**Записывать и зарисовывать только то, что на слайдах; вешение линий можно писать по желанию; картинки к вешению и изображения приборов для измерения линий не требуются.**

**ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИН ЛИНИЙ**

**СЛАЙД 1**

**Виды измерений линий**

Измерения линий на местности могут выполняться непосредственно, путем откладывания мерного прибора в створе измеряемой линии, с помощью специальных приборов дальномеров и косвенно. Косвенным методом измеряют вспомогательные параметры (углы, базисы), а длину вычисляют по формулам.

**СЛАЙД 2**

**Приборы непосредственного измерения линий**

Для измерения длин линий посредством откладывания мерного прибора используют стальные мерные ленты, которые обычно изготавливают из ленточной углеродистой стали. В геодезической практике чаще всего применяются штриховые и шкаловые ленты.

Штриховые ленты (рис.1, *а*) имеют длину 20 и 24 м, ширину 15–20 мм и толщину 0,3–0,4 мм.

На ленте нанесены метровые деления, обозначенные прикреплеными бляшками, и дециметровые деления, обозначенные отверстиями. Метровые деления на обеих сторонах оцифрованы. Счет оцифровки делений ведется на одной стороне от одного конца ленты, а на другом – от другого конца. За длину ленты принимают расстояние между штрихами, нанесенными на крюках у концов ленты. К крюкам приделаны ручки. К ленте прилагается 6 или 11 шпилек на кольце. Шпильки сделаны из стальной проволоки диаметром 5–6 мм и длиной 30–40 см. В нерабочем положении ленту наматывают на кольцо (рис.1, *в*).

Шкаловая лента (рис.1, *б*) выпускается длиной 20–24 м, шириной 6–10 мм и толщиной 0,15–0, 20 мм. На обоих концах ленты, в пределах второго дециметра, имеются миллиметровые шкалы длиной по 100 мм каждая.



Рис.1 Мерные ленты

Для измерения небольших расстояний применяют стальные и тесьмяные рулетки длиной 5, 10, 20, 50 м. Деления на рулетках нанесены на одной стороне через 1см и редко через 1 мм. Свернутая рулетка помещается в металлический или пластмассовый корпус.

**СЛАЙД 3**

**Компарирование мерных лент и рулеток**

Мерные ленты и рулетки перед измерением ими линий должны быть проверены. Данная проверка называется ***компарированием*** и состоит установлении действительной длины мерного прибора путем его сравнения с образцовым прибором, длина которого точно известна.

Для компарирования штриховых лент за образцовый мерный прибор принимают одну из лент, имеющихся на производстве, длину которой выверяют в лаборатории Государственного надзора за стандартами и измерительной техникой Государственного комитета стандартов РФ, и пользуются ею при сравнении с рабочими лентами. Компарирование шкаловых лент производят на специальных приборах, называемых стационарными компараторами.

Простейший способ компарирования штриховых лент состоит в следующем. На горизонтальной поверхности, например, на полу, укладывают образцовую ленту. Рядом с ней кладут проверяемую ленту так, чтобы их края касались друг друга, а нулевые штрихи совмещались. Жестко закрепив концы с нулевыми штрихами, ленты натягивают с одинаковой силой и измеряют миллиметровой линейкой величину несовпадения конечных штрихов на других концах лент. Данная величина показывает на сколько миллиметров рабочая лента короче или длиннее образцовой и называется поправкой за компарирование .

Длина проверяемой 20-метровой ленты не должна отличаться от длины образцовой ленты более чем на ±2 мм. В противном случае в результаты измерения линий вводят поправки. При этом, выполняя измерения линий рабочей лентой, полагают, что её длина равняется 20 м.

Поправки определяют по формуле



где *D* – длина измеренной линии.

Поправку вычитают из результатов измерения, когда рабочая лента короче образцовой, и прибавляют, когда она длиннее.

**СЛАЙД 4**

**Вешение линий**

Прямую линию на местности обычно обозначают двумя вехами, уста новленными на её концах. Если длина линии превышает 100 м или на каких-то её участках не видны установленные вехи, то с целью удобства и повышения точности измерения её длины используют дополнительные вехи. Их устанавливают в воображаемой отвесной плоскости, проходящей через данную линию. Эту плоскость называют створом линии. Установка вех в створ данной линии называется ***вешением*** (рис.2).

Вешение линий может производиться на глаз, с помощью полевого бинокля или зрительной трубы прибора. Вешения обычно ведут «на себя».

Наблюдатель становится на провешиваемой линии у вехи **А** (рис.2), а рабочий по его указанию ставит веху в точку **С** так, чтобы она закрывала собой веху **В**. Таким же образом последовательно устанавливают вехи в точках **D** и **Е**. Установка вех в обратном направлении (от себя), является менее точной, так как ранее выставленные вехи закрывают видимость на последующие. Более точно вехи в створ выставляют по теодолиту, установленному в точке **А** и сориентированному на веху **В**.



Рис.2 Вешение линии

**СЛАЙД 5**

**Порядок измерения линий штриховой лентой**

Измерение линий на местности штриховыми лентами производят двое рабочих. По направлению измерения один из них считается задним, второй – передним. Ленту аккуратно разматывают с кольца. Её оцифровка должна возрастать по ходу измерения. Для закрепления мерной ленты в створе линии используется 6 шпилек. Перед началом измерения 5 шпилек берет передний мерщик и одну – задний. Задний мерщик совмещает с началом линии нулевой штрих ленты. Используя прорезь в ленте, закрепляет шпилькой её конец рядом с колышком, обозначающим начальную точку линии (рис.3, *а*). Передний мерщик, имея в руке 5 шпилек, по указанию заднего мерщика, встряхнув ленту, натягивает её в створе линии и фиксирует первой шпилькой передний конец ленты. Затем задний мерщик вынимает свою шпильку из земли, вешает её на кольцо, и оба мерщика переносят ленту вперед вдоль линии. Дойдя до воткнутой в землю передним мерщиком шпильки, задний мерщик закрепляет на ней свой конец ленты, а передний, натянув ленту, закрепляет её передний конец следующей шпилькой (рис.3, *б*). В таком порядке мерщики укладывают ленту в створе линии 5 раз. После того как передний мерщик зафиксирует пятой шпилькой свой конец ленты, задний мерщик передает ему кольцо с пятью шпильками, которые он собрал в процессе измерения (рис.3, *в*). Число таких передач (т. е. отрезков по 100 м при длине ленты в 20 м) записывают в журнале измерений. Последний измеряемый остаток линии обычно меньше полной длины ленты. При определении его длины метры и дециметры отсчитывают по ленте, а сантиметры оценивают на глаз (рис.3, *е*).

Рис.3 Измерение линии мерной лентой

Измеренная длина линии *D* вычисляется по формуле

*D* 100 *a* 20 *b* *c* ,

где *a* – число передач шпилек; *b* – число шпилек у заднего мерщика на кольце; *c* – остаток.

Для контроля линию измеряют вторично 24-метровой или той же 20-метровой лентой в обратном направлении. За окончательный результат принимают среднее арифметическое из двух измерений, если их расхождение не превышает:

– 1/3000 части от длины линии при благоприятных условиях измерений;

– 1/2000 при средних условиях измерений;

– 1/1000 при неблагоприятных условиях измерений.

 **Вычисление горизонтальной проекции** **наклонной линии местности**

При создании планов местности вычисляют горизонтальную проекцию каждой линии, т. е. её горизонтальное проложение *S*.



Рис.4 Горизонтальная проекция линии

Если линия АВ (рис.4) наклонена к горизонту под углом , то горизонтальное проложение рассчитывают по формуле

*S* *D**cos* ,

где *D* – длина измеренной наклонной линии АВ; – угол наклона.

Иногда для определения горизонтального проложения используют поправку за наклон

тогда

Поправку за наклон вводят при углах наклона более 1°. Углы наклона измеряют теодолитом.

**СЛАЙД 6**

**Косвенные измерения длин линий**

При измерении расстояний лентой или рулеткой встречаются случаи, когда местное препятствие (река, овраг, здание, дорога и т. п.) делает непосредственное измерение невозможным. Тогда применяют косвенные методы определения расстояний.

Различают три случая определения недоступных расстояний.

1. При взаимной видимости точек разбивают базис *b* и измеряют горизонтальные углы β1 и β2 (рис.5).



Рис.5 Косвенное измерение расстояния через озеро

Для определения расстояния *АВ* используют теорему синусов



2. При взаимной невидимости точек (рис. 6) выбирают точку С, из которой видны точки А и В, и измеряют расстояния *S*1, *S*2 и угол β.



Рис.6 Косвенное измерение расстояния через холм

Используя теорему косинусов, находят расстояние *АВ*



3. Если обе точки измеряемого расстояния недоступны (рис. 7), то разбивают базис *b* и из точек С и D измеряют углы , , , .



Рис.7 Косвенное измерение расстояний если недоступны обе точки

По теореме синусов дважды для контроля находят расстояние АВ





**СЛАЙД 7**

**Параллактический способ измерения расстояний**

Этот способ основан на решении треугольника АВС, в котором для определения расстояния *S* с высокой точностью измеряют перпендикулярную измеряемой линии малую сторону *l*, называемую базисом, и противолежащий ей острый параллактический (рис.8).



Рис.8 Параллактический способ измерения расстояний

Расстояние *S* вычисляют по формуле



Измеряя расстояние этим способом, сразу получают горизонтальное проложение, поэтому введение поправок за наклон линии не требуется.

**СЛАЙД 8**

**ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИН ЛИНИЙ ДАЛЬНОМЕРАМИ**

**Физико-оптические мерные приборы**

Второй способ измерения длин линий заключается в использовании физико-оптических приборов. Длину линии определяют как функцию угла, под которым виден базис (оптические дальномеры), или как функцию времени и скорости распространения электромагнитных волн между конечными точками измеряемой линии (электромагнитные дальномеры).

Достоинством физико-оптических дальномеров является быстрота измерений, высокая точность и возможность измерения больших расстояний без подготовки трассы: нужна лишь оптическая видимость между конечными точками линии.

Идея оптических дальномеров основана на решении параллактического треугольника (рис. 9), в котором по малому (параллактическому) углу *β* и противоположному ему катету (базе) *B* определяют расстояние *D* по формуле

*D = B·ctg β .*

**

Рис.9 Параллактический треугольник

Одну из величин (*B·*или β) принимают постоянной, а другую измеряют. В зависимости от этого различают оптические дальномеры с постоянной базой и переменным углом или с постоянным углом и переменной базой.

**Нитяный оптический дальномер**

Наиболее распространенным является нитяный дальномер с постоянным параллактическим углом. Он весьма прост по устройству и имеется в зрительных трубах всех геодезических приборов. Сетка нитей таких труб, кроме основных вертикальной и горизонтальной нитей, имеет дополнительные штрихи (нити), называемые дальномерными. С их помощью по дальномерной рейке определяют расстояние *D* между точками местности (рис. 10)



где *D'* – расстояние от переднего фокуса объектива до рейки, *f* – фокусное расстояние объектива, – расстояние от оси вращения теодолита до объектива.

Рассмотрим подобные треугольники **АВF** и **а1b1F** (рис. 10)



где *ab = P* – расстояние между дальномерными нитями, *АВ = n* – число сантиметровых делений между дальномерными нитями на рейке. Тогда





Рис.10 Схема определения расстояний нитяным дальномером

Отношение *f/P* называется коэффициентом дальномера и обозначается *К*, а сумма (*f* – постоянная дальномера и обозначается С. Тогда



Дальномерные нити наносят так, чтобы при сантиметровых деленияхкоэффициент дальномера *К =* 100. Обычно при *f* = 200 мм *P* берут равным 2 мм, тогда *К =* 100.

В современных теодолитах постоянная дальномера *С* близка к нулю,поэтому число метров в измеряемом расстоянии равно числу метров вдальномерном отсчете



При *К* = 100 и *n* = 124,3 см, *D* = 100·124,3 см = 124,3 м.

**СЛАЙД 9**

**Определение горизонтальных проложений линий измеренных дальномером**

При выводе формулы *D = K·n* предполагалось, что визирная ось горизонтальна, а дальномерная рейка установлена перпендикулярно ей. В этом случае мы получим горизонтальное проложение линии *S = D = K·n*.

Однако на практике в большинстве случаев визирная ось имеет некоторый угол наклона (рис. 11), и вследствие этого вертикально расположенная рейка не будет перпендикулярна визирной оси.



Рис.11 Схема определения горизонтального проложения линии нитяным дальномером

Если рейку наклонить на угол так, чтобы она была установлена перпендикулярно визирной оси, то наклонное расстояние будет равно



где *n**= a**b**= ab·cos*= *n·cos*.

Тогда



Отсюда получаем следующую формулу для расчета горизонтального проложения линии при её измерении нитяным дальномером



На точность определения расстояний нитяным дальномером влияют следующие факторы:

1) толщина дальномерных нитей;

2) рефракция воздуха;

3) промежуток времени между взятием отсчетов по верхней и нижней нити. В связи с этим точность измерения расстояний нитяным дальномером невысокая и характеризуется относительной ошибкой 1/300.

**СЛАЙД 10**

**Определение коэффициента дальномера K**

Коэффициент дальномера К определяют путем измерения дальномером отложенных на местности расстояний в 50, 100 и 200 м (рис. 12).



Рис.12 Схема определения коэффициента дальномера К



**Принцип измерения расстояний электромагнитными дальномерами**

Развитие электроники и радиотехники позволило создать новые приборы для линейных измерений – электромагнитные дальномеры (свето- и радиодальномеры).

Принцип работы этих приборов основан на определении промежутка времени *t*, необходимого для прохождения электромагнитных волн (световых и радиоволн) в прямом и обратном направлении от точки А, в которой центрирован прибор, до точки В, где установлен отражатель (рис. 13).

Зная скорость распространения электромагнитных колебаний, можно записать

 *D =* 0,5*·v·t*.

Из-за большой скорости света (в атмосфере *v ≈* 299710 км/час) измерение времени *t* необходимо выполнять с очень высокой точностью. Так, для измерения расстояния с точностью 1 см, время надо измерить с ошибкой не более 10-10 сек.

Измерения выполняют фазовым или импульсным методом. В светодальномерах лазерный источник излучения периодически посылает световой импульс. Одновременно запускается счетчик временных импульсов. Счетчик останавливается, когда светодальномер получает световой импульс, возвращенный призменным отражателем. Для повышения точности измерения выполняют многократно. Измеренное расстояние высвечивается на цифровом табло.



Рис.13 Схема определения расстояния светодальномером

**СЛАЙД 11**

**Способы съемки ситуации**

Съемка ситуации – геодезические измерения на местности для последующего нанесения на план ситуации (контуров и предметов местности).

Выбор способа съемки зависит от характера и вида снимаемого объекта, рельефа местности и масштаба, в котором должен быть составлен план.

Съемку ситуации производят следующими способами: перпендикуляров; полярным; угловых засечек; линейных засечек; створов (рис. 14).

**СЛАЙД 12**

**Способ перпендикуляров** (способ прямоугольных координат) – применяется обычно при съемке вытянутых в длину контуров, расположенных вдоль и вблизи линий теодолитного хода, проложенных по границе снимаемого участка. Из характерной точки К (рис. 14, *а*) опускают на линию хода А – В перпендикуляр, длину которого *S*2 измеряют рулеткой. Расстояние *S*1 от начала линии хода до основания перпендикуляра отсчитывают по ленте.

**Полярный способ** (способ полярных координат) – состоит в том, что одну из станций теодолитного хода (рис. 14, *б*) принимают за полюс, например, станцию А, а положение точки К определяют расстоянием *S* от полюса до данной точки и полярным углом β между направлением на точку и линией А – В. Полярный угол измеряют теодолитом, а расстояние дальномером. Для упрощения получения углов, теодолит ориентируют по стороне хода.

При **способе засечек** (биполярных координат) положение точек местности определяют относительно пунктов съемочного обоснования путем измерения углов β1 и β2 (рис. 14, *в*) – угловая засечка, или расстояний *S*1 и *S*2 (рис. 14, *г*) – линейная засечка.



Рис.14 Способы съемки ситуации: *а* – перпендикуляров; *б* – полярный; *в* – угловых засечек; *г* – линейных засечек; *д* – створов

**СЛАЙД 13**

**Угловую засечку** применяют для съемки удаленных или труднодоступных объектов.

**Линейную засечку** – для съемки объектов, расположенных вблизи пунктов съемочного обоснования. При этом необходимо чтобы угол , который получают между направлениями при засечке был не менее 30° и не более 150°.

**Способом створов** (промеров) определяют плановое положение точек лентой или рулеткой (рис. 14, д). Способ створов применяется при съемке точек, расположенных в створе опорных линий, либо в створе линий, опирающихся на стороны теодолитного хода. Способ применяется при видимости крайних точек линии.

Результат съемки контуров заносят в абрис. ***Абрис*** – это схематический чертеж, который составляется четко и аккуратно.

**СЛАЙД 14 и 15** нужны были для последующей практики.