

ТЕМА 3. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОМ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ

ЛЕКЦИЯ 3. СПОСОБЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТНЫХ ГРАНИЦ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

Рекомендуемая литература:

1. Неумывакин, Ю.К. Земельно-кадастровые геодезические работы: Учеб. / Ю.К. Неумывакин, Перский М.И. – М.: КолосС, 2008.-183 с.
2. Маслов, А.В., Юнусов А.Г., Горохов Г.И. Геодезические работы при землеустройстве /А.В. Маслов, А.Г. Юнусов, Г.И. Горохов. – 2 изд. переаб. И доп. – М.: Недра, 1990.– 215 с.
3. Неумывакин Ю.К., Перский М.И. Геодезическое обеспечение землеустроительных и кадастровых работ: Справ. пособие. – М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 1996.

ПЛАН ЛЕКЦИИ:

- 1. Аналитический способ формирования проектных границ участков и его точность.***
- 2. Графический способ формирования проектных границ участков и его точность.***
- 3. Формирование проектных границ участков графомеханическим способом и его точность.***

***1. Аналитический способ
формирования проектных границ
участков и его точность***

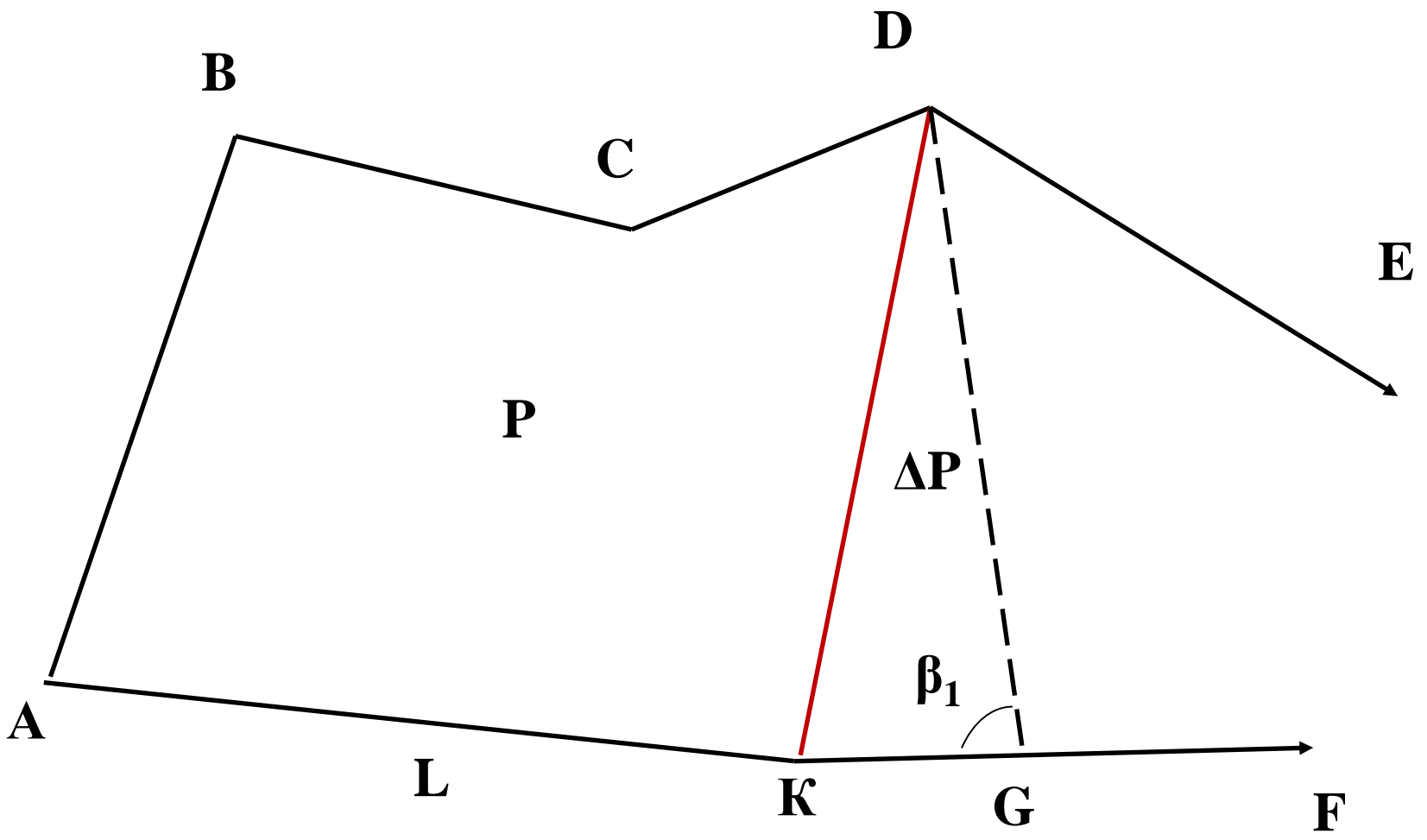
Аналитическое проектирование выполняется лишь в случае, когда на участке есть пункты геодезической опоры (теодолитные хода) или съемочное обоснование, созданное другими методами.

Различают **2 вида** проектирования:

- **а) проектирование треугольником;**
- **б) проектирование трапецией**

а) проектирование треугольником

Пусть в массиве ABCDEFGH необходимо
запроектировать участок с заданной
площадью P



- **Порядок решения:**

Предварительно соединяем точки D и G. По координатам поворотных точек вычисляем площадь участка ABCDGL. Получаем значение P'. Находим разность $\Delta P = P' - P$. Знак ΔP указывает на избыток запроектированной площади или недостаток. Проектная линия должна проходить через точку D.

ΔP указывает на то, что мы запроектировали избыточную площадь (т.е. $\Delta P +$).

Находим дирекционный угол $tg (GD)$:

$$tg(GD) = \frac{y_D - y_G}{x_D - x_G} \rightarrow arctg \rightarrow r \rightarrow \alpha \quad (1)$$

$$S_{GD} = \frac{\Delta x}{\cos_{\alpha}(GD)} = \frac{\Delta y}{\sin_{\alpha}(GD)} \quad (2)$$

$$\beta_1 = (GD) - (GL) \quad (3)$$

$$\beta_1 = \alpha_{GD} - \alpha_{GL}$$

$$2\Delta P = DG \cdot GK \cdot \sin \beta_1 \quad (4)$$

$$S_{GK} = \frac{2\Delta P}{S_{GD} \cdot \sin \beta_1} \quad (5)$$

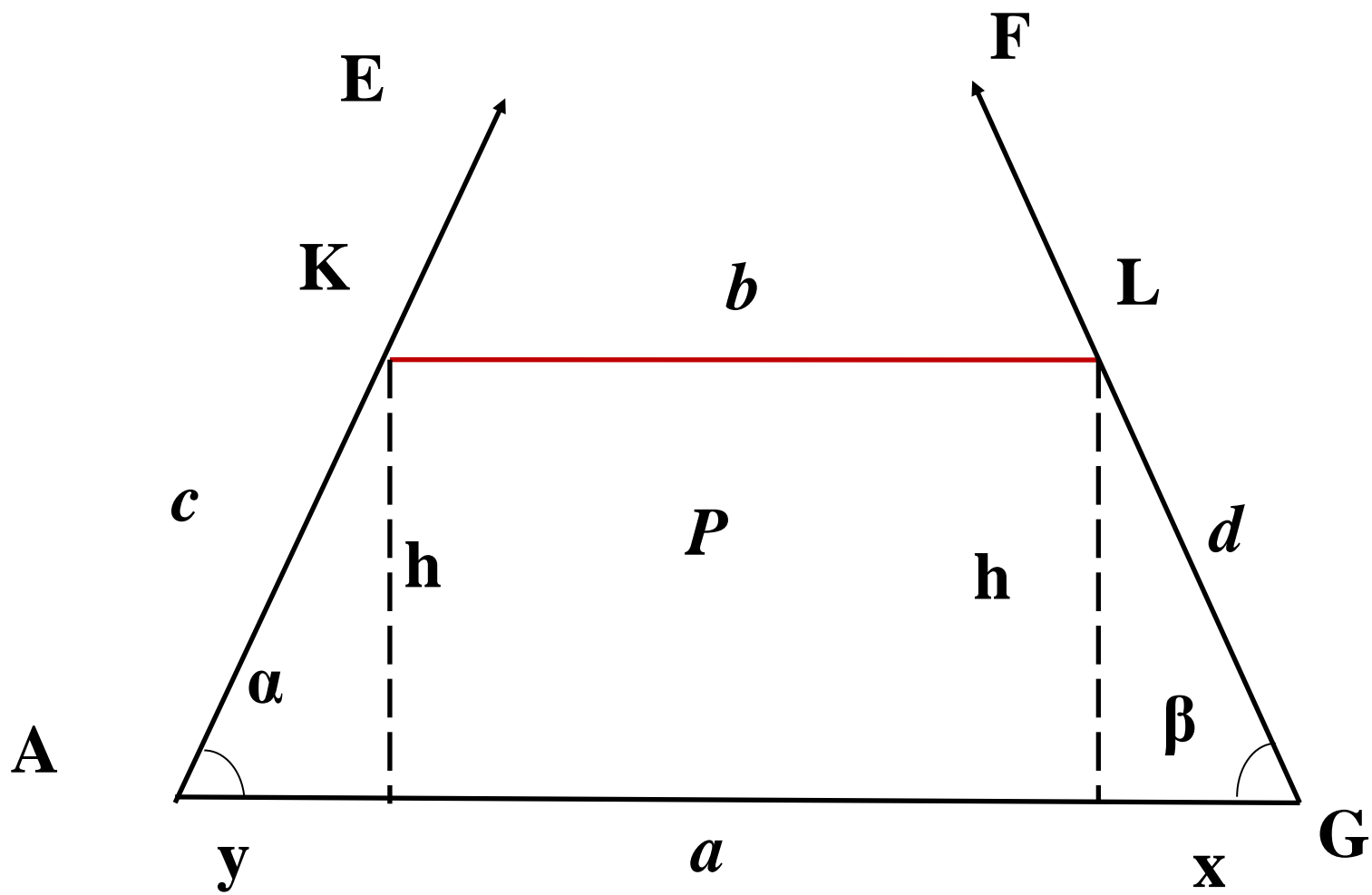
- Наносим точку К и соединяем с точкой D – получаем проектную линию.
- Контроль:

$$\left. \begin{aligned} X_K &= X_G + GK \cdot \cos(GL) \\ Y_K &= Y_G + GK \cdot \sin(GL) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

- По координатам вычисляем площадь Р

б) проектирование трапеций

I. Линией параллельной основанию a необходимо запроектировать площадь, значение которой равно P :



$$2P = (a + b) \cdot h \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} x &= h \cdot \operatorname{ctg} \beta \\ y &= h \cdot \operatorname{ctg} \alpha \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$$x + y = h \cdot (\operatorname{ctg} \beta + \operatorname{ctg} \alpha) \quad (9)$$

$$x + y = a - b \quad (10)$$

$$h = \frac{a - b}{\operatorname{ctg} \beta + \operatorname{ctg} \alpha} \quad (11)$$

$$2P = \frac{a^2 - b^2}{\operatorname{ctg} \beta + \operatorname{ctg} \alpha} \quad (12)$$

Контроль:

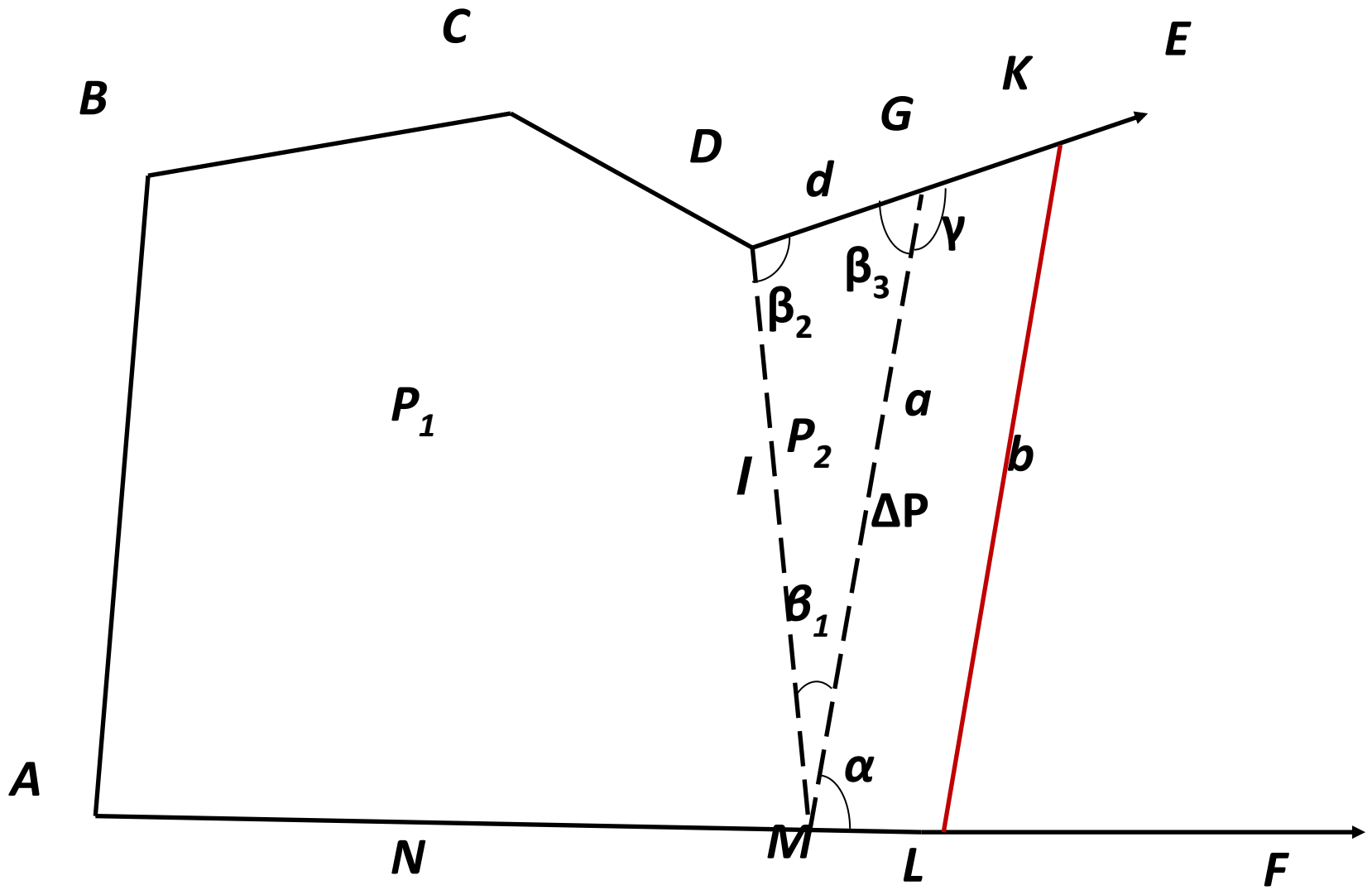
$$B = \sqrt{a^2 - 2P(ctg \beta + ctg \alpha)}$$

$$h = \frac{2P}{a + B}$$

$$c = \frac{h}{\sin \alpha};$$

$$d = \frac{h}{\sin \beta}$$

II. Пусть в массиве ABCDEFMN
необходимо запроектировать участок
площадью P_1 ,
линией параллельной AB:



Порядок решения:

- 1) Соединяем точки D и M.
- 2) По координатам вычисляем площадь ABCDMN.
- 3) Решением обратной геодезической задачи определяем дирекционный угол (DM) и расстояние DM.

- Получаем P_1 - площадь, ограниченную линией DM .
- 4) Пусть необходимо осуществить дорезку.
- 5) Из точки M проведем линию параллельную AB .
- 6) Определяем площадь P_2 :

Необходимо найти углы $\beta_1, \beta_2, \beta_3$.

$$\beta_1 = (\text{MG}) - (\text{MD}),$$

$$\beta_2 = (\text{DM}) - (\text{DE}),$$

$$\beta_3 = (\text{ED}) - (\text{GM}),$$

$$(\text{MG}) = (\text{AB}).$$

$$\text{контроль: } \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 180^\circ.$$

$$\frac{a}{\sin \beta_2} = \frac{l}{\sin \beta_3}; \quad a = l \cdot \frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_3}; \quad d = \frac{l \cdot \sin \beta_1}{\sin \beta_3};$$

$$2P_2 = l \cdot d \cdot \sin \beta_2 = l \cdot a \cdot \sin \beta_1 = a \cdot d \cdot \sin \beta_3$$

$$\Delta P = P - (P_1 + P_2)$$

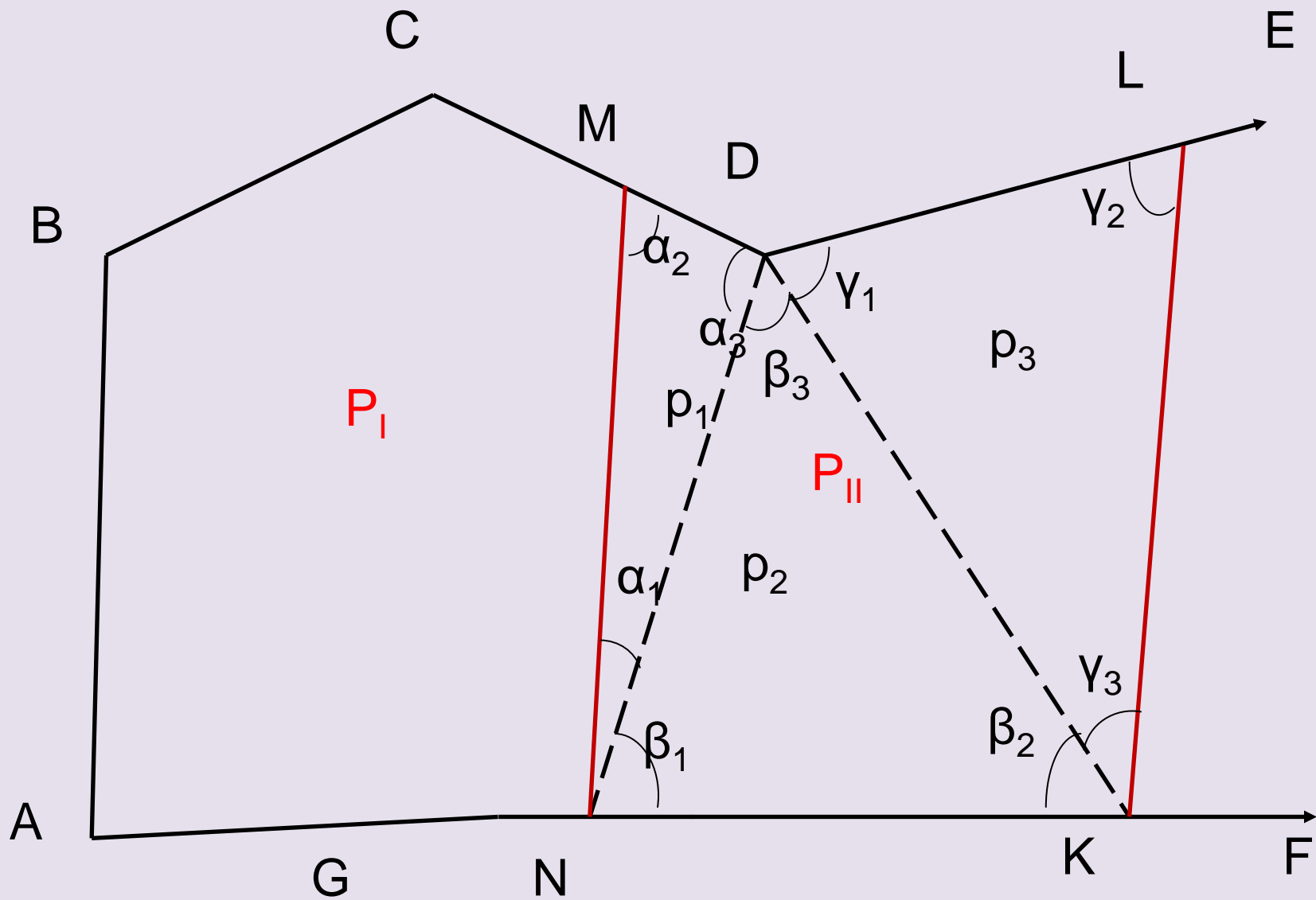
Следовательно, необходимо запроектировать трапецию ΔP .

$$B = \sqrt{a^2 - 2\Delta P(\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\gamma)}; \quad h = \frac{2\Delta P}{a + B};$$

$$GK = \frac{h}{\sin\gamma}; \quad ML = \frac{h}{\sin\alpha}$$

III. Пусть в массиве ABCDEFG необходимо запроектировать 2 поля с площадями P_I и P_{II} аналитическим способом линией параллельной АВ.

Строгое соответствие между исходным значением поля и полученным в процессе проектирования не требуется.



Порядок решения: 1) Графически по плану определяем расстояние GN и GK. Вычисляем координаты точки N

$$X_N = X_G + GN \cdot \cos(GF)$$

$$Y_N = Y_G + GN \cdot \sin(GF)$$

и координаты

$$X_K =$$

$$Y_K =$$

2) Соединяем точку N с точкой D.

3) Решаем обратную геодезическую задачу по направлению DN, вычисляем длину линии и дирекционный угол.

- 4) Вычисляем значения углов $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$.
- 5) По теореме синусов вычисляем MN и MD.
- 6) Вычисляем p_1 и значение P_1 :

$$P_1 = \text{ABCDNG} - p_1$$

- 7) Соединяем D и K.
- 8) Решением обратной геодезической задачи вычисляем длину линии DK и дирекционный угол DK.
- 9) Вычисляем углы $\beta_1, \beta_2, \beta_3$.

- 10) Вычисляем значение S_{NK} и площадь p_2 .
- 11) Аналогично вычисляем дирекционные углы, через которые находим углы $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$.
- Вычисляем значение 2-х неизвестных сторон и определяем площадь p_3 .

$$P_{II} = p_1 + p_2 + p_3.$$

- Все поля проектируются, опираясь на точки теодолитных или полигонометрических ходов.

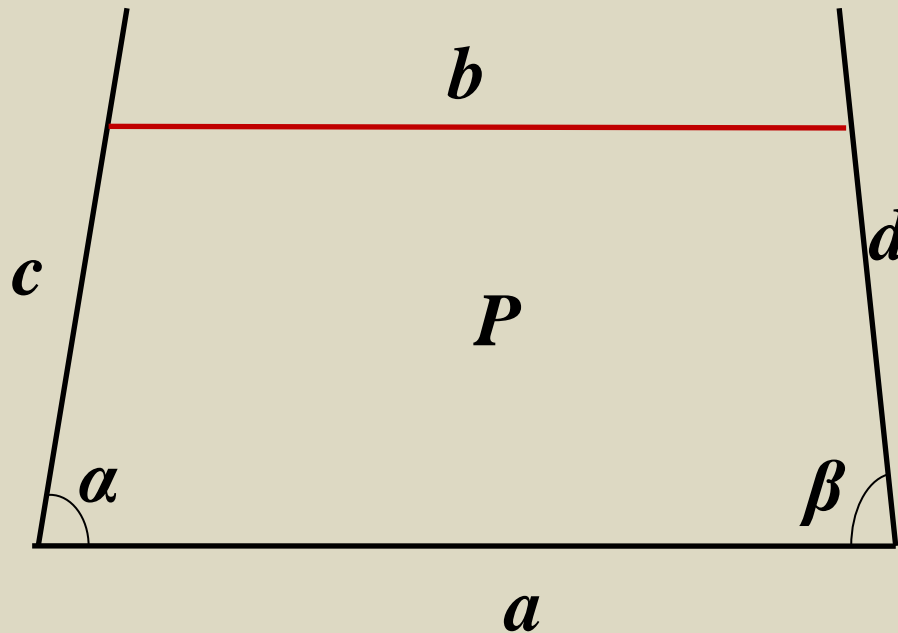
- Точность определения площадей зависит от точности полевых измерений при создании геодезических сетей, используемых при проектировании.
- **Главный критерий точности** - относительная
- ошибка линейных измерений:

$$\frac{m_s}{S} = \frac{m_p}{P}$$

$$\frac{m_s}{S} \leq \frac{1}{2000}$$

1.1. Проектирование участков аналитическим способом по приближенным формулам

- Рассмотрим трапецию в виде прямоугольника,



ТОГДА

$$h \approx \frac{P}{a}; \quad h \approx \frac{P}{b};$$

$$h = \frac{1}{2} \left(\frac{P}{a} + \frac{P}{b} \right);$$

$$a - b = h(ctg\alpha + ctg\beta)$$

$$a - b = hk;$$

$$b = a - hk; \quad h = \frac{P}{a}; \quad b = a - \frac{P}{a}k;$$

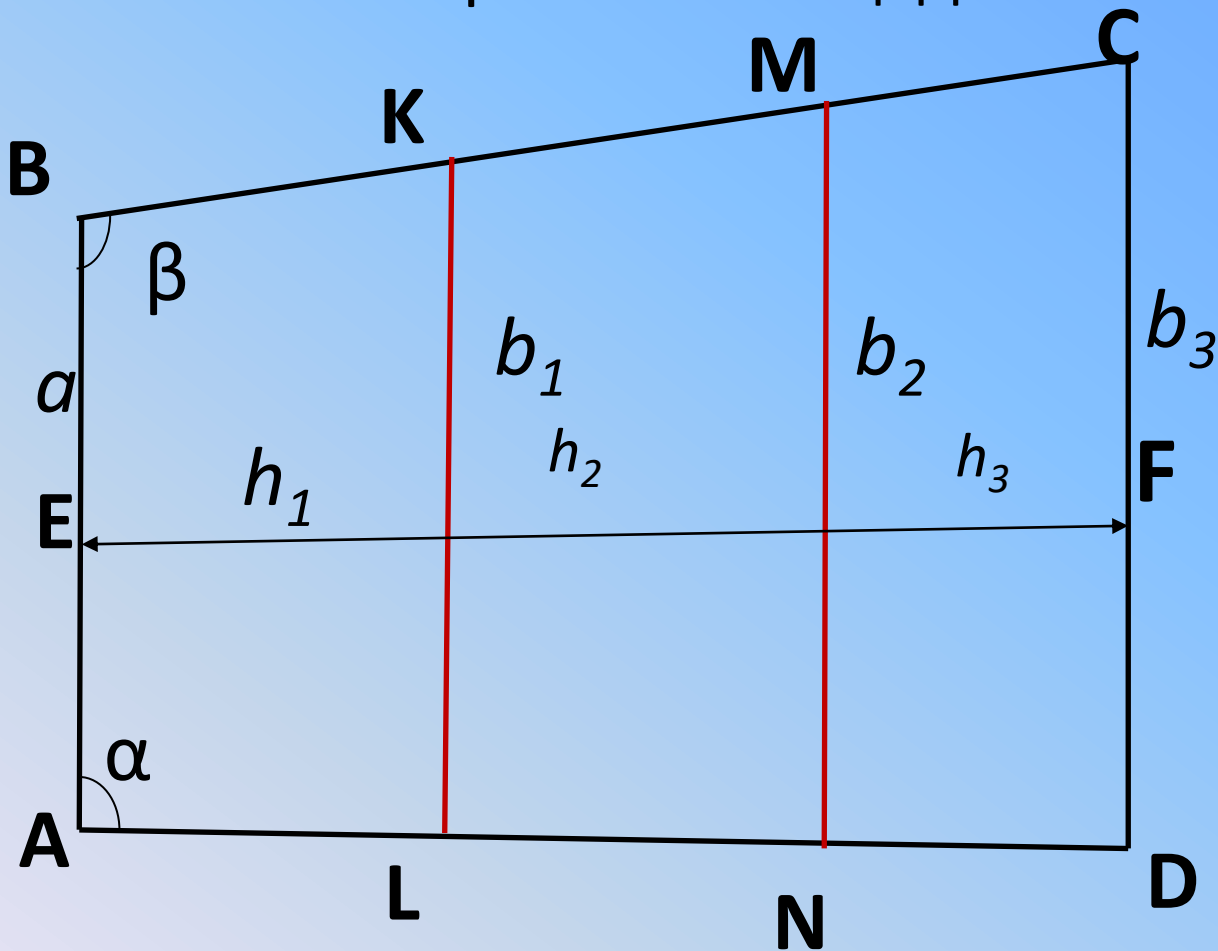
$$2h = \frac{P}{a} + \frac{P}{a - \frac{P}{a}k};$$

$$c = \frac{h}{\sin\alpha}; \quad d = \frac{h}{\sin\beta}$$

1.2. Графоаналитический способ проектирования

Суть этого метода состоит в том, что некоторые величины, входящие в формулы аналитического проектирования **определяются графически по плану.**

Необходимо запроектировать 3 поля примерно
равной площади.



Порядок решения:

- ❑ Намечаем предварительные границы полей;
- ❑ измеряем по плану высоты h_1, h_2, h_3 ;
- ❑ увязываем с общей высотой трапеции:

$$***EF=BC \cdot \sin \beta = AD \cdot \sin \alpha .***$$

- ❑ По основанию a и исправленным высотам,
вычисляем последовательно другие
основания:

$$B_1 = a - h'_1 k; \quad B_2 = B_1 - h'_2 k; \quad B_3 = B_2 - h'_3 k,$$

где

$$k = \operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta; \quad h'_1, h'_2, h'_3 - \text{увязанные высоты.}$$

Затем вычисляются площади полей:

$$P_1 = \frac{1}{2} (a + B_1) h'_1,$$

$$P_2 = \frac{1}{2} (B_1 + B_2) h'_2,$$

$$P_3 = \frac{1}{2} (B_2 + B_3) h'_3.$$

Если необходима более высокая точность,
можно **УТОЧНИТЬ ВЫСОТЫ**.

Так как

$$v = a - hk,$$

то

$$a + v = 2a - hk$$

$$2P = (a + v)h,$$

следовательно

$$h_1'' \approx \frac{2P_1}{2a - h_1'k} \approx \frac{P_1}{a - 0.5h_1'k}$$

$$h_2'' \approx \frac{P_2}{B_1 - 0.5h_2'k}$$

$$h_3'' \approx \frac{P_3}{B_2 - 0.5h_3'k}$$

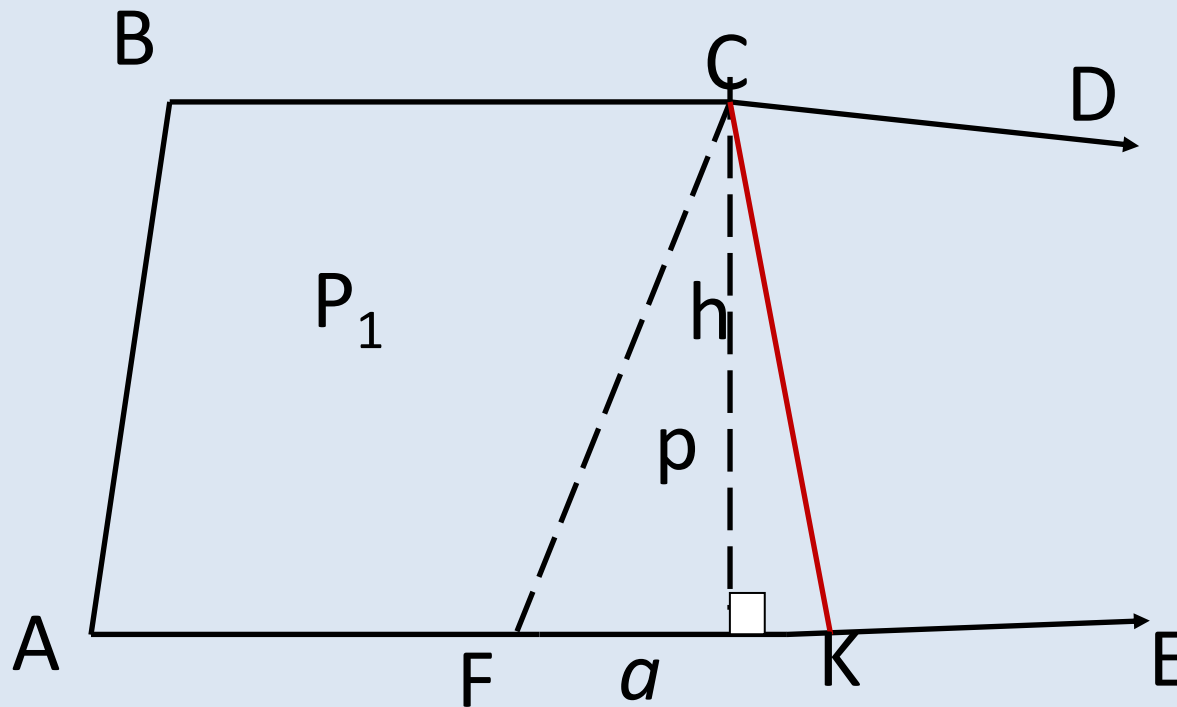
2. Графический способ формирования проектных границ участков и его точность

Графическое проектирование может выполняться **2 способами**:

- ❖ 1) Проектная линия может проходить через заданную точку (*способ треугольников*).
- ❖ 2) Проектная линия должна проходить параллельно какому-либо направлению (*способ трапеций*).

1) Проектирование треугольником*

В массиве ABCDEF необходимо запроектировать участок линией, проходящей через точку C



Порядок решения:

- ❖ Соединим точки С и F.
- ❖ Площадь P_1 определяем по плану графически.
- ❖ Сравниваем с проектной площадью P_1 .
- ❖ Определяем **недостаток** или **избыток (p)**.

□ Необходимо выполнить **дорезку** к площади P_1 участка, т.е. необходимо **запроектировать треугольник площадью p .**

□ Следовательно, необходимо определить проектное положение точки **K**, т.е. отрезок

$$\square FK = a.$$

✓ Определяем графически по плану высоту h .

Вычисляем

$$a = \frac{2P}{h}$$

✓ Откладываем отрезок a от точки F по направлению к точке E

✓ получаем точку K и следовательно треугольник с площадью p .

$$P_1 + p = P_3$$

где P_3 - заданная площадь. *

Точность графического проектирования

Прологарифмировав, продифференцировав

выражение

$$a = \frac{2P}{h}$$

и перейдя к СКО, получим

$$\ln a = \ln 2 + \ln p - \ln h$$

$$\frac{da}{a} = \frac{dp}{p} - \frac{dh}{h}$$

$$\left(\frac{m_a}{a}\right)^2 = \left(\frac{m_p}{p}\right)^2 + \left(\frac{m_h}{h}\right)^2$$

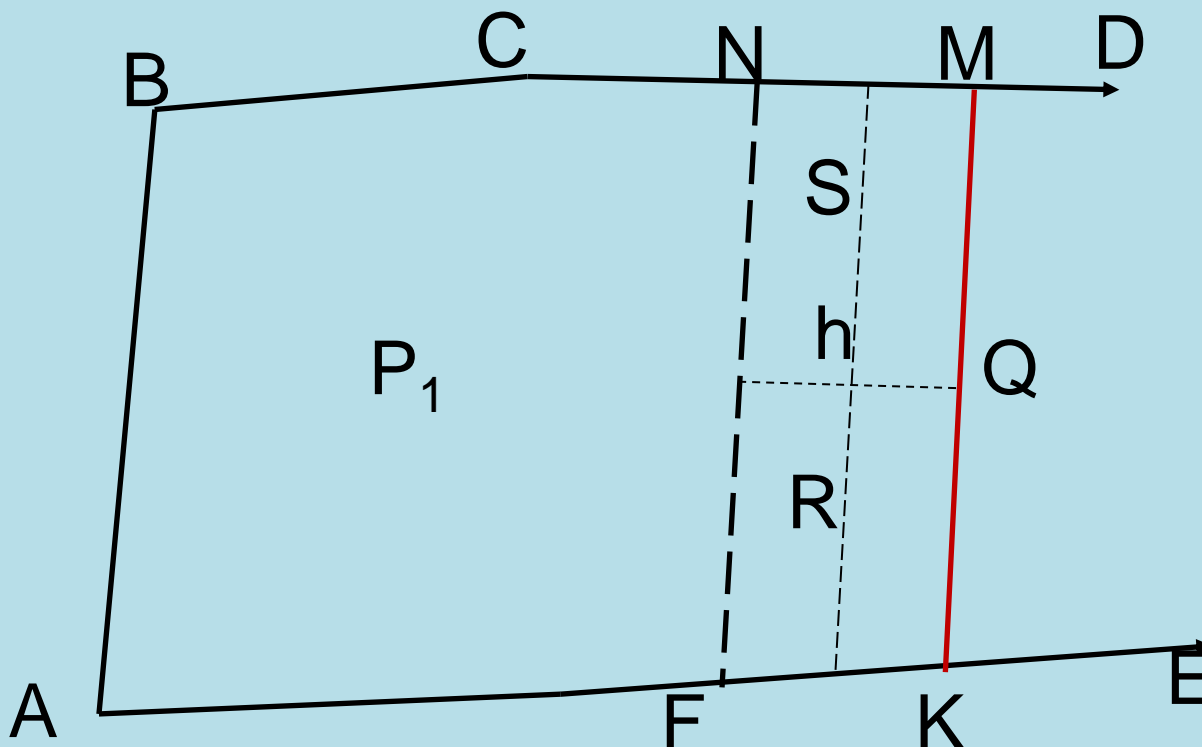
$$\left(\frac{m_p}{p}\right)^2 - \text{безошибочно}$$

$$\frac{ma}{a} = \frac{mh}{h}$$

Следовательно, *с какой относительной ошибкой измерена высота, с такой же относительной ошибкой будет вычислено основание.*

2) Проектирование трапецией*

Пусть в массиве ABCDEF необходимо запроектировать участок площадью P_1 линией, параллельной АВ.



Порядок решения:

- Из точки **F** проведем предварительную проектную линию **FN**, параллельную линии **AB**.
- Графически определяем площадь участка **ABCNF=P**
- Сравниваем полученное значение с проектным значением площади.

- Определяем недостаток либо избыток площади

$$\Delta P = P - P_1.$$

- Пусть необходимо произвести дорезку площади **ΔP** .

- Определяем длину средней линии по плану, выбрав положение ее на глаз в соответствии с площадью ΔP
- вычисляем предварительное значение высоты по формуле

$$h_1 = \frac{\Delta P}{S_1}$$

- Откладываем половину величины h_1 от линии FN
- Получаем точку R
- Проводим через нее линию параллельную FN , получая, второе приближенное значение средней линии трапеции S_2

- Разделив ΔP на S_2 получаем второе, более точное значение высоты трапеции h_2 , которое может считаться **окончательным**, если **расхождение его с h_1** не превышает величины утроенной графической точности, деленной на отношение средней линии к **высоте**, т.е.
$$0,3\text{мм} \div \frac{S}{h} = \frac{0,3\text{мм} \cdot h}{S}$$

✓ Иначе получают новое, **третье значение** средней линии и затем **третье значение** **ВЫСОТЫ.**

✓ Окончательное значение высоты откладываем на перпендикуляре к линии NF и через полученную точку Q проводится линия MK параллельная AB . *

Ошибка определения высоты h может быть установлена дифференцированием выражения

$$h_1 = \frac{\Delta P}{S_1}$$

при этом приняв $m_{\Delta p} = 0$, получим

$$\frac{mh}{h} = \frac{ms}{s},$$

т.е. **относительная ошибка искомой высоты** в данном способе **равна относительной ошибке измерения средней линии.**

**3. Формирование проектных
границ участков
графомеханическим способом
и его точность**

Графомеханический способ

проектирования прост в применении и позволяет проектировать участки неправильной формы.

Заключается в применении совместно **графического** (для проектирования) и **механического** (для определения площадей массивов земельных участков) способов

Допустимое расхождение в сумме площадей контуров определяется по формуле:

$$f_{\text{дон}} = p(\text{за})\sqrt{n_k + n_{\text{уч}}} + 0,06 \frac{M}{10000} \sqrt{P(\text{за})}$$

где p - цена деления планиметра;

n_k - число контуров;

$n_{\text{уч}}$ - число участков;

M - знаменатель численного масштаба плана;

P - сумма площадей проектируемых участков.