



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»

Кафедра «Геодезия и геоинформатика»

---

## КУРСОВАЯ РАБОТА

По дисциплине

«Инженерно-геодезические работы в строительстве»

---

на тему

«Топографический план»

---

**Выполнил:**

Учебная группа 16СА

ФИО \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_

**Руководитель курсовой работы:**

Должность ассистент

Звание без звания

ФИО Зуйков А.А.

Курсовая работа защищена

С оценкой « \_\_\_\_\_ »

Подпись \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Москва 2019 г.

## Оглавление

Задание.....	3
Раздел 1. Введение. Общие понятия.....	4
Раздел 2. Картография.....	5
Чертеж «Условные знаки».....	7
Раздел 3. Топографическая съемка.....	8
Вычисление длин сторон и горизонтальных углов в замкнутом полигоне.....	8
Вычисление дирекционных углов и румбов сторон замкнутого полигона.....	9
Вычисление прямоугольных координат съемочных точек (станций) опорного теодолитного хода.....	9
Обработка линейно-угловых измерений по разомкнутому (диагональному) ходу.....	10
Вычисление углов наклона и превышений между съемочными точками (станциями) опорного полигона.....	11
Обработка журнала топографической съемки.....	12
Расчётно-графическая работа по топографической съемке.....	14
Раздел 4. Построение топографического плана.....	15
Построение сетки квадратов.....	15
Нанесение на план съемочных точек (станций) опорного полигона и диагонального хода.....	16
Нанесение на план речных точек.....	16
Вычерчивание ситуации на плане.....	17
Интерполирование высот.....	18
Оформление топографического плана.....	19
Построение графиков заложений.....	20
Чертеж «Топографический план».....	21
Список используемой литературы.....	22

### **Задание.**

1. Ознакомиться и начертить условные знаки для топографических планов.
2. По разделу «Картография» вычертить условные знаки для топографических планов масштаба 1:2000
3. Выполнить расчётную работу по топографической съёмке, согласно исходным данным.
4. Выполнить графическую работу по топографической съёмке, согласно исходным данным.

## Раздел 1. Введение. Общие понятия.

**Геодезия** - одна из древнейших наук о Земле, точная наука о фигуре, гравитационном поле, параметрах вращения Земли и их изменениях во времени. Тесно взаимодействует с астрометрией в области изучения прецессии, нутации, движения полюса и скорости вращения Земли. В технологическом аспекте геодезия обеспечивает координатными системами отсчёта и координатными основами различные сферы человеческой деятельности. Метод геодезии опирается на широкий спектр достижений математики и физики, обеспечивающих изучение геометрических, кинематических и динамических свойств Земли в целом и отдельных её участков.

Кроме того, геодезией называется отрасль производства, связанная с определением пространственных характеристик местности и искусственных объектов. Применяется для координатного обеспечения картографии, строительства, землеустройства, кадастра, горного дела, геологоразведки и других областей хозяйственной деятельности.

### *Разделы геодезии*

*Высшая геодезия* — изучает методы и средства создания астрономогеодезической сети — геодезической сети, методы и способы высокоточных геодезических измерений, астрономических наблюдений применительно к созданию астрономогеодезической сети:

*Геодезическая астрономия* — обеспечивает определение данных пунктов из астрономических наблюдений;

*Геодезическая гравиметрия* — распределение силы тяжести на земной поверхности, сдвигание горных пород и земной поверхности, горные удары, гравиметрических определений на части пунктов;

*Космическая геодезия (спутниковая геодезия)* — использование наблюдений за искусственными спутниками Земли и космическими аппаратами для изучения формы и размеров Земли и её внешнего гравитационного поля.

*Топография* — описание земной поверхности в локальных масштабах.

*Картография* — описание земной поверхности в глобальных масштабах.

*Аэрофотогеодезия* — изучает методы создания топографических карт по материалам аэрофотосъёмки, определение размеров, формы и положения объектов по их изображениям на фотоснимках.

*Морская геодезия* — методы для картографирования и производства других работ в морях и океанах.

*Инженерная геодезия (прикладная геодезия)* — методы, техника и организация геодезических работ для решения инженерных задач.

В данной курсовой работе рассматриваются картография, топография, инженерная геодезия.

## Раздел 2. Картография.

Основное содержание местности на топографической карте представлено в стандартных условных знаках (согласно ГОСТу и «Инструкциям»). В качестве примера на чертеже «условные знаки» представлены условные знаки отдельных угодий и населенных пунктов планов и карт масштаба 1:2000, изображены условные знаки для представления гидрографической сети и сооружений на воде, дороги и сооружения при них. Рельеф местности на картах и планах изображается горизонталями – тонкими извилистыми линиями цвета жженой серы. Горизонтالي (линии равных высот) используют для определения высот точек на плане и карте, для изображения различных форм рельефа.

По высоте соседние горизонтали отличаются друг от друга на определенную высоту. Её называют высотой сечения рельефа  $h_{\text{сеч}}$ . Высота сечения на конкретном плане или карте постоянная. Рельеф местности есть совокупность неровностей физической поверхности Земли, т.е. совокупность возвышений, понижений, гор, котловин, их склонов и т.д. Для удобства чтения рельефа выполнена типизация его форм. На чертеже «условные знаки» изображены основные формы рельефа: плоский склон, гора, котловина, хребет, лощина и седловина. Направление ската поверхности указывают бергштрихами (короткими штришками), направленными от линий горизонталей в сторону понижений. *Плоский склон* – практически однородный наклонный участок земной поверхности, имеющий некоторую крутизну. Здесь горизонтали почти параллельны между собой и отстоят друг от друга примерно на одинаковом расстоянии.

*Гора* – форма рельефа, характеризующаяся резко выделяющимся возвышением по отношению к окружающей местности. Гора изображается замкнутыми горизонталями с бергштрихами, направленными от вершины. Самая высокая точка горы это её вершина. Боковая поверхность горы называется скатом или склоном. Крутизна ската по какому-либо направлению измеряется углом наклона  $\nu$ , образованным наклонной линией к горизонту.

*Котловина* – чашеобразное углубление поверхности Земли. В ней отмечают самую низкую точку – дно. Котловина также изображается замкнутыми горизонталями с бергштрихами, направленными ко дну.

*Хребет* – возвышенность, вытянутая в каком-либо направлении. Хребет изображают вытянутыми горизонталями с бергштрихами по наивысшим его точкам, направленными в сторону спуска. Линия, идущая по хребту и соединяющая наиболее возвышенные его точки, называется водораздельной линией или водоразделом.

*Лощина* – углубление, вытянутое в каком-либо направлении с наклоном дна в одну сторону. Лощину изображают горизонталями, вытянутыми в противоположную сторону от соседних хребтов.

Бергштрихи, нанесенные на горизонтали по самым низким точкам лощины направлены в сторону понижения рельефа. Линию, проходящую через самые низкие точки лощины, называют водосборной линией (тальвег). Хребет и лощина обычно чередуются.

*Седловина* – пониженное место между двумя соседними горами. На плане и карте самую высокую точку (вершину) горы и самую низкую точку (дно) котловины, а также другие необходимые точки отмечают подписью высоты (отметки). Отметка точки – числовое выражение её высоты. (Например, пик Эльбруса имеет отметку 5642 м.)

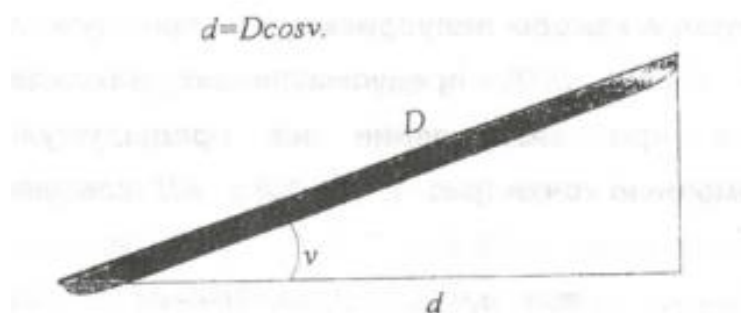
**На этом месте располагается**  
**Чертеж «Условные знаки»**

### Раздел 3. Топографическая съемка.

#### Вычисление длин сторон и горизонтальных углов в замкнутом полигоне.

Длину каждой стороны опорного полигона измеряют на местности дважды - в прямом обратном направлениях. Результаты измерений указаны в ведомости измерений длин сторон полигона и на стр.3 и 4 журнала «Расчетно-графическая работа по топографической съемке»). Значение длины каждой стороны полигона вычисляют как среднее арифметическое.

Вычисленные значения  $D$  записывают в столбец 4 ведомости. Для построения топографического плана используют только горизонтальные проложения длин линий. Если на местности измеряется наклонное расстояние землемерной лентой или светодальномером, то с учетом угла наклона его горизонтальную проекцию вычисляют по формуле:

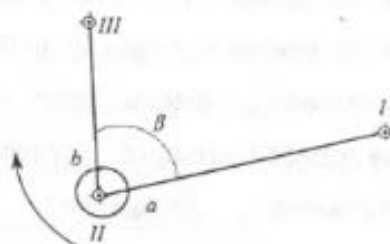


Как правило поправки наклона к горизонту вводятся в случаях, когда угол наклона более 2 градусов.

Вычисление углов в каждом полуприеме предусматривает нахождение разности отсчетов при визировании на предыдущую и последующую съемочные точки:

$$\begin{aligned} \beta_s &= a_s - b_s; & \text{при } a_s < b_s, & \quad \beta_s = a_s + 360^\circ - b_s; \\ \beta_n &= a_n - b_n; & \text{при } a_n < b_n, & \quad \beta_n = a_n + 360^\circ - b_n, \end{aligned}$$

где  $\beta_s, \beta_n$  – соответственно углы при круге слева (КЛ) и при круге справа (КП);  $a_s, a_n$  – соответствующие отсчеты на предыдущую съемочную точку (см. рис.1, станц. I);  $b_s, b_n$  – то же на последующую съемочную точку (см. рис.1, станц. III).





При выполнении условия  $|\beta_{л} - \beta_{п}| \leq 2t$  вычисляют угол приема по формуле:

$$\beta = \beta_{ср} = 0,5(\beta_{л} + \beta_{п})$$

После измерения всех углов приступают к увязке угловых измерений: подсчитывают сумму измеренных углов. Известно, что сумма внутренних углов многоугольника теоретически равна  $\Sigma\beta_{теор}=180(n-2)$ , где  $n$  - количество внутренних углов многоугольника. Определяют угловую невязку, как разницу между измеренной и теоретической суммами углов. Абсолютное значение полученной угловой невязки не должно превышать значения допустимой невязки.

При допустимом значении невязки ее распределяют поровну на все углы, вводя поправки с противоположным знаком. Поправки со своими знаками записывают в столбец 3 ведомости координат. Если невязка значительно меньше допустимой, то поправки вводят только в углы, образованные наиболее короткими сторонами. Исправленные значения углов записывают в столбец 4 ведомости координат (см. стр. 7 журнала). Сумма исправленных углов должна быть точно равна теоретической сумме.

#### **Вычисление дирекционных углов и румбов сторон замкнутого полигона.**

В столбце 6 ведомости координат (стр. 7 журнала) задается дирекционный угол, дирекционные углы последующих сторон рассчитывают по формуле:

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_3,$$

где  $\alpha_{2-3}$  - дирекционный угол следующей стороны;  $\alpha_{1-2}$  - дирекционный угол предыдущей стороны;

Если в процессе вычислений какой-либо из дирекционных углов окажется больше  $360^\circ$ , то его значение следует определить, исключив период ( $360^\circ$ ). Контролем правильности вычислений дирекционных углов в замкнутом полигоне является получение дирекционного угла стороны  $\backslash-//$  по вычисленному дирекционному углу предыдущей стороны, и углу между ними. Полученные дирекционные углы записывают в столбец 5 ведомости и пересчитывают в соответствующие им румбы (столбец 6 ведомости).

#### **Вычисление прямоугольных координат съемочных точек (станций) опорного теодолитного хода.**

Координаты съемочных точек (станций) опорного полигона определяют путем решения прямой геодезической задачи. Вычисленные значения приращений координат округляют до 0,01 м и записывают в столбцы 8 и 9 ведомости приращений координат журнала.

Далее определяют линейные невязки в приращениях координат замкнутого полигона, рассчитывая соответствующие алгебраические суммы приращений. Вычисляют абсолютную невязку  $f_{абс}$ , относящуюся ко всему периметру замкнутого полигона и рассчитывают относительную невязку  $f_{отн}$ . сравнивают ее с допустимым значением. При выполнении заданного условия невязки в приращениях  $f_{\Delta x}$  и  $f_{\Delta y}$  распределяют пропорционально длинам сторон полигона с противоположным знаком. Для этого вычисляют поправки к приращениям координат по следующим формулам, округляя их до 0,01 м.

Вычисленные поправки записывают в соответствующие столбцы, расположенные рядом с столбцами приращений координат. При этом должен выполняться контроль вычислений поправок.

Исправленные приращения координат находят с учетом знаков. Результаты вычислений заносят в столбцы 10 и 11 ведомости координат. Прямоугольные координаты съемочных точек (станций) полигона определяют по заданным значениям координат съемочной точки (станции) и исправленным приращениям. Результаты вычислений заносят в ведомость (столбцы 12 и 13). Контроль вычислений прямоугольных координат заключается в получении исходных координат съемочной точки (станции) полигона через координаты предыдущей съемочной точки (станции)

### **Обработка линейно-угловых измерений по разомкнутому (диагональному) ходу.**

Диагональный ход проложен от II к IV станции опорного полигона через станцию VI, предназначенную для производства съемки в центральной части рассматриваемого участка. Исходными результатами измерений для обработки в диагональном ходе являются длины сторон полигона II - VI и VI - IV и отсчеты по горизонтальному кругу теодолита при измерении справа по ходу лежащих примычных углов с вершинами в точках II и IV, а также угол при станции VI. Порядок обработки результатов измерений в диагональном ходе совпадает с процедурой обработки данных по замкнутому полигону. Результаты вычислений заносят в ведомость координат диагонального хода (стр. 8 журнала).

Угловую невязку в диагональном ходе вычисляют по формуле:

$$\sum \beta_{теор} = n \cdot 180^\circ - (\alpha_{кон} - \alpha_{нач}) = 3 \cdot 180^\circ - (\alpha_{IV-V} - \alpha_{I-II}),$$

где  $\sum \beta_{теор}$  - сумма измеренных углов диагонального хода;  $\alpha_{кон}$  - дирекционный угол второй примычной стороны замкнутого полигона, у которой закончился диагональный ход,  $\alpha_{нач}$  - дирекционный угол первой примычной стороны замкнутого полигона, от которой начался диагональный ход (/ - //); и - количество справа по ходу лежащих углов данного хода (в нашем случае  $n=3$ ).

Для определения угловой невязки заносят вычисленные углы по диагональному ходу со стр. 6 журнала в столбец 2 ведомости координат по данному ходу (см. стр. 8 журнала) и подсчитывают их сумму. В столбец 5 заносят дирекционные углы из ведомости координат замкнутого полигона. Если величина невязки, окажется меньше допустимой, то ее распределяют так же, как в замкнутом полигоне, и получают исправленные значения углов.

Далее определяют дирекционные углы сторон диагонального хода. Контроль угловых вычислений по диагональному ходу заключается в получении дирекционного угла стороны IV - V. Для определения невязок в приращениях координат по диагональному ходу используют формулы:

$$f_{\Delta x} = \sum \Delta X_i - (X_{кон} - X_{нач}) = \sum \Delta X_i - (X_{II} - X_{IV});$$

$$f_{\Delta y} = \sum \Delta Y_i - (Y_{кон} - Y_{нач}) = \sum \Delta Y_i - (Y_{IV} - Y_{II}),$$

Для определения невязок в приращениях координат подсчитывают алгебраическую сумму приращений, в столбце 8 и в столбце 9. Затем записывают в графы 12 и 13 координаты съёмочных точек (станций) II и IV, взяв их из ведомости координат по замкнутому полигону, и определяют разности координат X и Y. Определяют величины и знаки невязок. В диагональном ходе вычисляют абсолютную невязку и относительную, аналогично случаю замкнутого хода. При этом должно выполняться условие контроля. Если величина относительной невязки по диагональному ходу, окажется меньше допустимой (1:1500), то невязки в приращениях X и Y распределяют пропорционально длинам сторон диагонального хода с противоположным знаком аналогично 1500.

Далее вычисляют исправленные приращения и определяют координаты съёмочной точки (станции) VI. Контролем правильности вычислений по диагональному ходу является получение координат съёмочной точки (станции) IV, к которым должно привести последовательное вычисление координат съёмочных точек диагонального хода (столбцы 12 и 13)

#### **Вычисление углов наклона и превышений между съёмочными точками (станциями) опорного полигона.**

Для определения превышений между съёмочными точками (станциями) опорного полигона и их высот сначала вычисляют углы наклона V. Для этого нужно определить значения места нуля MO на каждой станции, используя отсчеты по вертикальному кругу Л и П при его левом и правом положениях (столбец 6 на стр. 5 журнала). Место вычисляют по формуле:

$$MO = \frac{Л + П}{2},$$

а углы наклона по одной из следующих формул:

$$v = \frac{Л - П}{2};$$

$$v = Л - MO,$$

$$v = MO - П.$$

В указанные формулы подставляют отсчеты по вертикальному кругу теодолита с учетом их знака. Вычисление угла v нужно выполнять по одной из трех формул, дающих одинаковый результат, и произвести контроль по другой. Превышения между станциями полигона h рассчитывают по основной формуле тригонометрического нивелирования:

$$h = h' + i - l = d \operatorname{tg} v + i - l,$$

где h' - превышение наведения; d - горизонтальная проекция длины линии между станциями полигона; v - угол наклона; i - высота прибора; l - высота наведения визирного луча.

При проведении топографической съёмки по возможности визирный луч целесообразно наводить на высоту, равную высоте прибора (i=l), отмеченную заранее на вешке или рейке. Результаты расчетов превышений наведений h' заносят в столбец 10 (стр. 5 журнала), округляя окончательный результат до 0,01 м. В столбец 13 записывают полные превышения, вычисленные с учетом соответствующих высот прибора и наведений. Углы и превышения по каждой

стороне опорного полигона определяют дважды - в прямом и обратном направлениях. За прямое принимают направление, при котором движение по полигону от станции к станции осуществляется по ходу часовой стрелки.

Вычисленные превышения (прямые и обратные) переписывают в ведомость увязки превышений на стр. 9 журнала (столбцы 3 и 4). Прямые и обратные превышения должны быть близки по абсолютным значениям, но противоположны по знакам. Расхождение по каждой паре не должно превышать 0,04 м на каждые 100 м длины стороны. При выполнении этого условия из каждой пары вычисляют среднее превышение по их абсолютным величинам и присваивают ему знак прямого. Результаты записывают в столбец 5 ведомости увязки превышений. Далее вычисляют алгебраическую сумму превышений, которая определит величину и знак невязки. Если эта невязка не превышает допустимую, то невязку в превышениях распределяют пропорционально длинам сторон полигона с противоположным знаком, вводя в средние превышения поправки. Исправленные превышения записывают в столбец 7 ведомости. Алгебраическая сумма исправленных превышений должна быть равна нулю, что является контролем правильности вычислений при замкнутом полигоне. В столбец 8 записывают условную высоту  $H$ , станции  $I$ , заданную каждому студенту, а высоты последующих вершин полигона определяют по формуле:

$$H_{i+1} = H_i + h_{(i)исп},$$

где  $H_{i+1}$  - высота последующей съёмочной точки;  $H_i$  - высота предыдущей съёмочной точки;  $h_{(i)исп}$  - исправленное превышение между данными съёмочными точками.

В конце вновь вычисляют высоту съёмочной точки  $I$ , которая должна получиться равной ее исходной величине. Высоты съёмочных точек (станций) диагонального хода вычисляются так же, как по основному полигону, используя данные формулы. Разницу составляет лишь определение невязки в превышениях, которая вычисляется по формуле:

$$f_h = \sum h_{(i)ср} - \sum h_{теор} = \sum h_{(i)ср} - (H_{кон} - H_{нач}) = \sum h_{(i)ср} - (H_{IV} - H_{II}),$$

где  $f_h$  - невязка в превышениях по диагональному ходу;  $\sum h_{(i)ср}$  - сумма средних превышений по диагональному ходу;  $(H_{IV} - H_{II})$  - разность высот конечной и начальной съёмочных точек диагонального. Результаты вычислений заносят в соответствующие столбцы ведомости увязки превышений.

#### **Обработка журнала топографической съёмки.**

В процессе обработки журнала топографической съёмки определяют плановое и высотное положение характерных точек ситуации и рельефа, называемых реечными точками. Плановое положение реечной точки определяется расстоянием, измеренным нитяным дальномером со станции опорного полигона и горизонтальным углом, отсчитываемым от базисной линии по ходу часовой стрелки (см. журнал соответствующие столбцы) до данной точки. Высотное положение реечных точек определяют, вычисляя превышения между рассматриваемой станцией полигона и рассматриваемыми точками. Вычисления ведут следующим образом.

По отсчетам, полученным при визировании на любую ясную точку, вычисляют место нуля МО. Например, на станции I (стр. 11 журнала) МО вычислено по отсчетам  $L = -0^{\circ} 16'$  и  $P = +0^{\circ} 18'$ . Полученный результат заносят в заглавную строку журнала топографической съемки. Используя отсчеты по вертикальному кругу, записанные для каждой речной точки в соответствующий столбец, рассчитывают углы наклона со станции полигона на соответствующие речные точки по формуле:

$$v = L - MO$$

При углах наклона, превышающих  $2^{\circ}$ , вычисляют горизонтальные проекции длин  $d$  от съёмочной точки опорного полигона до речных точек по дальномерным расстояниям  $L$ . При углах наклона менее  $2^{\circ}$  расстояния до речных точек можно считать горизонтальными.

Для вычисления полных превышений между съёмочной точкой опорного полигона и речными точками сначала вычисляют превышения наведений точек по формуле а затем полные превышения. Вычисления производят в том случае, когда наблюдения на данную речную точку велись при наведении визирной оси теодолита на другую высоту, а не на высоту прибора  $I$ , отмеченную для данного случая на рейке. Высоты речных точек вычисляют и записывают в соответствующие столбцы журнала топографической съемки.

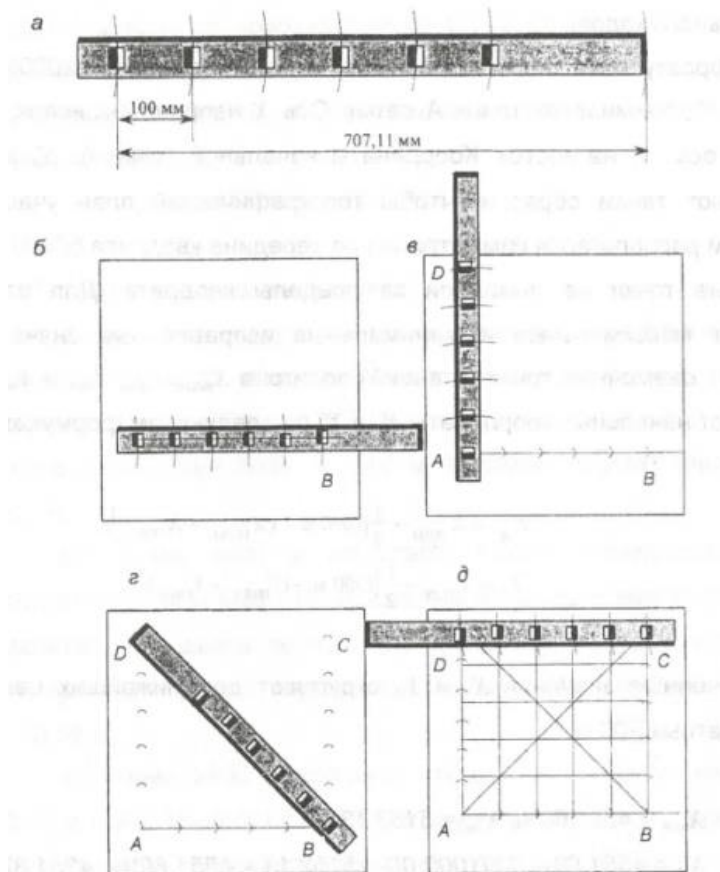
Здесь располагается

**Расчётно-графическая работа по топографической съёмке**

## Раздел 4. Построение топографического плана.

### Построение сетки квадратов

Построение топографического плана выполняют на листе чертежной бумаги формата А1 (размером 840x594) мм в масштабе 1:2000. Кроме плана на листе также располагают необходимые подписи, графики заложений и стандартный геодезический штамп МАДИ (ГТУ). Построение сетки в количестве 5x5 квадратов выполняют с помощью линейки проф. Дробышева.



Основной квадрат размером 50x50 см вычерчивают в следующей последовательности: оставив снизу листа бумаги примерно 5 см, проводят по скошенному краю линейки тонкую горизонтальную линию АВ; на данной линии отмечают точку А на расстоянии 6 см от левого края листа и укладывают линейку на прочерченную линию так, чтобы нулевой штрих на скошенном крае первого окошечка совпал с точкой А, а линия АВ была видна по середине окошечек; по скошенным краям всех окошечек тонким карандашом проводят засечки, которые разбивают линию АВ на 5 отрезков по 10 см. Точки А и В являются нижними вершинами основного квадрата со стороной 50 см; совместив нулевой штрих линейки с точкой А и установив линейку вверх на глаз или ориентируя ее с помощью угольника примерно перпендикулярно к линии АВ, прочерчивают штрихи по всем скошенным краям окошечек; укладывают линейку от точки С по диагонали так, чтобы нулевой штрих на скошенном крае первого окошечка совпал с точкой В, а скошенный торец линейки пересек дугу последней засечки, расположенной на расстоянии 50 см вверх от точки А. В результате пересечения скошенного торца линейки с этой засечкой образуется точка D, которая будет еще одной вершиной квадрата; аналогично находят и вершину С правой стороны

листа; прикладывают нулевой штрих линейки к точке С и проверяют, равна ли сторона CD точно 50 см. Для этого по скошенному краю последнего окошечка линейки делают третью засечку в точке D и проверяют, пересекаются ли все три засечки в одной точке. Размер треугольника погрешностей не должен превышать 0,2 мм; если построения верны, то сторону CD также делят с помощью линейки на 5 частей по 10 см; для получения координатной сетки со стороной квадрата 10 см соединяют точки А и D, D и С, С и В, а также соответствующие противоположные точки пересечения полученных линий с прочерченными дугами; контроль правильности вычерчивания сетки также выполняют, соединяя вершины А и С, В и О (по диагонали), при этом в вершинах 21 квадратиков 10x10 см все линии из трех направлений должны пересекаться в одной точке.

После выполнения указанных требований осуществляют оцифровку сетки квадратов. Для оцифровки координатной сетки используют исправленные значения координат всех съемочных точек (как замкнутого, так и диагонального ходов). Оцифровку производят через 200 м (для масштаба 1:2000) по осям X и Y, начиная от точки А сетки. Ось X направлена вверх, на север, а ось Y, на восток. Координаты начальной точки А ( $X_A$  и  $Y_A$ ) определяют таким образом, чтобы топографический план участка местности располагался симметрично по середине квадрата 50x50 см, а речные точки не выходили за пределы квадрата

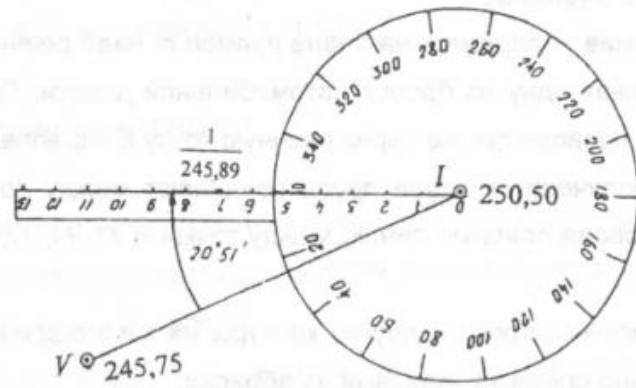
#### **Нанесение на план съемочных точек (станций) опорного полигона и диагонального хода.**

Съемочные точки опорного полигона и диагонального хода наносят на план по координатам из столбцов 12 и 13 ведомостей (стр. 7 и 8 журнала). Пример: нанести на план съемочную точку (станцию) II, имеющую координаты  $X = 4853,18$  м и  $Y = 2973,75$  м. Последовательность действий: определяют квадрат сетки, в котором расположена данная съемочная точка: по направлению оси X он ограничен линиями сетки, абсциссы которых 4800 и 5000 м, а по направлению оси Y линиями сетки с ординатами 2800 и 3000 м. Искомый квадрат заштрихован; от линии 4800 в масштабе 1:2000 откладывают вверх расстояние 53,18 м ( $4853,18 - 4800 = 53,18$  м), определяемое раствором измерителя по шкале поперечного масштаба, и через полученную точку проводят прямую, параллельную линии 4800 и отстоящую от нее на 53,18 м; от линии 2800 аналогично откладывают вправо расстояние 173,75 м ( $2973,75 - 2800 = 173,75$  м) в том же масштабе по проведенной ранее прямой, параллельной линии 4800 м. Полученная точка является местоположением съемочной точки II полигона. Контроль построения полигона производят сравнением расстояний между его съемочными точками, взятыми со стр. 4 журнала. Например, расстояние между станциями I и II должно соответствовать значению 247,00 м. Это расстояние устанавливают на измеритель, используя поперечный масштаб, и, прикладывая к линии I-II, контролируют построение. Расхождение при этом не должно превышать  $\pm 0,2$  мм.

#### **Нанесение на план речных точек.**

Для построения речных точек необходима следующая информация: горизонтальное проложение d, отсчёт по вертикальному кругу Л и высоту рассматриваемой речной точки Нр. Речные точки наносят на план с помощью тахеографа, сочетающего в себе транспортир и линейку.





Построение ведется следующим образом: совмещают центр тахеографа с предыдущей съемочной точкой V полигона и закрепляют его с помощью тонкой булавки (при этом лист бумаги должен ровно лежать на чертежной доске); вращают тахеограф так, чтобы его нулевой штрих 0 совместился с направлением I-V. Далее ведется построение реечных точек. Для этого по кругу тахеографа устанавливают отсчет  $a=22\ 50'$  (с точностью  $\pm 15'$ ) на линии ориентирования I-V, по линейке тахеографа откладывают с точностью  $\pm 0,2$  мм горизонтальное проложение линии I-1 (в нашем случае ( $d=140,50$  м) в масштабе плана и отмечают точку 1, подписывая рядом ее номер и высоту. Аналогично наносят и все остальные реечные точки первой и последующих станций, ориентируя тахеограф в каждом случае на соответствующие задние съемочные точки (например, со станции VI диагонального хода тахеограф ориентируют на станцию II и откладывают горизонтальные проложения и углы по ходу часовой стрелки).

Правильность нанесения реечных точек частично можно проконтролировать по контурам местности, например, по точкам бровок автомобильных дорог и других точек в абрисах.

#### **Вычерчивание ситуации на плане.**

Вычерчивание ситуации производят по реечным точкам согласно абрисам топографической съемки (стр. 10,12,14,16,18, 20 журнала). Например, для построения контуров автомобильной определяют через какие реечные точки на абрисе проходят бровки дороги (стр. 10 и 12 журнала). Соединив, например, на плане прямой линией реечные точки 2, 8 и 9, получают одну из бровок автомобильной дороги. Другую бровку получают, проводя линию через реечную точку 6 параллельно первой. Для получения контура пруда соединяют между собой реечные точки, проводя плавную линию между точками 13, 14, 17, 19, 20, 23, 27, 28, 29,30. Аналогично строят и другие контуры на топографическом плане, внимательно следя за записями на абрисах.

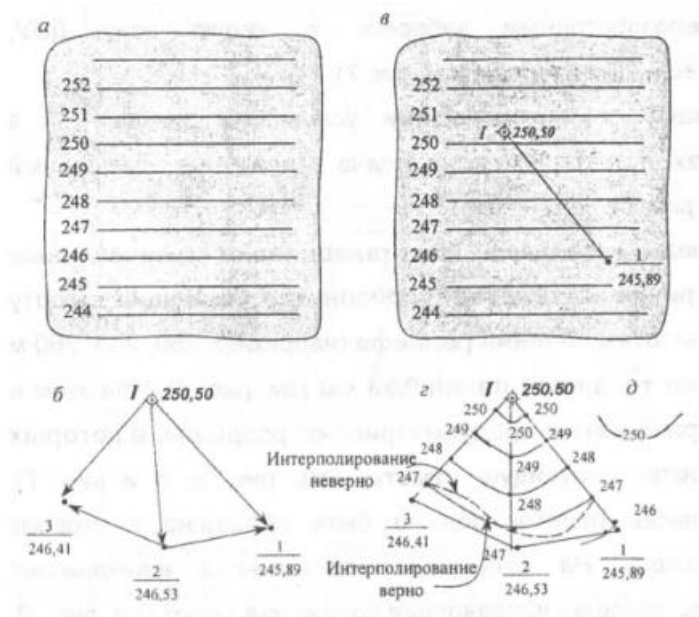
Границами контуров растительности являются соответствующие реечные точки или линии автомобильных дорог, указанные на абрисах. На участке плана находятся пост Государственной инспекции по безопасности дорожного движения (ГИБДД) и дорожно-эксплуатационный участок (ДЭУ). Здесь съемку подробностей выполняли в системе прямоугольных координат. С этой целью был составлен помещенный на стр.22 журнала специальный абрис. Вычерчивание жилой зоны ДЭУ осуществляют в системе прямоугольных координат. За ось X принимают линию V-IV, а за начало системы координат- съемочную точку

(станцию) V полигона. От данной точки по оси откладывают измерителем отрезки. В полученных точках восстанавливают перпендикуляры (по направлению оси У). Аналогично вычерчивают все элементы ситуации в зоне ДЭУ, а также площадку и здания поста ГИБДД

### Интерполирование высот.

Интерполирование высот или нахождение на плане точек, через которые проходят горизонтали с высотой сечения 1 метр, производят с помощью прозрачной палетки. Прежде всего нужно интерполировать по тем направлениям точек, которые соединены и указаны стрелками в абрисах. Перед интерполированием на плане эти направления необходимо предварительно соединить тонкими линиями. Интерполирование по дополнительным направлениям выполняют согласно указаниям преподавателя. Для интерполирования изготавливают палетку на листе кальки размерами около 20x20 см, проводя на нем около 10 тонких параллельных линий с одинаковым шагом, (например, 1 см, хотя размер шага не имеет значения).

Проведенные параллельные линии необходимо оцифровать с учетом высот съемочных точек (станций) полигона и речных точек (количество оцифрованных линий должно быть на две больше количества высот сечений - одна линия со стороны максимальной высоты и одна со стороны минимальной). Пример оцифровки палетки:



Для пояснения правил пользования палеткой на изображена съемочная точка (станция) I теодолитного хода и три речные точки, снятые от данной станции. Согласно абрису I на стр. 10 журнала нужно проинтерполировать направления 1-1, 1-2, 1-3 и т.д. Рассмотрим интерполирование направления I-1 палеткой в следующей последовательности: палетку укладывают на подлежащую интерполированию линию и перемещают ее относительно более высокой точки (например, станции I до тех пор, пока высота станции I (250,50 м) не займет (на глаз) соответствующее положение между линиями 250 и 251; в данном положении палетку фиксируют на съемочной точке иглой или булавкой и вращают ее вокруг этого центра до тех пор, пока высота речной точки 1 (245,89

м) не займет (на глаз) соответствующее положение между линиями 245 и 246 м; после выполнения высотного ориентирования по отрезку 1-1 нужно аккуратно переколоть иглой точки пересечения линий палетки с интерполируемым отрезком 1-1. В нашем примере этих точек будет пять. После прокалывания 29 отодвигают палетку в сторону и рядом с полученными точками записывают их высоты, например, 246, 247, 248, 249 и 250 м. Аналогично определяют положения точек с заданной высотой сечения на всех интерполируемых линиях.

Горизонтالي вычерчивают путем соединения одноименных точек (точек с одинаковыми высотами), полученных в результате интерполирования. При этом соединительные линии должны быть тонкими и плавными без каких-либо переломов. Места перегибов горизонталей определяют исключительно взаимным положением интерполяционных точек. Горизонтали, имеющие высоту кратную пяти или десяти высотам сечения рельефа (например, 250 м), разрывают и подписывают основанием в сторону падения рельефа.

### **Оформление топографического плана.**

Оформление топографического плана выполняют в приводимой ниже последовательности: «на пересечениях линий координатной сетки оставляют крестообразные метки зеленого цвета размером 6х6 мм. На съемочных точках полигона вычерчивают кружки с точкой и рядом с кружками слева записывают номера станций полигона, а справа - их высоты с точностью до 0,01 м; стирают все вспомогательные линии: линии координатной сетки, сторон теодолитного хода, интерполирования и т.д.

Соответствующими условными знаками показывают (по ГОСТу) линии автомобильных дорог с покрытиями, грунтовые дороги, тропу, пруд, железобетонный мост, территорию поста ГИБДД, обнесенную железобетонным забором, и жилую зону ДЭУ, обнесенную деревянным забором; вычерчивают соответствующими условными знаками в указанных местах топографического плана залежи, луг, смешанный лес, огород; убрав следы карандаша, восстанавливают вычерченные горизонтали коричневым цветом. Горизонтали, имеющие высоту кратную пяти высотам сечения рельефа (например, 250, 255, 260 м и т. д.), выделяют толщиной линии 0,25 мм. При этом в утолщенных горизонталях предусматривают разрывы, в которых записывают соответствующую отметку. Основание подписей отметок должно быть обращено в сторону понижения рельефа. На отдельных горизонталях изображают бергштрихи, указывающие направления понижения высот, вычерчивают оформительскую (наружную) рамку топографического плана в соответствии с размерами. Выносят продолжения координатной сетки в междурамочное пространство, пересчитывают оцифровку сетки из метров в километры (например, 4,8 вместо 4800 и т.д.); линию уреза воды и пунктирные линии кювета вычерчивают зеленой тушью, а водное пространство закрашивают кисточкой бледно-голубым цветом, используя акварельную краску; внизу топографического плана указывают масштаб и высоту сечения рельефа. В правом нижнем углу листа вычерчивают стандартный штамп.

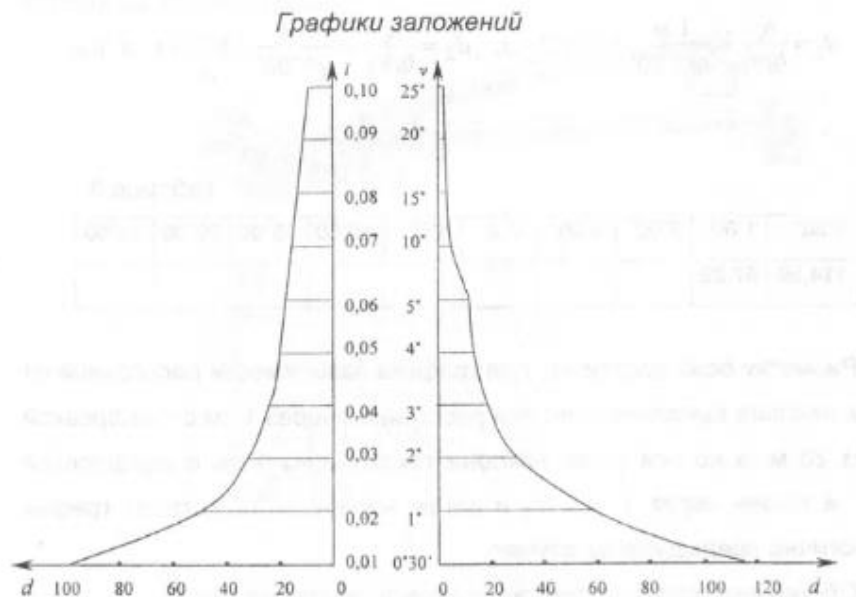
← 20	← 20	← 20	← 60	← 30	← 30	← 20	← 20	← 20	← 20	
Чертил	Иванов	Дата	План Топографической съёмки	Задание	Группа					
Принял	Петров	05.05.05		№ 1	1Д1					
МАДИ(ГТУ) кафедра геодезии				Масшт.	лист	листов				
				1:2000	1	1				

Кроме специально оговоренных условные знаки обводят черной тушью с учетом размеров линий по ГОСТу.

### Построение графиков заложений.

Под чертежом строят два графика заложений: один, характеризующий зависимость между уклонами и расстояниями (график в уклонах), а второй - между углами наклона и расстояниями (график в углах наклона).

Разметку осей координат графика в уклонах выполняют: по оси расстояний, откладывая через 1 см с оцифровкой через 20 м (исходя из масштаба плана 1:2000), и по оси уклонов - через 1 см с оцифровкой через 0,01. Затем строят график зависимости расстояний от уклонов.



Тут располагается  
**Чертеж «Топографический план»**

### Список используемой литературы.

1. Г.А. Федотов Инженерная геодезия. - Изд. 6 изд. - М.: Инфра-М, 2019. - 408 с.
2. Титов А.И. Методическое пособие "Геодезия транспортного строительства". - М.: МАДИ, 2018.
3. Свод правил "Геодезические работы в строительстве" от 2012 № СП 126.13330.2012 // Российская газета.
4. Долгов Д.В., Паудяль С.П., Позняк И.И. Методические указания "План и карта". - М.: МАДИ, 2018.
5. Копылов Г.А., Паудяль С.П., Гурьев В.А. Методические указания "Расчётно-графическая работа по топографической съёмке". - М.: МАДИ, 2014. - 46 с.
6. "Условные знаки для топографических планов" от 1989 М.:Недра. - 1989 г.
7. Паспорт технического устройства "Паспорт теодолита 4Т-30П" от 2010 УОМЗ. - 1995 г.
8. Государственный стандарт "Основные требования к чертежам." от 1973 № ГОСТ 2.109-73 ЕСК
9. Свод правил "Актуализированная версия СНиП 32-03-96 "Аэродромы"" от 2012 № СП 121.13330.2012 // Российская газета.
10. Геодезия // Wikipedia (дата обращения: 30.11.2019).