

Маслов А.В., Горохов Г.И.

Геодезические работы при землеустройстве

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 528
ББК 38.2
М31

М31 **Маслов А.В.**
Геодезические работы при землеустройстве / Маслов А.В., Горохов Г.И. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 256 с.
ISBN 978-5-458-48327-8

ISBN 978-5-458-48327-8

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

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.

определяют **м а с ш т а б** карты (плана) и высоту сечения рельефа, а масштаб карты и площадь, на которой выполняются топографо-геодезические работы, определяют виды и методы проведения этих работ.

Поэтому в последующих главах описываются виды и методы топографо-геодезических работ, характеристики их точности, принципы выбора масштабов карты и высоты сечения рельефа.

Но требования к точности топографических карт и планов предъявляются не только мероприятиями или действиями в целом, но и отдельными **о б ъ е к т а м и**, **о т о б р а ж а е м ы м и** или **п р о е к т и р у е м ы м и** на картах и планах в процессе проведения мероприятия или действия.

Особенно большое число **о б ъ е к т о в** проектирования возникает при *составлении землеустроительных проектов*. Так, объектами проектирования при составлении проектов межхозяйственного землеустройства являются землепользования различных предприятий, учреждений и организаций и границы этих землепользований. При составлении проектов внутрихозяйственной организации территории объектами проектирования являются участки, выделяемые для населенных пунктов, хозяйственных (производственных) центров, для отдельных угодий и севооборотов, полей севооборотов, лесные полосы, бригадные, гуртовые, пастбищеоборотные и другие участки, дороги, скотопрогоны и пр.

Требования к точности проектирования объектов обуславливают масштабы планов и карт, применяемых при землеустройстве. Так, для составления землеустроительных проектов готовят планы в масштабах обычно от 1 : 5000 до 1 : 25 000. При крупных работах по межхозяйственному землеустройству (переустройство землепользований в зонах крупных водохранилищ, каналов, ирригационных систем) иногда используют карты масштабов 1 : 50 000 и 1 : 100 000.

С проведением внутрихозяйственного землеустройства тесно связаны работы по составлению проектов планировки сельских населенных пунктов, гидромелиоративных мероприятий (орошение, осушение), гидротехнических сооружений (водозадерживающие и водоотводящие валы, водосборные сооружения, пруды, террасирование склонов) и др.

Для составления этих проектов проводятся специальные изыскания и готовится геодезическая основа в виде планов более крупного масштаба (от 1 : 500 до 1 : 5000).

Крупномасштабные планы применяются также для составления специальных проектов внутрихозяйственной организации территории садов, ягодников, виноградников, комплексных проектов мелиорации (орошения, осушения) и организации территории.

Карты и планы составляются на основе различного вида геодезических *съемок*, преимущественно аэрофотосъемок. В связи с происходящими изменениями в расположении объектов съемки (ситуации) на местности, исчезновением одних и возникновением

других производят периодическое *обновление* планов (карт), т. е. составляют новые планы на основе старых, или *корректировки*, в процессе которых вносят в существующие планы происходящие изменения в ситуации.

§ 2. Стадии составления проектов землеустройства

Составление проекта, а затем *перенесения его в натуру* есть процесс, обратный съемке и составлению плана. Если при съемке выполняют измерения на местности для последующего изображения на бумаге границ землепользований, участков, угодий, дорог, рек, то при составлении проекта сначала на бумаге (плане) изображают проектные границы полей, бригадных и других участков, дорог, лесных полос, каналов и пр. после чего положение этих объектов определяют на местности путем соответствующих измерений при перенесении проекта в натуру.

Для составления проекта используют план (карту) с экспликациями (площадей) по землепользованиям и угодьям, кальки контуров, материалы агрохозяйственных, почвенных, геоботанических, агролесомелиоративных и других обследований.

Проект землеустройства составляют в соответствии с заданием, содержащим основные показатели перспективного плана развития каждого конкретного сельскохозяйственного предприятия и с учетом экономических и природных условий.

На основании указанных материалов и пожеланий землепользователей на плане (карте) или копии с него составляют графический проект размещения составных частей и элементов организации территории.

В проектах землеустройства решаются иногда весьма сложные комплексные хозяйственные задачи организации территории. Во многих случаях наиболее правильное проектное решение их находится в результате составления и экономического анализа нескольких вариантов или путем использования метода линейного программирования.

Первые проектные решения делают приблизительно, по возможности простыми техническими средствами и приемами, чтобы быстрее графически оформить замысел проектировщика сначала в общих чертах, а затем и в деталях. Поэтому проекты землеустройства разрабатывают, как правило, в два приема, в две стадии:

- 1) составление предварительного, или эскизного, проекта;
- 2) составление окончательного, или технического, проекта *.

По эскизному проекту, в котором дается экономически обоснованное конкретное размещение всех основных элементов организации территории, можно решать вопрос о способах и приемах

* Иногда разработку проекта делят на три стадии: 1) составление схемы проекта, 2) составление проекта, 3) техническое оформление проекта.

окончательного (технического) проектирования тех или иных объектов, о проведении необходимой полевой подготовки как для составления технического проекта более точными способами, так и для перенесения его в натуру.

Поэтому на основе эскизного решения составляют окончательный (технический) проект, в котором обеспечивается нужная точность положения проектируемых объектов и их площадей.

После составления проекта и подлежащего юридическому оформлению его (проверка, обсуждение, утверждение) выполняют подготовительные работы для перенесения проекта в натуру, а затем и само перенесение в натуру всех точек, углов, линий, площадей спроектированных объектов.

После перенесения проекта в натуру или в процессе его осуществления иногда производят *исполнительную съемку* построенных или строящихся объектов в целях геодезического контроля за правильностью осуществления замыслов проектировщика или за допущенными отступлениями при перенесении и осуществлении проекта.

Во время возведения и строительства сооружений (например, каналов, плотин, водозадерживающих валов) и в процессе их эксплуатации при помощи геодезических измерений производят *наблюдения за деформацией и осадками сооружений*, чтобы предотвратить разрушение их и установить сроки ремонтных работ.

Материалы землеустройства — откорректированные планы землепользований, проекты, экспликации и др. — используются затем для земельного кадастра.

§ 3. Виды геодезических работ, выполняемых при землеустройстве

Рассмотрение двух предыдущих параграфов показывает, что до составления проектов, в процессе их составления и в завершающей стадии производят следующие геодезические работы:

1. Построение геодезического съемочного обоснования в виде типовых систем треугольников, полигонометрических, теодолитных, тахеометрических, мензульных и нивелирных ходов, засечек с густотой и точностью в зависимости от принятого масштаба съемки и высоты сечения рельефа.

2. Съемки: аэрофототопографические (контурные, комбинированные, стереотопографические), фототеодолитные, мензульные (топографические — со съемкой рельефа, контурные), теодолитные, тахеометрические, нивелирование поверхности, различных масштабов и с различной высотой сечения рельефа в зависимости от требований к точности обследования и проектирования объектов.

3. Обновление планов и карт — составление их по результатам новой аэрофотосъемки с использованием существующих материалов геодезического обоснования и старых съемок. В этом случае

полевые работы часто ограничиваются маркированием пунктов геодезического обоснования, дополнительным дешифрированием появившихся и съемкой неотобразившихся на аэроснимках контуров ситуации, восстановлением, дешифрированием или съемкой границ землепользований, если их не представляется возможным с необходимой точностью нанести на план (карту) по результатам предыдущих съемок.

4. Корректировка планов — съемка и нанесение на существующий план (карту) появившихся и удаление с плана исчезнувших объектов и контуров ситуации.

Перечисленные четыре вида геодезических работ выполняются при отсутствии доброкачественных планов и карт на территорию землепользований, на которой проводится землеустройство.

5. Составление и оформление планов и карт на основе выполненных съемок.

6. Определение площадей землепользований и угодий с составлением экспликаций.

7. Составление проектных планов — копий с планов и карт.

8. Предварительное (эскизное) проектирование объектов.

9. Техническое проектирование объектов.

10. Подготовка к перенесению проекта в натуру.

11. Перенесение проекта в натуру.

12. Исполнительные съемки.

13. Наблюдение за деформацией и осадками сооружений.

Первые три вида геодезических работ известны читателю из изучения курсов «Геодезия» и «Использования материалов аэрофотосъемки при землеустройстве», поэтому ниже приводится лишь анализ точности планов и карт, используемых при землеустройстве.

Восстановлению и съемке границ землепользований отведен следующий параграф.

Особое место в книге с анализом точности отведено описанию 4, 5, 6, 7, 9, 10 и 11-му видам работ, которые в процессе землеустройства выполняются землеустроителем или под его руководством и наблюдением.

Исполнительные съемки, которые производятся в целях контроля за правильностью перенесения проекта в натуру и его осуществления, не требуют особого описания, так как выполняются средствами и методами, применяемыми при других съемках.

Наблюдения за деформацией и осадками сооружений, направленные на предупреждение возможных разрушений их, являются специальными вопросами инженерной геодезии, поэтому в этой книге они не рассматриваются.

§ 4. Восстановление и съемка границ землепользований

Границы землепользований восстанавливают на местности при утрате их, возникновении земельных споров между землепользователями или перед съемкой их в целях нанесения на

новые планы (карты). Восстановление границ геодезическими средствами возможно лишь в случае наличия о них геодезической информации в виде координат граничных знаков или горизонтальных углов и расстояний между знаками. Восстановление возможно и по графическому изображению границ на существующих планах (картах).

Восстанавливают границы обычно при помощи теодолита и мерного прибора * по имеющимся угловым и линейным величинам, взятым с плана землепользования или из ведомости координат.

Для работы в поле изготовляют чертеж границ, на который выписывают углы и длины линий по утраченной части границы в точках *C* и *D* (рис. 1) и на примыкающих к ней линиях *AB* и *EF*, обозначенных на местности сохранившимися знаками в точках *A*, *B*, *E* и *F*.

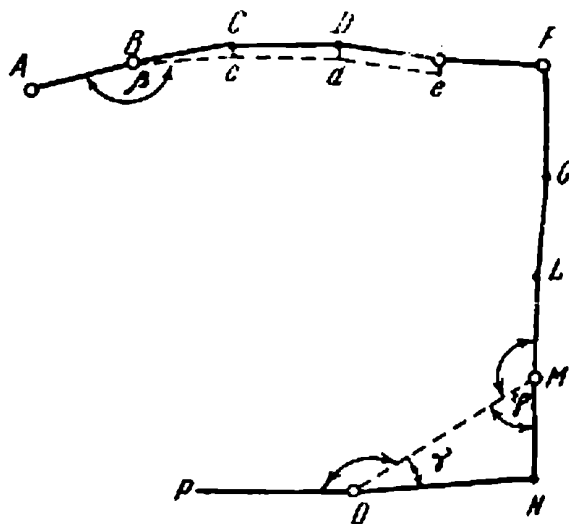


Рис. 1

Для восстановления утраченной границы *BC*, *CD*, *DE* и граничных знаков в точках *C* и *D* строят при точке *B* угол β , величина которого известна **, и по полученному направлению откладывают (промеряют) известное расстояние (соответствующее горизонтальному проложению) *BC*. В полученной точке *c* строят угол, величина которого известна, откладывают расстояние *CD* и т. д. У точки *E* получится невязка *ee'* как результат действия погрешностей измерений при проложении хода *BCDE* и при его восстановлении *Bcde*.

При вероятности 0,95 невязку (допустимую) можно рассчитать по формуле

$$f_s^2 = 4 \sum_1^n m_s^2 + 4 \frac{n+1.5}{3} \left(\frac{m_\beta}{\rho} \sum_1^n s \right)^2,$$

где m_s — средняя квадратическая ошибка измерения (откладывания) линии длиной *s*; *n* — число линий (построенных углов) хода; m_β — средняя квадратическая ошибка построения угла.

Например, при $s_1 = s_2 = s_3 = 400$ м, $m_s = 0,15$ м, $m_\beta = 1'$

$$f_s^2 = 4 \cdot 4 \cdot 0,15^2 + 4 \frac{3+1.5}{3} \left(\frac{1200}{3438} \right)^2 = 1,09 \text{ м}^2, \quad f_s = 1,04 \text{ м}.$$

* Мерным прибором здесь и ниже назван прибор для измерения расстояний — оптический дальномер, электрооптический дальномер, длиномер, лента, рулетка.

** Построение угла описано в § 56.

Невязку распределяют способом параллельных линий. Для этого при помощи буссоли в точке e измеряют направление (магнитный азимут) невязки, а в точках d и c при помощи буссоли строят это направление и откладывают от них отрезки (поправки) dD и cC , вычисляемые по формулам

$$dD = \frac{eE}{BC + CD + DE} (BC + CD),$$

$$cC = \frac{eE}{BC + CD + DE} BC.$$

Иногда не возникает необходимости производить увязку хода на местности, так как после получения точки c раскопка в этой точке позволяет обнаружить остатки утраченного межевого знака в виде полусгнивших частей столбов или осколков камня, бетона и пр. В этом случае на месте обнаруженного знака устанавливают новый знак, строят угол при его вершине и отмеривают расстояние для получения точки d , в которой также обнаруживают остатки утраченного межевого знака, на месте которого устанавливают новый знак.

Для восстановления остальной части границы, на которой не сохранились смежные граничные знаки, например в точках N и L , нужно по координатам точек M и O вычислить дирекционный угол (MO)

$$\text{tg}(MO) = \text{tg} \alpha_{MO} = \frac{y_O - y_M}{x_O - x_M},$$

после чего вычисляют углы $\varphi = (MO) - (MN)$ и $\gamma = (ON) - (OM)$ и др., по которым можно получить на местности направления на точки N , L , P при условии взаимной видимости между точками M и O .

Положение точки G можно получить по углу, который надо построить при точке F или при точке L .

При восстановлении утраченных граничных знаков по имеющимся геодезическим данным затрачивается много времени как на проложение хода, так и на увязку его в натуре. Ту же задачу восстановления граничных знаков в точках C и D можно решить еще так.

По координатам точек B и E вычисляют направление и длину линии BE (рис. 2, а)

$$\text{tg}(BE) = \frac{y_E - y_B}{x_E - x_B}; \quad BE = \frac{y_E - y_B}{\sin(BE)} = \frac{x_E - x_B}{\cos(BE)},$$

а затем по дирекционным углам граничных линий и линии BE вычисляют углы:

$$\varphi = (BA) - (BE), \quad \alpha = (BE) - (BC), \quad \beta = (BE) - (CD)$$

$$\text{и} \quad \gamma = (ED) - (EB).$$

Далее по линии BE вычисляют промеры*: $Bc = BC \cdot \cos \alpha$, $cd = CD \cdot \cos \beta$ и $dE = DE \cdot \cos \gamma$ и перпендикуляры к точкам C и D длиной: $Cc = BC \sin \alpha$, $Dd = Cc + CD \sin \beta$, которые можно использовать для отыскания в натуре положения утерянных граничных знаков в точках C и D .

Для этого подписывают полученные данные на чертеж, строят при точке B угол α , проведя линию BE , отмеряют промер Bc , в точке c строят и отмеряют перпендикуляр cC и восстанавливают

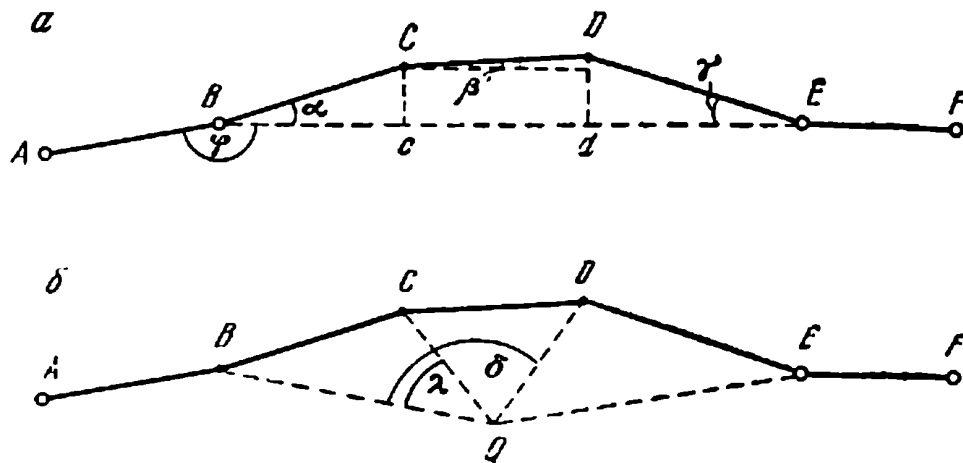


Рис. 2

знак в точке C . Положение знака в точке D находят по промеру Bd и перпендикуляру dD .

Если прямое измерение линии BE невозможно или затруднительно из-за имеющихся препятствий, то целесообразно проложить сначала вспомогательный теодолитный ход между точками B и E с одной (двумя) дополнительной точкой Q (рис. 2, б), увязать его, затем по координатам точек Q и C , Q и D решением обратных геодезических задач вычислить дирекционные углы (QC) , (QD) и горизонтальные проложения QC и QD , а затем и углы $\lambda = (QC) - (QB)$ и $\delta = (QD) - (QB)$, необходимые для построения их на местности, чтобы восстановить утраченные знаки в точках C и D .

Нередко для разыскания и восстановления знака применяют способ, известный в литературе под названием способа Марека, описанный в учебном пособии [11] «Геодезия», М., «Недра», 1972, § 154.

Если на утраченную часть границы нет геодезических данных (угловых и линейных), а есть лишь графическое изображение ее на плане или фотоплане, границы восстанавливают путем разыскания точек на местности, где были граничные знаки, с применением метода промеров между сохранившимися знаками B и E

* Здесь и ниже под словом «промер» будем понимать отрезок, отмеряемый от линии или точки при восстановлении границы или при перенесении проекта в натуре.

(см. рис. 2, а) и построения перпендикуляров от промеряемой линии BE до восстанавливаемых знаков C и D . Длину промеров Bc и Bd и перпендикуляров cC и dD определяют графически по плану.

Границы землепользований восстанавливают с участием представителей смежных землепользователей, а границы между общественными и приусадебными землями — с участием представителей сельского совета, колхоза и пользователя приусадебным участком. При восстановлении границ приусадебных участков колхозники используют материалы обмера этих участков.

Съемку установленных или восстановленных межевых знаков в целях нанесения их на план производят различными способами в зависимости от метода съемки территории землепользования и наличия геодезических пунктов, к которым возможна привязка знаков.

Наиболее надежным способом съемки граничных знаков является продолжение по ним теодолитных ходов, привязываемых к пунктам имеющейся геодезической сети (в том числе к существующим межевым знакам, имеющим вычисленные значения координат). В этом случае межевые знаки в течение многих лет служат геодезической опорой для привязки отводов земель, для перенесения проектов землеустройства в натуру, для корректировки планов, направленной на поддержание их на уровне современности, и для привязки аэроснимков при обновлении планов.

Расположение межевых знаков по периферии землепользования, часто на кормовых и лесных угодиях, обеспечивает им длительную сохранность, благодаря чему они являются более надежными носителями геодезической информации, чем другие пункты геодезических сетей, часто располагающихся на пахотных угодиях, мешающих механизированной обработке земли, подвергающихся порче и уничтожению. Отметим, например, что изучение планов землепользования одного из колхозов Вологодской области съемок 1861 и 1957 гг. позволило установить, что положение ряда межевых знаков на протяжении сотни лет не утратило своего юридического и инженерно-технического значения.

Однако восстановление и съемка межевых знаков в последние три-четыре десятка лет производились редко, знаки оказались утраченными и массовое выполнение этих видов работ с продолжением теодолитных ходов требует больших затрат материальных средств и времени инженерно-технических работников. Поэтому кафедрой геодезии Московского института инженеров землеустройства предложено восстановление и съемка только части межевых знаков — группами по три смежных знака через 3—5 километров по границам землепользований. При отсутствии на территории землепользования пунктов геодезической сети нужной густоты строят известными методами сети сгущения или прокладывают на ней ходы радио- или светодальномерной полигонометрии, к пунктам которой преимущественно полярным способом привязывают восстановленные межевые знаки [2].

Не менее эффективным способом съемки группы смежных межевых знаков является привязка их к контурным точкам (изобразившимся на фотоплане), измерение расстояний (горизонтальных проложений) s и гиро-скопическое определение азимута сторон (дирекционных углов) α между знаками (рис. 3). Для этого на фотоплане или на аэроснимке измеряют координаты контурных точек $a, b, c, \dots, i, h$, полярным способом эти координаты передают на межевые знаки 1, 2, 3 и из полученных нескольких

значений координат для каждого знака выводят среднее значение. Затем решая условные уравнения

$$\operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} - \alpha_{21} = 0, \quad \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{y_3 - y_2}{x_3 - x_2} - \alpha_{23} = 0,$$

$$\{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2\}^{1/2} - s_{21} = 0, \quad \{(x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2\}^{1/2} - s_{23} = 0$$

по способу наименьших квадратов, находят поправки в координаты межевых знаков. Вес уравновешенных значений координат в этом случае увели-

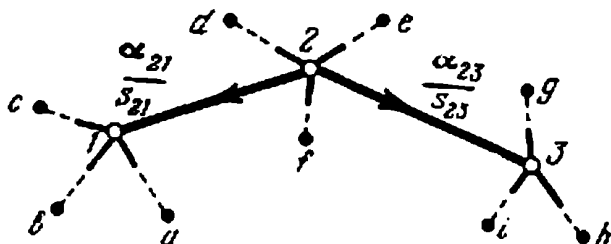


Рис. 3

чивается в 3 раза по сравнению с измеренными координатами [23]. При массовых работах уравновешивание координат выполняется на ЭВМ по заранее составленной программе.

При таком способе съемки границ землепользований не получается нежелательного явления, когда нанесенные на фотоплан по координатам межевые знаки не совпадают с фотографическим изображением границ землепользований.

Перед аэрофотосъемкой полезно межевые знаки замаркировать, благодаря чему отпадает необходимость привязки межевых знаков к контурным точкам.

§ 5. Составление проектных планов

Проекты землеустройства, как правило, составляют на фотопланах и их репродукциях (светокопиях), а также на штриховых планах (без фотоизображения) или на копиях с них, изготавливаемых преимущественно *фотомеханическим* способом как наиболее точным и производительным по сравнению с другими способами.

В некоторых случаях проектные планы представляют к о п и и с планов и карт, получаемые *графическим* (копирование на просвет, на прокол, на передавливание) и *графомеханическим* (копирование при помощи *пантографа*, если масштаб проектного плана мельче масштаба плана оригинала, или *пропорционального циркуля*, если масштабы проектного плана и планов-оригиналов неодинаковы) способами.

Перед копированием графическим или графомеханическим способом строят координатную сетку и перерисовывают изображение ситуации и рельефа с оригинала на копии в пределах квадратов координатной сетки, при этом пункты геодезических сетей и границ землепользований наносят на копии по вычисленным значениям координат.

Пантограф состоит из четырех линеек, соединенных между собой шарнирами и образующих параллелограмм (рис. 4), вра-

щающийся около неподвижной вершины в точке P , называемой полюсом. В зависимости от масштабов копии и оригинала линейку BC посредством муфт в точках B и C передвигают вдоль линейек PD и AS , а также передвигают муфту K на линейке BC с таким расчетом, чтобы во время копирования выполнялось *главное условие* — три точки: полюс P , карандаш K и обводный шпиль S

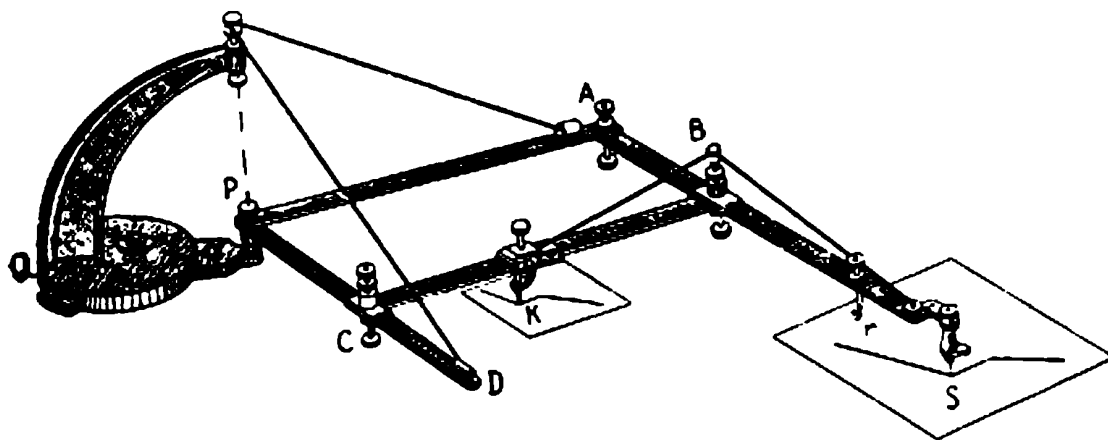


Рис. 4

должны лежать в одной вертикальной плоскости. Для этого линейки изготовляют так, чтобы соблюдалось равенство $AP = BC = AS = L$, а при установке муфт в точках C , K и B было $AB = PC = CK = x$. Величину L называют *размером* пантографа, а x — его *установкой*.

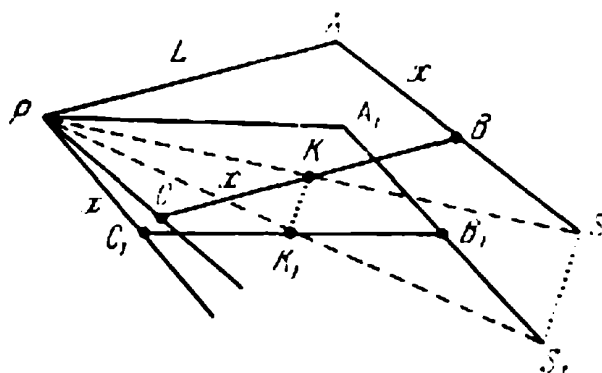


Рис. 5

Для установки муфт в точках C , K и B на линейках PD , AS и BC нанесены деления. Линейки PD и PA поддерживаются двумя проволоками, закрепленными в точках A и D с верхней неподвижной точкой подставки (журавля) Q . Концы линейки AS поддерживаются роликом r . От обводного шпиля к карандашу K протянута нить, при помощи которой во время копирования карандаш можно поднимать и опускать.

Чтобы точка P и верхняя точки подставки были на одной отвесной линии, подставка Q имеет подъемные винты и уровни, а линейки устанавливают в горизонтальное положение при помощи накладного уровня, регулируя длину проволок и высоту обводного шпиля S .

Теория работы пантографа состоит в доказательстве, что с перемещением обводного шпиля S на оригинале карандаш K будет вычерчивать подобную фигуру на копии, т. е. что при перемещении обводного шпиля S в точку S_1 (рис. 5) карандаш K пере-