной на кол, равнялся высоте инструмента.

После того как на местность вынесены все проектные отметки, к работе по планировке приступают строительные машины — экскаваторы, скреперы, бульдозеры. Эта работа требует внимания и осторожности, чтобы не повредить коля. Значительно облегчаются и ускоряются геодезические и земляные работы при использовании лазерного нивелира, с помощью которого создается световая плоскость.

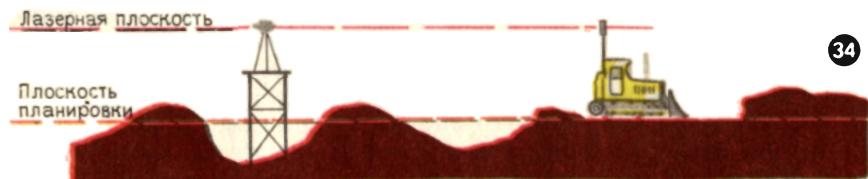
На крыше кабины бульдозера крепят шток, на конце которого устанавливают фотоэлемент (рис. 34). Высоту штока подбирают таким образом, чтобы световая плоскость нивелира пересекала фотоэлемент, когда нож рабочего органа бульдозера находится на заданной отметке планировки. Предварительно устанавливают нивелир аналогично выше описанному. Сигнал от элемента передается на индикаторное устройство в кабину водителя и информирует его о достижении в данном месте заданной отметки. Обычно на штоке выше и ниже основного элемента устанавливают дополнительные, чтобы водитель мог более оперативно реагировать на показания индикаторного устройства, знать, сколько грунта надо подсыпать или срезать в данном месте.

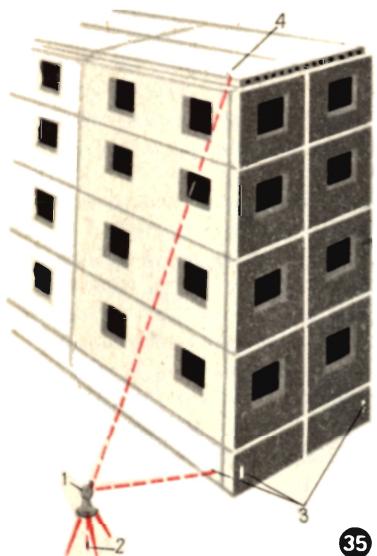
Не менее ответственные геодезические работы при непосредственном возведении зданий и сооружений. О способе передачи отметки на высокие части строящегося объекта мы уже говорили. Познакомимся еще с некоторыми операциями.

Мы уже говорили о том, что после сооружения фундаментов обноску уничтожают (она мешает дальнейшим работам), а положе-

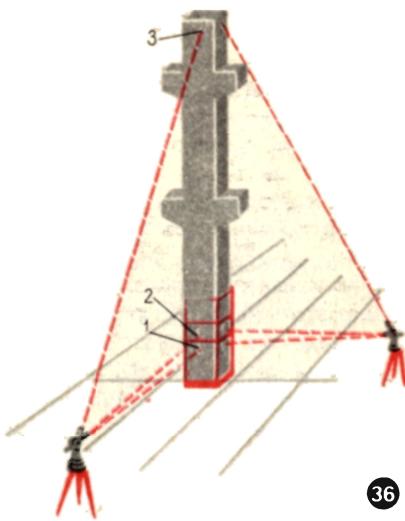


33





35



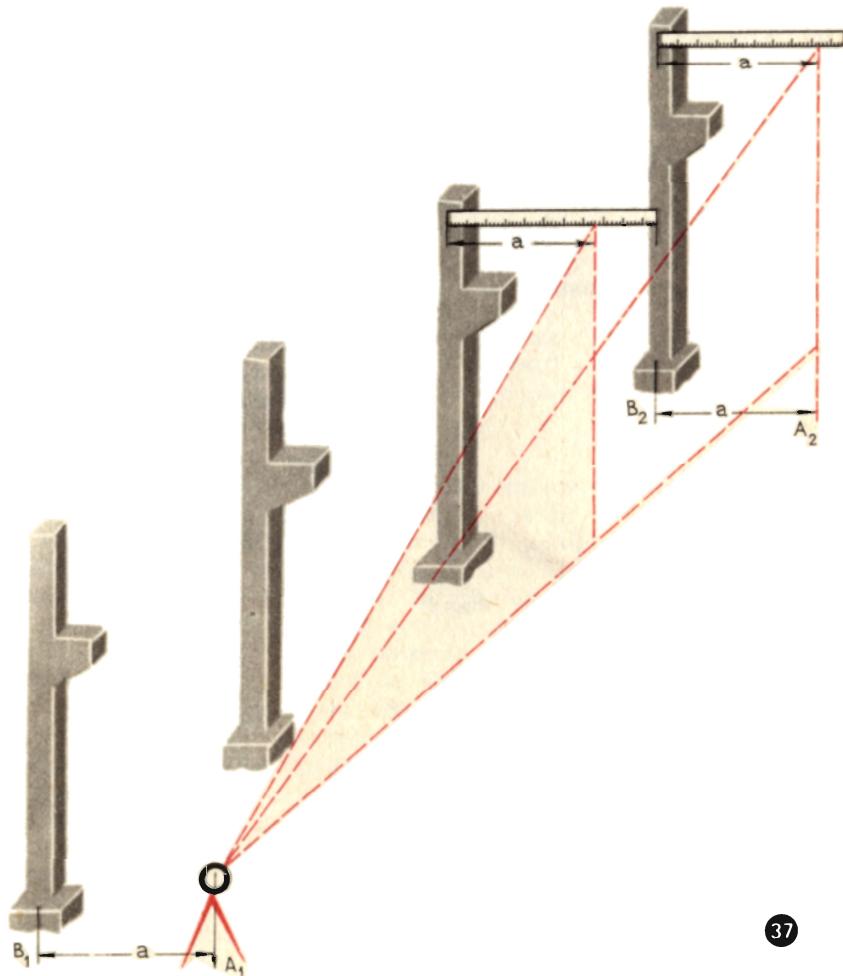
36

ние осей закрепляют рисками на нижней, цокольной части стены. По мере возведения здания появляется необходимость вынести оси на перекрытия второго, третьего и других этажей, чтобы обеспечить производство работ в строгом соответствии с проектом. Передача разбивочной оси обычно осуществляется с помощью теодолита (рис. 35). Прибор 1 устанавливают над репером 2, находящимся в створе разбивочной оси, в 10—20 м от здания. Зрительную трубу теодолита направляют на риску 3, отмечающую ось на цокольной части, после чего закрепляют алидаду и лимб горизонтального круга. Теперь ось зрительной трубы находится в створе разбивочной оси, т. е. оси находятся в одной вертикальной плоскости. Остается направить трубу теодолита в направлении нужного этажа (перекрытия) и провести карандашом риску 4 на бетоне, перемещая его в поле зрения трубы до тех пор, пока острье не совпадет с перекрестием нитей. Или можно установить на перекрытии треногу с нитяным отвесом, ввести отвес в поле зрения трубы, в створ и отметить карандашом точку соприкосновения отвеса с перекрытием. Аналогичным образом отмечают местонахождение остальных осей. Эту операцию проводят два человека: один находится у прибора, другой — на перекрытии.

С помощью теодолита проводят также выверку колонны, ряда колонн, разбивку осей и выверку подкрановых балок. Колонны гражданских и промышленных зданий устанавливают в фундаментные стаканы, на фундаменты или для высоких зданий на ранее установленные колонны. Закрепление колонны с помощью сварки, замоноличивание стыка бетоном проводят только после проверки расположения ее в плане и по вертикали.

При выверке монтируемой колонны два теодолита устанавливают на некотором расстоянии от нее (рис. 36). Лимб и алидаду горизонтального круга прибора закрепляют после того, как визирная ось совмещена с риской 1 на фундаменте (обычно обозначает ось здания) или оголовке нижестоящей колонны. Колонна в плане и по вертикали установлена правильно, если при повороте зрительной трубы в вертикальной плоскости на перекрестьи нитей появятся последовательно риски 2, 3, нанесенные на нижней и верхней частях монтируемой колонны. Теперь можно предварительно закрепить колонну. Окончательно ее закрепляют после монтажа ригелей, плит и повторной проверки вертикальности.

Для проверки вертикальности ряда колонн теодолит устанавливают в точке A₁ (рис. 37) на произвольном расстоянии a (1—2 м) от

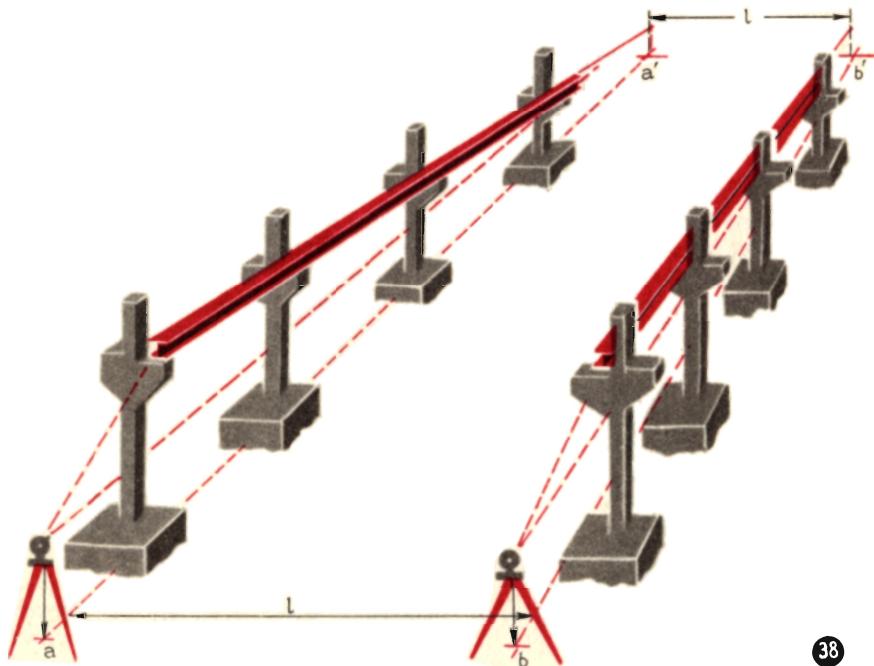


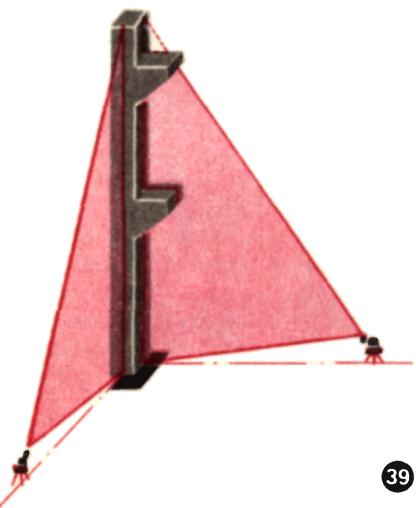
37

одной из колонн, и направляют зрительную трубу (визирную ось) параллельно ряду колонн. Для этого достаточно навести трубу на точку A_2 , находящуюся на расстоянии a от одной из последних колонн в ряде. Закрепляют алидаду и лимб горизонтального круга. Теперь последовательно прикладывают к рискам на верхней и нижней частях каждой из колонн горизонтально рейку с делениями, направляют трубу теодолита на рейку и берут отсчеты. Разность отсчетов даст отклонение колонны от вертикали, разность между a и отсчетом по нижней рейке даст отклонение колонны от осевой линии B_1-B_2 .

Высокой точности требуют работы по установке на консоли колонн подкрановых балок и путей (рельсов), по которым перемещаются мостовые краны, обслуживающие цех. Разбивка осей и выверка подкрановых балок производится следующим образом (рис. 38). На полу цеха разбиваются оси aa' и bb' (параллельно осям колонн) и тщательно измеряется расстояние между ними l — будущее расстояние по осям подкрановых балок и рельсов мостовых кранов. Оси выносят на поверхность консолей, крайних в каждом ряду (так же, как это делалось при передаче осей на этаж), и обозначают рисками. По рискам консолей крайних колонн натягивают проволоку, след которой отмечают на всех консолях промежуточных колонн. Оси подкрановых балок зафиксированы.

После вынесения осей с помощью нивелира определяют отметки плоскости консоли каждой колонны с тем, чтобы затем при помощи



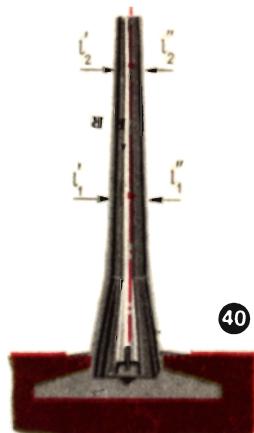


39

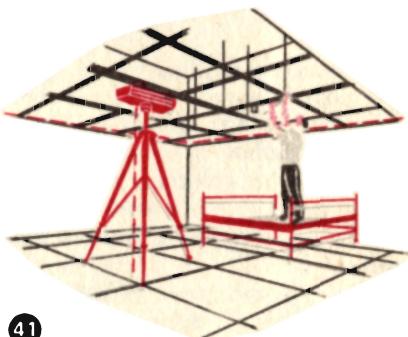
подкладок разной толщины установить подкрановые балки горизонтально. Для этой операции нивелир устанавливают на консоль какой-либо колонны в середине ряда, параллельного прове-ряемому (например, проверяется ряд aa' , а прибор находится на средней колонне ряда bb'), и берут отсчеты по рейке, которая выставляется последовательно на консолях.

Более производительно при строительно-монтажных работах использовать лазерные геодезические приборы. Хорошо видимый на расстоянии 30—50 м луч лазера служит ориентиром при установке строительных конструкций в проектное положение. Например, если при выверке колонн вместо обычных установить лазерные теодолиты и надеть на трубу прибора насадку, развертывающую луч в вертикальную плоскость, то на колонне получают вертикальную световую полосу. Сразу видно, на сколько отклонилась колонна от проектного положения (рис. 39).

Особенно эффектно использование лазерных приборов, дающих вертикальный луч (зенит-прибор) при возведении сооружений башенного типа (дымовые трубы, телебашни и др.) и высотных зданий. Лазерный прибор устанавливают в основании сооружения, над знаком, закрепляющим его центр (рис. 40). Луч лазера направляют вертикально по оси сооружения. Контроль заключается в измерении горизонтальных расстояний l_1, l_2 на разных отметках от оси до наружной границы конструкций сооружения. Необходимо, чтобы $l_1' = l_1''$; $l_2' = l_2''$.



40



41

Очень удобно использовать лазерный прибор, создающий горизонтальную светящуюся плоскость, не только при планировочных работах, но и при выравнивании дна котлована, поверхности фундаментов, выверке горизонтальности подвесных потолков (рис. 41), полов, при определении правильности установки технологического оборудования и во многих других случаях.

Мы рассказали только о некоторых, наиболее распространенных видах геодезических работ на строительной площадке. Не были затронуты вопросы производства геодезических работ при монтаже технологического оборудования, особенности работ при возведении уникальных промышленных сооружений (большепролетных мостов, труб, мачт), высотных зданий. Не остановились мы на специфике наблюдения за осадками и деформациями. Если Вас заинтересовала профессия геодезиста, Вы можете многое дополнительно узнать из книг, список которых приведен в гл. 7.

Глава 5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

В отличие от некоторых других строительных профессий, характер работ, выполняемых рабочим-геодезистом, не угрожает непосредственно его здоровью или жизни. Однако большая часть геодезических работ производится на строительной площадке, где скапливаются материалы, детали и конструкции, присутствуют автомобильный, а часто и железнодорожный транспорт, где значительная часть территории находится в сфере действия грузоподъемных механизмов.

Само возводимое здание, сооружение представляет потенциальную опасность: возможность падения обрезков арматуры, кирпича, строительного мусора с высоких этажей, наличие иногда неогражденных проемов в стенах и перекрытиях и многое другое. Особого внимания требует электропроводка, которая носит временный характер и иногда выполняется с нарушениями правил техники безопасности.

Следует помнить: стройка — зона повышенной опасности!

Вновь поступающие рабочие допускаются к работе только после прохождения вводного (общего) инструктажа по технике безопасности, производственной санитарии и инструктажа по технике безопасности непосредственно на рабочем месте.

Для каждого вида строительно-монтажных работ, каждой рабочей профессии существуют свои правила техники безопасности. Познакомимся с некоторыми наиболее общими правилами, выполнить которые придется рабочему-геодезисту.

Нельзя появляться на стройплощадке без защитной каски. Обувь должна быть на жесткой подошве, одежда свободной, не стесняющей движений.

При геодезических работах в котлованах следует помнить, что глубина траншей и котлованов с вертикальными стенками без кре-



42



44



43



45

плений должна составлять 1—2 м (в зависимости от вида грунтов). При большей глубине, когда возникает опасность обрушения стенок, необходимы откосы или крепление стенок котлована (рис. 42). Не следует ближе чем на 1 м подходить к бровке котлована (траншеи) или устанавливать инструмент, даже если есть откосы, — возможно обрушение грунта. Запрещается находиться у работающего экскаватора ближе чем в 5 м от радиуса действия.

При геодезических работах на проезжей части улиц место работы следует ограждать предупредительными знаками — сигналами с красными флагами (рис. 43). Без ограждения устанавливать теодолит или нивелир по оси автодороги можно при ширине последней не менее 7 м. Необходимо внимательно следить, нет ли в зоне предполагаемых геодезических работ сигнальных ламп и предупредительных знаков, выставленных какими-либо другими строительными подразделениями.

При работах на перекрытиях по контуру должно быть устроено ограждение с перилами. Ограждаются также лифтовые шахты, дверные проемы на балкон, проемы в перекрытии.

К измерениям на высоте (выше 5 м над уровнем земли или нижележащего перекрытия без устройства ограждения) допускаются специально обученные рабочие не моложе 18 лет. Основным средством обеспечения безопасности является предохранительный пояс с цепью и карабином, с помощью которого рабочий прикрепляет себя к смонтированным конструкциям (рис. 44). Запрещается оставлять на конструкциях незакрепленные предметы и инструмент. На высоте не разрешается производить геодезические работы при гололедице, дожде и грозе, сильном снегопаде, ветре свыше 6 баллов.



отключи
рубильник

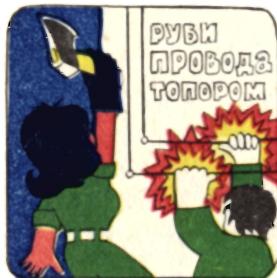


оттяни пострадавшего за одежду



сбрасывая
провод шестом,
встань на изолирующую
подкладку

УМЕЙ ОСВОБОДИТЬ ПОСТРАДАВШЕГО ОТ ТОКА 46



руби
провод топором



воздуховод для
вдувания воздуха
в рот
искусственное
дыхание



массаж сердца

Запрещается производить работы и находиться в зоне действия крана (рис. 45).

Особое внимание должно быть обращено на меры по обеспечению электробезопасности. На площадке могут находиться низко висящие неизолированные или с поврежденной изоляцией участки проводов. Следует помнить, что контакт с такими участками мерных лент, рулеток может привести к повреждению инструмента, а при прикосновении человека могут быть серьезные травмы. Поэтому при производстве работ следует требовать отключения электроэнергии. Запрещается подключать токоприемники, в том числе электрогеодезические приборы, к электросети путем скручивания проводов, соединения и разъединения их концов.

Обязательно следует знать приемы оказания первой доврачебной помощи пострадавшему при несчастных случаях: при ранениях и кровотечениях, при ушибах, переломах и вывихах, при ожогах, тепловом ударе и обморожении.

Необходимо знать правила первой помощи при поражении электрическим током: способы освобождения пострадавшего от электрического тока, правила искусственного дыхания, а при необходимости и массажа сердца, которые следует делать до прибытия врача (рис. 46).

Глава 6. ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКО-МАРКШЕЙДЕРСКОЙ СЛУЖБЫ. КВАЛИФИКАЦИЯ РАБОЧЕГО И ОПЛАТА ТРУДА

Здесь мы впервые сталкиваемся со словом «маркшейдерия». Это слово немецкого происхождения дословно переводится как «граница — разделять» и обозначает отрасль науки и техники, предмет которой — изучение на основе натурных измерений и последующих геометрических построений формы и размеров тел полезных ископаемых, процессов деформации пород и земной поверхности в связи с горными выработками и так далее. В задачи маркшейдерской службы входит построение опорной сети, съемка земной поверхности, перенесение проекта разведочных выработок в натуру, съемка проведенных выработок и многое другое. Другими словами маркшейдерия — это горная геодезия.

Основной задачей маркшейдерско-геодезической службы является производство комплекса работ, обеспечивающих точное соответствие возводимых зданий и сооружений проекту, осуществление маркшейдерско-геодезического контроля за процессами строительства.

Маркшейдерско-геодезическая служба создается в самом начале организации строительства и в зависимости от размеров, сложности, стоимости возводимого объекта или комплекса включает то или иное количество инженерно-технического персонала: для геодезического участка строительного или строительно-монтажного управления примерно 3 человека, для строительного треста 10—11 человек. Число рабочих маркшейдерско-геодезической службы устанавливается из следующего расчета: два постоянно закрепленных и специально подготовленных рабочих на одного инженерно-технического работника, выполняющего маркшейдерско-геодезические работы.

Несложные маркшейдерско-геодезические работы (разбивочные отмеры от базисных линий-осей, выноска рабочих размеров и высотных отметок от осей и отметок, закрепленных знаками геодезическо-маркшейдерской службы) выполняет линейный инженерно-технический персонал строительных организаций — мастера и прорабы.

Тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих, занятых в строительстве и на ремонтно-строительных работах, устанавливает следующие профессии и разряды маркшейдерско-геодезической службы: замерщик 4-го и 5-го разрядов, маркшейдерский рабочий 1-го и 2-го разрядов. Квалификация рабочего определяется уровнем его знаний и способностью выполнять те или иные работы.

Замерщик 4-го разряда должен уметь выносить рабочие высотные отметки из одной зоны строительно-монтажной площадки в другую (с этажа на этаж, с яруса на ярус) с помощью уровня или шлангового нивелира; осуществлять инструментальный контроль горизонтального и вертикального положения возводимых конструкций; замерять

допущенные при монтаже геометрические отклонения конструкций от проектных параметров; закладывать знаки, реперы и марки на балках, колоннах, крепи выработок и т. п. Должен знать условные знаки для геодезических и маркшейдерских планов, строительно-монтажных чертежей, генпланов и стройгенпланов; правила сигнализации при высотном и подземном строительстве; вынос и закрепление абсолютного и условного горизонтов; контрольные проверки горизонтального и вертикального положений конструкций; допускаемые геометрические отклонения от проекта при монтаже конструкций и их элементов.

Замерщик 5-го разряда должен уметь устанавливать высокоточные оптические приборы вертикального визирования и брать отсчеты; замерять и проверять геометрические параметры блоков, колонн, ригелей и других строительных конструкций; осуществлять плановую и высотную съемку рядов свай, колонн и т. п.; инструментально обеспечивать процессы установки конструкций в проектное положение и рихтовку подкрановых путей; выносить монтажный горизонт в натуру под руководством инженера или техника (геодезиста, маркшейдера); участвовать в составлении и вычерчивании исполнительных схем на смонтированные конструкции, технологические блоки, узлы. Должен знать правила и приемы взятия отсчетов со шкал измерительных приборов (теодолиты, нивелиры и т. д.), наблюдения высокоточными приборами вертикального визирования; правила ведения технической документации, оформления и обработки результатов полевых наблюдений и измерений.

Маркшейдерский рабочий 1-го разряда должен осуществлять помощь маркшейдеру при выполнении простых геомаркшейдерских разбивок, измерений и замеров при строительстве шахтных стволов, туннелей, станций метрополитена, при сооружении объектов шахтной поверхности, сооружений специального назначения, штолен, квершлагов, штреков, камер, котлованов, траншей и шурфов. Должен знать правила обращения с маркшейдерскими и геодезическими инструментами и ухода за ними; систему сигнализации при выполнении геодезических и маркшейдерских работ.

Маркшейдерский рабочий 2-го разряда должен уметь измерять длины линий лентой и рулеткой, прокладывать прямые линии и переносить отметки простейшими геодезическими инструментами при строительстве туннелей, станций метрополитена, штолен, квершлагов, сооружений объектов шахтной поверхности, сооружений специального назначения, штреков, камер, котлованов, траншей и шурфов. Должен знать порядок и приемы установки геодезических и маркшейдерских инструментов; правила установки геодезических (маркшейдерских) знаков и реперов; назначение нивелира, теодолита и уровня; правила замера длины линий рулеткой и лентой; правила перенесения отметок уровнем.

Оплата труда рабочего, занятого на маркшейдерско-геодезических работах, зависит от его квалификации, разряда и при повременной системе производится в соответствии с тарифной ставкой.

Тарифные ставки заработной платы для рабочих, занятых в строительстве и на некоторых горно-капитальных работах

Вид работ, сооружений	Тарифная ставка	Ставки по разрядам					
		1	2	3	4	5	6
Строительно-монтажные и ремонтно-строительные работы в промышленном и жилищно-гражданском строительстве							
Месячная, руб.	76	85,5	96	108	121,5	137	
Часовая, коп.	43,8	49,3	55,5	62,5	70,2	79	
Горно-капитальные работы при строительстве предприятий металлургии, химической промышленности, строительства метрополитенов, тоннелей и некоторые другие:							
Дневная, руб.	4,5	5	5,5	6,2	7,1	8,4	
на подземных работах при 6-ч рабочем дне	3,5	3,9	4,3	4,8	5,5	6,5	
на работах на поверхности строящихся шахт, разрезов, карьеров при 7-ч рабочем дне							

Заработка плата в этом случае рассчитывается на основе фактически отработанного времени и тарифных ставок соответствующего разряда. Так, месячная заработка плата рабочего-геодезиста 5-го разряда при 41-ч рабочей неделе составит 121,5 руб.

Как правило, используется повременно-премиальная система оплаты. За качественное и своевременное или досрочное выполнение заданий по месячным результатам работы за фактически отработанное время начисляется премия в размере 30—40% к тарифной ставке.

Для привлечения людей в отдаленные районы с суровыми климатическими условиями применяется система районных коэффициентов к заработной плате. Установлено девять коэффициентов от 1,15 до 2 в зависимости от района работ. Например, если рабочему-геодезисту 5-го разряда начислили с учетом премии за месяц 158 руб., то при работе на Камчатке (районный коэффициент 1,8) его месячный заработок составит $158 \cdot 1,8 = 284,4$ руб.

Подготовка рабочих маркшейдерско-геодезической службы осуществляется обычно в порядке ученичества под руководством рабочих высокой квалификации и инженерно-технических работников геодезических участков строительных организаций. Очередной разряд рабочему присваивается после сдачи экзамена специальной квалификационной комиссии.

Присвоение рабочему разряда имеет не только материальное, но и моральное значение. Повышение разряда отражает соответствующий рост мастерства рабочего, служит стимулом для дальнейшей работы. Материальный и моральный стимулы к труду неразрывны и дополняют друг друга. С каждым годом роль моральных стимулов возрастает. Следует выделить такие формы морального поощрения, как переходящие вымпелы, почетные знаки, выдвижение на доску Почета, звания «Ударник коммунистического труда», «Победитель соцсоревнования», «Ударник пятилетки», «Лучший по профессии» и др. Высшей формой морального поощрения является награждение орденами и медалями.

Перевернуты последние страницы книжки. Мы уверены, дорогой друг, что тебя заинтересовала профессия геодезиста и ты захочешь более подробно узнать о геодезии, ее роли и использовании в строительстве. В этом тебе помогут следующие книги.

Глава 7. ЛИТЕРАТУРА

Мовчан С. Ф., Сокольский Я. А. Геодезические работы при монтаже строительных конструкций. М., Высшая школа, 1973.

Артасов А. И., Фельдман В. Д. Геодезическое обеспечение монтажа строительных конструкций. М., Высшая школа, 1979.

Эти две книги являются учебными пособиями для профессионально-технических учебных заведений. Здесь приводятся сведения об

основных геодезических приборах и инструментах, о работе с ними.
Рассмотрены основные виды геодезических работ на строительной
площадке, способы, порядок и особенности их производства.

Глотов Г. Ф. Геодезия в строительно-монтажном производстве.
М., Стройиздат, 1979.

Это учебник для учащихся строительных техникумов, а также
для строителей и геодезистов, работающих на строительных пло-
щадках. В книге излагаются способы и методика геодезических
работ, главным образом в промышленном и гражданском строитель-
стве. Заметное место отведено разбивочным работам, их оформлению
при монтаже строительных конструкций и технологического обору-
дования.

Инженерная геодезия. Под ред. Закатова П. С. М., Недра, 1976.

Книга является учебником по инженерной геодезии для студентов
строительных специальностей вузов. Кратко освещаются задачи
геодезии как науки, ее роль в строительстве. Излагается теория
и устройство инструментов для производства геодезических измере-
ний. Значительное место удалено инженерно-геодезическим работам
при изыскании, проектировании и эксплуатации сооружений.

Грузинов В. В. и др. Лазерные геодезические приборы в строи-
тельстве. М., Недра, 1977.

Сытник В. С., Клюшин А. Б. Применение лазерных геодези-
ческих приборов в строительстве. М., Стройиздат, 1977.

В последних двух книгах изложены вопросы устройства лазерных
лучевых геодезических приборов и применения их в строительстве.

Учебник под ред. Закатова П. С., книга Грузинова В. В. и др.
без предварительной специальной подготовки покажутся Вам доволь-
но сложными. Однако отдельные разделы, имеющие описательный
характер, прочитать будет весьма интересно.

О ГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА 1. О ПРОФЕССИИ	3
ГЛАВА 2. ПЛАНЫ, КАРТЫ. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СЕТИ	6
ГЛАВА 3. ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТ	10
ГЛАВА 4. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	19
ГЛАВА 5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	32
ГЛАВА 6. ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКО-МАРКШЕЙДЕРСКОЙ СЛУЖБЫ. КВАЛИФИКАЦИЯ РАБОЧЕГО И ОПЛАТА ТРУДА	35
ГЛАВА 7. ЛИТЕРАТУРА	38

БОРИС КЛИМЕНТЬЕВИЧ ПЕРГАМЕНЩИК

ГЕОДЕЗИСТ

Редакция литературы по технологии строительных работ

Зав. редакцией Е. А. Ларина

Редактор Л. А. Кошени

Оформление художника А. А. Оленовского

Технический редактор П. И. Шерстнёва

Корректор И. А. Медеев

ИБ № 2586

Сдано в набор 14.03.80. Подписано в печать 19.12.83. Формат 60 × 90^{1/16} д.л. Бумага офсетная. Гарнитура «Журнально-рубленая». Печать офсетная. Печ. л. 2,5. Усл. кр.-отт. 15,87. Уч.-изд. л. 2,64. Тираж 50 000 экз. Изд. А. VII-8540. Зак № 99. Цена 25 коп.

Стройиздат. 101442. Москва. Калужская, 23а.

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 150014. Ярославль. ул. Свободы, 97

ДОРОГОЙ ДРУГ!

Вокруг тебя кипит большая жизнь. Советские люди изучают науки, познают законы развития природы и человеческого общества, добиваются новых творческих успехов, чтобы приблизить коммунистическое завтра. Ради этой благородной цели в нашей стране ежедневно и ежечасно совершаются миллионы трудовых подвигов. Как и многие юноши и девушки, ты мечтаешь об увлекательных и героических делах. Они ждут тебя на новостройках нашей огромной страны. На юге и на севере, западе и востоке поднимаются новые города, строятся электростанции, воздвигаются заводы и фабрики. На Всесоюзную ударную стройку можно поехать по комсомольской путевке. Чтобы ее получить, нужно обратиться в комитет ВЛКСМ той организации, где вы работаете или учитесь, или в райком ВЛКСМ.

Огни строек зовут тебя в дорогу.

1. Освоение нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири
2. Байкало-Амурская магистраль
3. Завод Атоммаш в Волгодонске Ростовской обл.
4. г. Нижневартовск
5. Усть-Илимский лесопромышленный комплекс
6. Норильский горно-металлургический комбинат
7. Курская атомная электростанция
8. Камско-Ачинский топливно-энергетический комплекс
9. Красноярский завод тяжелых экскаваторов
10. Тобольский нефтехимический



10002866

25 коп.

**ЕСЛИ ТЕБЕ ПРЕДСТОИТ В ЭТОМ ГОДУ ВЫБИРАТЬ ПРОФЕССИЮ,
ЗАГЛЯНИ В БИБЛИОТЕКУ.**

**СТРОЙИЗДАТ ПРЕДЛАГАЕТ ТЕБЕ НА ВЫБОР КНИГИ О САМЫХ
РАЗЛИЧНЫХ ПРОФЕССИЯХ: «МАЛЯР», «ОБЛИЦОВЩИК СИНТЕ-
ТИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ», «ПЛОТНИК», «АРМАТУРЦИК»
(1975 г.); «СТЕКОЛЬЩИК», «МАШИНИСТ БАШЕННОГО КРАНА»
(1976 г.); «МОНТАЖНИК СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ»; «ПАР-
КЕТЧИК», «ПЛИТОЧНИК», «СЛЕСАРЬ-САНТЕХНИК» (1977 г.);
«РАБОЧИЕ ЗЕЛЕНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА», «СТОЛЯР», «КАМЕН-
ЩИК», СЛЕСАРЬ СТРОИТЕЛЬНЫЙ (1978 г.), «СЛЕСАРЬ-МОНТАЖ-
НИК ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ОБОРУДОВАНИЮ» (1979 г.).**