

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

Е. А. Бочкарев

ПРИКЛАДНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

*Методические указания по выполнению
лабораторных работ*

Кинель
РИО СГСХА
2018

УДК 528(07)
ББК 26.12 Р
Б-86

Бочкарев, Е. А.

Б-86 Прикладная геодезия : Методические указания / Е. А. Бочкарев. – Самара : РИО СГСХА, 2018. – 79 с.

В учебном издании приводятся основные теоретические материалы и лабораторный практикум по дисциплине «Прикладная геодезия». Методические указания могут быть использованы в качестве дополнительной литературы при подготовке к экзамену.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению 21.03.02 Землеустройство и кадастры.

© Бочкарев Е. А., 2018
© ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, 2018

Предисловие

Методические указания по дисциплине «Прикладная геодезия» предназначены для изучения основных теоретических вопросов и закрепления у обучающихся навыков пересчета плоских прямоугольных координат точек из одной системы в другую, определения координат съёмочных точек привязкой к геодезическим пунктам и знакам, геодезических работ при межевании земель, вычисления площадей земельных участков и оценке точности вычислений, проектирования участков различными способами и перенесения проектов в натуру, формирования землеустроительной документации, геодезических работ в противоэрозионной системе мероприятий, при различных видах строительства.

В результате изучения курса обучающийся должен **знать:** требования к качеству плано-картографического материала; методы, приемы и современные технические средства выполнения проектно-изыскательных работ; источники погрешностей технических действий и их влияние на конечный результат; должен **уметь:** оценивать качество картографо-геодезического материала и учитывать погрешности, возникающие на различных этапах выполнения геодезических работ; выбирать оптимальные методы корректировки устаревшего плано-картографического материала; устанавливать целесообразные способы межевания земель; выбирать оптимальные методы определения площадей земельных участков; устанавливать целесообразные способы проектирования площадей земельных участков; выбирать оптимальные методы восстановления утраченной части границ и выноса проектных границ земельных участков в натуру; выбирать оптимальные методы геодезических работ в мелиоративном и др. видах строительства.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у обучающихся следующих **профессиональных компетенций:** способность использовать знания для управления земельными ресурсами, недвижимостью, организации и проведения кадастровых и землеустроительных работ (ПК-2); способность осуществлять мероприятия по реализации проектных решений по землеустройству и кадастрам (ПК-4); способность использовать знания современных технологий при проведении землеустроительных и кадастровых работ (ПК-10).

Занятие 1. Перевычисление координат точек из одной системы в другую

В землеустройстве и при ведении государственного кадастра недвижимости на территории Российской Федерации применяют **местные системы координат**. Местную систему координат задают в пределах территории кадастрового округа или кадастрового района. Местные системы координат имеют названия, например, номер субъекта Российской Федерации. За основу местных систем координат может быть принята система координат *СК-63*, которая покрывает территорию большинства субъектов Российской Федерации несколькими самостоятельными блоками.

В каждой местной системе координат устанавливаются следующие параметры:

- долгота осевого меридиана первой зоны;
- число трехградусных координатных зон;
- координаты условного начала.;
- угол поворота осей координат относительно осей государственной системы координат;
- масштаб местной системы координат относительно государственной системы координат;
- высота поверхности, принятой за исходную;
- формулы пересчета плоских прямоугольных координат точек из одной системы в другую.

При перевычислении плоских прямоугольных координат точек из одной системы в другую используют различные подходы. В данной работе рассмотрена методика пересчета плоских прямоугольных координат по **двум связующим пунктам**.

Связующими являются пункты, у которых известны плоские прямоугольные координаты как в старой, так и в новой системах.

Например, пусть даны точки 1 и 2, которые являются связующими. Даны координаты точки 3 в старой системе. Необходимо найти координаты точки 3 в новой системе плоских прямоугольных координат.

Порядок решения.

1) Решить обратную геодезическую задачу для нахождения дирекционного угла и горизонтального проложения линии 1-2 в

старой и новой системах координат – $\alpha_{1-2}^{стар.}$, $S_{1-2}^{стар.}$ и $\alpha_{1-2}^{нов.}$, $S_{1-2}^{нов.}$.

2) Вычислить угол поворота осей координат (θ):

$$\theta = \alpha_{1-2}^{нов.} - \alpha_{1-2}^{стар.}.$$

3) Вычислить масштабный множитель (m):

$$m = \frac{S_{1-2}^{нов.}}{S_{1-2}^{стар.}}.$$

4) Найти вспомогательные коэффициенты K_1 и K_2 :

$$K_1 = m \times \cos \theta,$$

$$K_2 = m \times \sin \theta.$$

Проводя вычисления, для большей точности последующих расчетов в результатах необходимо сохранять 6 цифр после запятой.

5) Вычислить координаты точки 3 в новой системе. Формулы пересчета плоских прямоугольных координат точек из одной системы в другую для последовательного перехода от пункта к пункту в общем виде можно записать следующим образом:

$$X'_i = X'_{i-1} + (X_i - X_{i-1})K_1 - (Y_i - Y_{i-1})K_2$$

$$Y'_i = Y'_{i-1} + (Y_i - Y_{i-1})K_1 + (X_i - X_{i-1})K_2,$$

где X' и Y' – координаты пунктов (точек) в новой системе;

X и Y – координаты пунктов (точек) в старой системе;

i – номер пункта (точки).

Применительно к точке 3 можно записать:

$$X'_3 = X'_2 + (X_3 - X_2)K_1 - (Y_3 - Y_2)K_2,$$

$$Y'_3 = Y'_2 + (Y_3 - Y_2)K_1 + (X_3 - X_2)K_2.$$

6) Контроль вычислений.

Для контроля необходимо рассчитать координаты связующей точки 1, используя в расчетах полученные координаты точки 3 в новой системе.

Перевычисление плоских прямоугольных координат по двум связующим пунктам с использованием ЭВМ

На рисунке 1 представлено окно программного модуля пакета «Геодезический калькулятор в EXCEL», предназначенного для

перевычисления координат из одной системы в другую при неизвестных параметрах перехода.

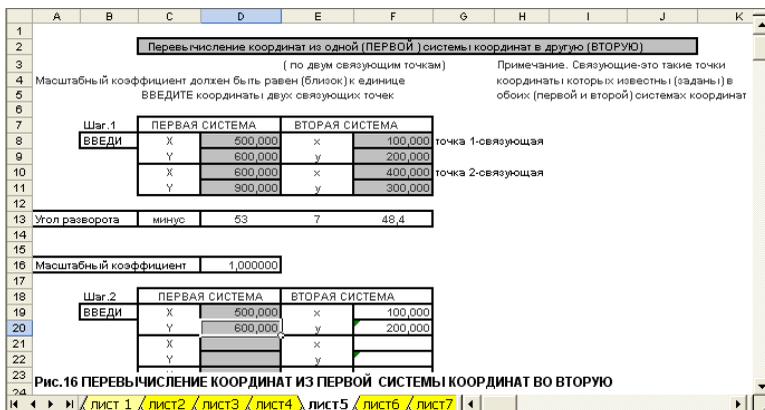


Рис. 1. Окно программного модуля пакета «Геодезический калькулятор в EXCEL» для перевычисления координат

Вычисления выполняют в два этапа.

На первом из них определяют параметры перехода от одной системы в другую. Для этого необходимо ввести:

- в ячейки *D8*, *D9*, *D10* и *D11* (рис. 1) – координаты двух связующих точек в старой системе координат, а в ячейки *F8*, *F9*, *F10* и *F11* – координаты этих же двух точек в новой системе координат. По окончании ввода в ячейке *D16* индицируется значение масштабного коэффициента, а в строке *13* столбцов *C*, *D*, *E* и *F* – значение угла разворота координатных осей.

На втором этапе вычисляют координаты точек в новой системе. Для этого, начиная с ячеек *18* и *20* столбца *D*, необходимо ввести координаты точек в старой системе координат (соответственно *X* и *Y*).

Задание 1. Выполнить перевычисление плоских прямоугольных координат точки *Z* (X'_3 , Y'_3) из одной системы в другую по двум связующим пунктам в соответствии с исходными данными, представленными в таблице 1.

Исходные данные для перевычисления плоских
прямоугольных координат

№ точки	Координаты			
	X	Y	X'	Y'
1	6736188,12	20550,41	6805399,27	94288,39
2	6722111,03	18374,20	6787322,18	90547,81
3	6698575,77	24207,85	?	?

Проверить правильность решения задачи в программе «Геодезический калькулятор в EXCEL». Все расчеты представить в рабочей тетради.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой местная система координат?
2. Назовите основные параметры местной системы координат.
3. Последовательность перевычисления плоских прямоугольных координат точек из одной системы в другую по двум связующим пунктам.

Занятие 2. Определение координат стенных знаков полярным способом

Для построения съёмочного обоснования могут прокладываться теодолитные ходы, которые обычно образуют сеть теодолитных полигонов. Относительная невязка теодолитного хода не должна превышать $\frac{1}{2000}$. Абсолютная невязка теодолитного хода

(f_s) должна быть не более:

$$f_s = 0,4M \times 10^{-3}, \text{ м на застроенной территории;}$$

$$f_s = 0,6M \times 10^{-3}, \text{ м на незастроенной территории,}$$

где M – знаменатель численного масштаба съёмки.

При проложении теодолитных ходов 1-го порядка в застроенной части населенного пункта для съёмок в масштабах 1 : 500 – 1 : 5 000 следует одновременно определять координаты углов капитальных зданий, кварталов, опор высоковольтных линий,

стенных знаков, которые будут использоваться в дальнейшем как точки постоянного съёмочного обоснования.

Стенные знаки закладывают, как правило, парами на расстоянии друг от друга до 20 м. Одним из способов определения координат стенных знаков является полярный способ.

Пример.

Определить координаты стенных знаков A и B ($X_A, Y_A; X_B, Y_B$) полярным способом (рис. 2).

Дано: координаты точки I теодолитного хода – X_I, Y_I .

Измерено: левые по ходу углы $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$, правый по ходу угол β , горизонтальные проложения S_1, S_2, S_3 .

Вычислено: дирекционный угол α_{18-1} по формуле передачи дирекционного угла.

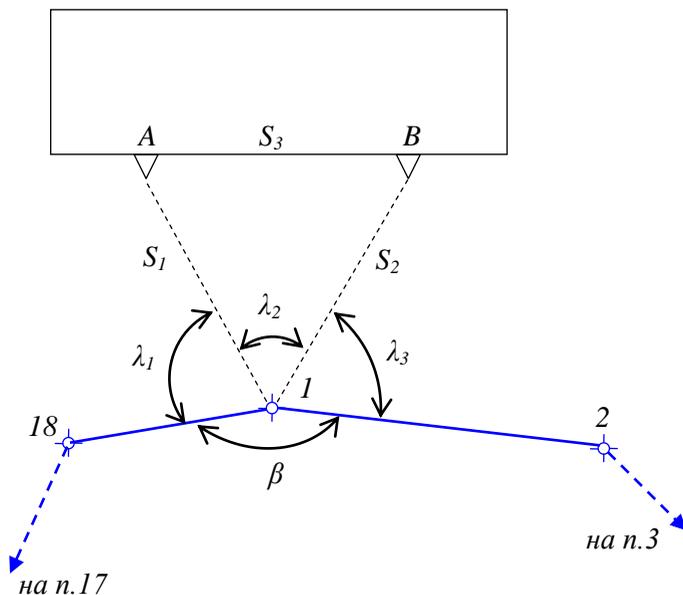


Рис. 2. Определение координат стенных знаков полярным способом

Решение.

1) Вычислить дирекционный угол линии $I-A$ (α_{1-A}):

$$\alpha_{1-A} = \alpha_{18-1} + \lambda_1 - 180^\circ.$$

2) Решить прямую геодезическую задачу для вычисления координат стенного знака A :

$$X_A = X_1 + S_1 \times \cos \alpha_{1-A},$$

$$Y_A = Y_1 + S_1 \times \sin \alpha_{1-A}.$$

3) Вычислить дирекционный угол линии $I-B$ (α_{1-B}):

$$\alpha_{1-B} = \alpha_{18-1} + \lambda_1 + \lambda_2 - 180^\circ.$$

4) Решить прямую геодезическую задачу для вычисления координат стенного знака B :

$$X_B = X_1 + S_2 \times \cos \alpha_{1-B},$$

$$Y_B = Y_1 + S_2 \times \sin \alpha_{1-B}.$$

5) Для контроля вычислить координаты ственных знаков A и B , используя дирекционный угол линии $I-2$ (α_{1-2}) и углы λ_2 и λ_3 :

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{18-1} + 180^\circ - \beta,$$

$$X_A = X_1 + S_1 \times \cos(360^\circ - (\lambda_2 + \lambda_3 - \alpha_{1-2})),$$

$$Y_A = Y_1 + S_1 \times \sin(360^\circ - (\lambda_2 + \lambda_3 - \alpha_{1-2})),$$

$$X_B = X_1 + S_2 \times \cos(\alpha_{1-2} - \lambda_3),$$

$$Y_B = Y_1 + S_2 \times \sin(\alpha_{1-2} - \lambda_3).$$

6) Найти горизонтальное проложение S_3 и сравнить с измеренным.

$$S_3^{\text{выч.}} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}.$$

Расхождение между вычисленным и измеренным значением не должно превышать 12 мм.

Задание 1. Определить координаты ственных знаков в соответствии со следующими исходными данными (рис. 2):

$$X_1 = 2000,00; Y_1 = 2000,00;$$

$$\lambda_1 = 92^\circ 12' 36''; \lambda_2 = 54^\circ 48' 00''; \lambda_3 = 77^\circ 50' 30'';$$

$$\beta = 135^\circ 08' 54''; \alpha_{18-1} - \text{значение выдается преподавателем};$$

$$S_1 = 24,16 \text{ м}; S_2 = 35,05 \text{ м}; S_3 = 28,915 \text{ м}.$$

Схематический чертеж и решение представить в рабочей тетради.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные требования к построению съемочного обоснования путем проложения систем теодолитных ходов.

2. Методика определения координат ственных знаков полярным способом.

Занятие 3. Определение координат стенного знака способом линейной засечки

В некоторых случаях стенные знаки располагают в стенах зданий не парами, а одиночно. В этом случае координаты одиночного стенного знака могут быть вычислены способом линейной засечки от ближайшей линии теодолитного хода.

Пример.

Определить координаты стенного знака A (X_A , Y_A) способом линейной засечки (рис. 3).

Дано: координаты точек 1 и 2 теодолитного хода – X_1 , Y_1 , X_2 , Y_2 .

Измерено: горизонтальные проложения S_1 , S_2 , S_3 , горизонтальный угол β .

Вычислено: дирекционный угол α_{1-2} по формуле передачи дирекционного угла ($\alpha_{1-2} = \alpha_{18-1} + 180^\circ - \beta$).

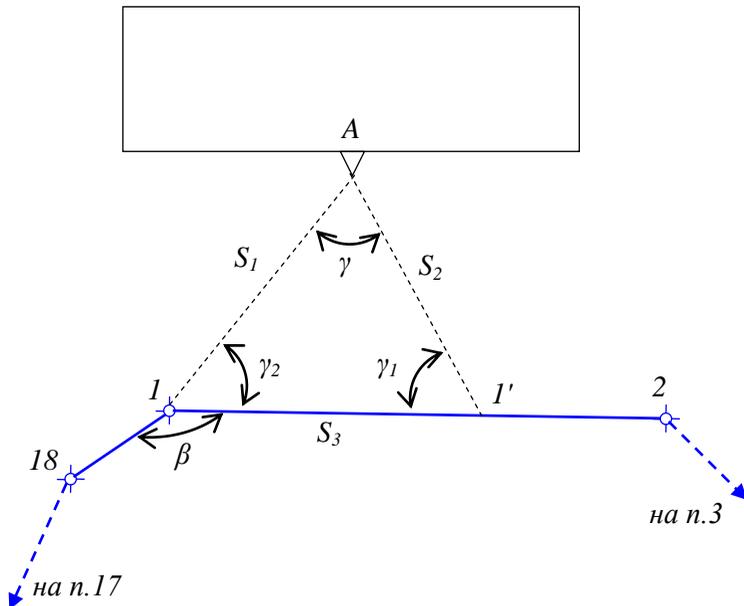


Рис. 3. Определение координат стенного знака способом линейной засечки

Решение.

1) В створе линии 1-2 наметить точку I' так, чтобы угол γ был близок к 90° .

2) Горизонтальные проложения S_1, S_2, S_3 измерить рулеткой в прямом и обратном направлениях с погрешностью не более 2 мм.

3) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точки I' :

$$X_{I'} = X_1 + S_3 \times \cos \alpha_{1-2},$$

$$Y_{I'} = Y_1 + S_3 \times \sin \alpha_{1-2}.$$

Для контроля необходимо определить координаты точки I' , используя координаты точки 2 (X_2, Y_2), горизонтальное проложение $S_{2-I'}$ и дирекционный угол $\alpha_{2-I'}$.

4) Вычислить по теореме косинусов угол γ :

$$\gamma = \arccos \frac{S_1^2 + S_2^2 - S_3^2}{2S_1S_2}.$$

5) Вычислить по теореме синусов углы γ_1 и γ_2 :

$$\gamma_1 = \arcsin \frac{S_1 \times \sin \gamma}{S_3},$$

$$\gamma_2 = \arcsin \frac{S_2 \times \sin \gamma}{S_3}.$$

Контролем вычисления углов γ является выполнение условия: $\gamma + \gamma_1 + \gamma_2 = 180^\circ$.

6) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат стеного знака A (X_A, Y_A):

$$X_A = X_1 + S_1 \times \cos(\alpha_{1-2} - \gamma_2),$$

$$Y_A = Y_1 + S_1 \times \sin(\alpha_{1-2} - \gamma_2).$$

7) Для контроля вычислений решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат стеного знака A (X_A, Y_A), используя точку I' :

$$X_A = X_{I'} + S_2 \times \cos(180^\circ + \alpha_{1-2} + \gamma_1),$$

$$Y_A = Y_{I'} + S_2 \times \sin(180^\circ + \alpha_{1-2} + \gamma_1).$$

8) Для контроля измерений необходимо вблизи точки I' наметить еще одну створную точку и решить задачу заново. Абсо-

лютные значения разностей координат стенового знака из двух решений не должны превышать 10 мм.

*Определение координат стенового знака
способом линейной засечки с использованием ЭВМ*

При определении координат точек способом линейной засечки измеряют горизонтальные проложения S_1 и S_2 между исходными пунктами (пункты 1 и 2) и определяемой точкой (точка P) (рис. 4).

Примечание. Пункт 1 – это тот исходный пункт, который лежит *слева*, если стоять на стороне 1-2 лицом к определяемому пункту (пункту P).

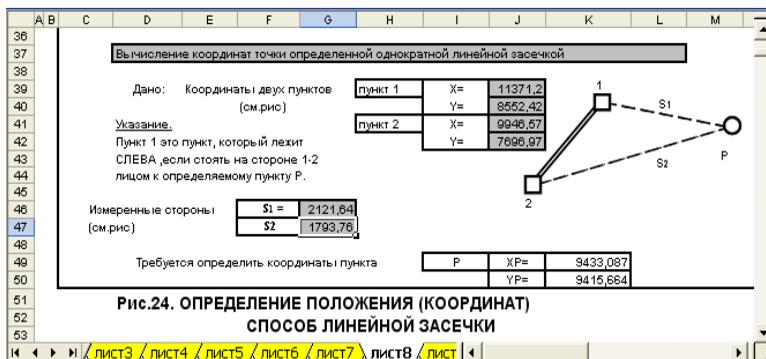


Рис. 4. Окно программного модуля пакета «Геодезический калькулятор в EXCEL» для определения координат стенового знака способом линейной засечки

Для определения координат стенового знака необходимо ввести:

- 1) координаты исходных пунктов (начиная с ячейки 39 столбца J), в соответствии с именами пунктов, представленных на рисунке 4;
- 2) измеренные горизонтальные проложения линий: S_1 – в ячейку G 46; S_2 – в ячейку G 47.

По окончании ввода указанных данных, в ячейках столбцов $K 49$ и $K 50$ будут представлены вычисленные значения координат определяемой точки.

Задание 1. Определить координаты ственных знаков в соответствии со следующими исходными данными (рис. 4):

$$X_1 = 2000,00; Y_1 = 2000,00; X_2 = 2002,89; Y_2 = 2043,70;$$

$$\alpha_{1-2} = 86^\circ 12' 58''; S_1 = 18,08 \text{ м}; S_2 = 12,34 \text{ м}; S_3 = 22,68 \text{ м}.$$

Проверить правильность решения задачи в программе «Геодезический калькулятор в EXCEL». Схематический чертеж и решение представить в рабочей тетради.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой ственной знак?
2. Методика определения координат одиночного ственного знака способом линейной засечки.

Занятие 4. Привязка теодолитного хода к ственным знакам способом обратной боковой линейно-угловой засечки

При создании межевой съемочной сети в виде теодолитного (полигонометрического) хода может возникнуть задача по его привязке к исходным пунктам в виде ственных знаков. При привязке сначала определяют плоские прямоугольные координаты начальной и конечной точек теодолитного хода. Любую из этих точек располагают на расстоянии 10...20 м от исходного ственного знака. С нее должен быть виден еще один пункт исходной геодезической сети. Таким пунктом может служить и наиболее удаленный от точки ственной знак.

Порядок привязки точки теодолитного хода к парным ственным знакам рассмотрен ниже.

Пример.

Определить координаты точки $I (X_I, Y_I)$ и дирекционный угол линии $I-2 (\alpha_{1-2})$ теодолитного хода привязкой к ственным знакам A и B способом обратной боковой линейно-угловой засечки (рис. 5).

Дано: координаты ственных знаков A и $B - X_A, Y_A, X_B, Y_B$.

Измерено: горизонтальные проложения S_1, S_2 , углы φ .

Решение.

1) Решить обратную геодезическую задачу для нахождения дирекционного угла линии $A-B$ (α_{A-B}) и ее горизонтального проложения (S_3).

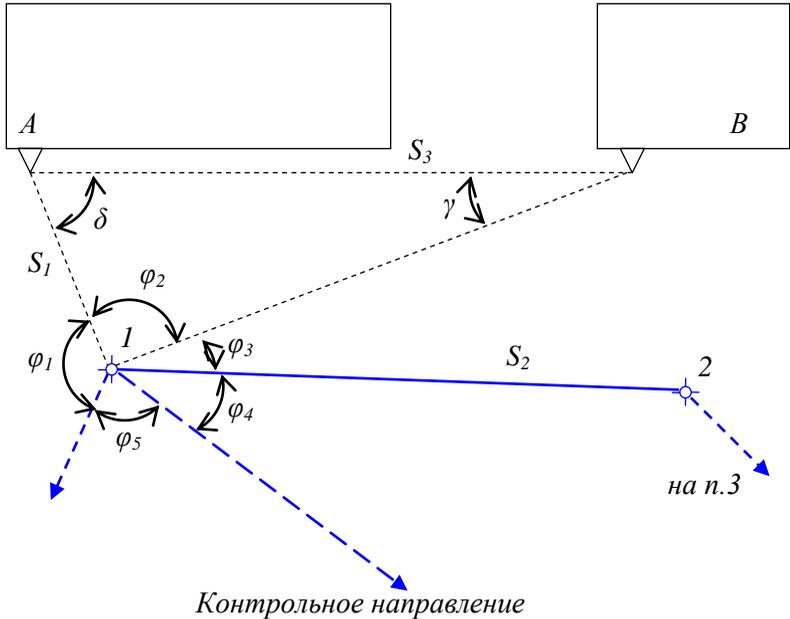


Рис. 5. Привязка теодолитного хода к стенным знакам способом обратной боковой линейно-угловой засечки

2) Вычислить по теореме синусов угол γ :

$$\gamma = \arcsin \frac{S_1 \times \sin \varphi_2}{S_3}.$$

3) Вычислить угол δ :

$$\delta = 180^\circ - (\varphi_2 + \gamma).$$

4) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точки I:

$$X_1 = X_A + S_1 \times \cos(\alpha_{A-B} + \delta),$$

$$Y_1 = Y_A + S_1 \times \sin(\alpha_{A-B} + \delta).$$

5) Вычислить дирекционный угол линии $I-B$ (α_{I-B}):

$$\alpha_{I-B} = \alpha_{B-1} \pm 180^\circ,$$
$$\alpha_{B-1} = \alpha_{B-A} - \gamma = \alpha_{A-B} \pm 180^\circ - \gamma.$$

6) Вычислить дирекционный угол линии $I-2$ (α_{I-2}):

$$\alpha_{I-2} = \alpha_{I-B} + \varphi_3.$$

7) Для контроля вычислений решить обратную геодезическую задачу для нахождения дирекционного угла линии $I-B$ (α_{I-B}); вычислить дирекционный угол линии $I-A$ (α_{I-A}):

$$\alpha_{I-A} = \alpha_{I-2} + \varphi_4 + \varphi_5 + \varphi_1;$$

затем найти угол φ_2 , используя вычисленные углы α_{I-A} и α_{I-B} :

$$\varphi_2 = \alpha_{I-B} - \alpha_{I-A}.$$

8) Для контроля измерений необходимо, используя угол φ_4 , а также координаты дополнительного геодезического пункта, вычислить координаты X_I и Y_I . Абсолютные расхождения координат, полученных из двух решений, не должны превышать 0,02 м.

Привязка теодолитного хода к стенным знакам способом обратной боковой линейно-угловой засечки с помощью ЭВМ

В данном геодезическом построении для определения координат точки P измерено одно горизонтальное проложение (S_1 или S_2), а также угол между направлениями с определяемой точки на два исходных пункта (рис. 6).

Примечание. Пункт I – это тот исходный пункт, который лежит *справа*, если стоять на стороне $I-2$ лицом к определяемому пункту (пункту P).

Для определения координат искомого пункта P необходимо ввести:

1) координаты исходных пунктов (начиная с ячейки 108 столбца J), в соответствии с именами пунктов, представленных на рисунке 6;

2) если измерена сторона S_1 , то в ячейку $J 114$ нужно ввести цифру 1, если S_2 – цифру 2;

3) измеренный угол ввести в ячейку $F 118$.

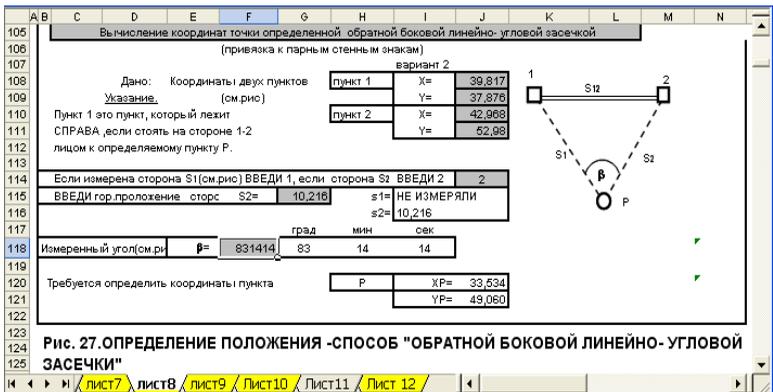


Рис. 6. Окно программного модуля пакета «Геодезический калькулятор в EXCEL» для решения задач по привязке теодолитного хода к стенным знакам способом обратной боковой линейно-угловой засечки

По окончании ввода указанных данных, в ячейках J 120 и J 121 будут представлены вычисленные значения координат определяемой точки.

Задание 1. Определить координаты точки I и дирекционный угол линии I-2 теодолитного хода в соответствии со следующими исходными данными (рис. 5):

$$X_A = 1000,00; Y_A = 1000,00; X_B = 1009,90; Y_B = 1042,15;$$

$$S_1 = 16,44 \text{ м}; \varphi_1 = 126^\circ 10' 15''; \varphi_2 = 88^\circ 46' 12''; \varphi_3 = 42^\circ 11' 43'';$$

$$\varphi_4 = 37^\circ 32' 05''; \varphi_5 = 65^\circ 19' 45''.$$

Проверить правильность решения задачи в программе «Геодезический калькулятор в EXCEL». Схематический чертеж и решение представить в рабочей тетради.

Контрольные вопросы

1. Назовите условия размещения начальной и конечной точек теодолитного хода для их привязки к стенным знакам.
2. Методика привязки теодолитного хода к стенным знакам способом обратной боковой линейно-угловой засечки.

Занятие 5. Привязка теодолитного хода к парным стенным знакам способом обратной линейно-угловой засечки

В настоящее время в связи с применением для измерений электронных тахеометров, для определения координат точек широко используется обратная линейно-угловая засечка.

Пример.

Определить координаты точки $I (X_I, Y_I)$ и дирекционный угол линии $I-2 (\alpha_{I-2})$ теодолитного хода привязкой к стенным знакам A и B способом обратной линейно-угловой засечки (рис. 7).

Дано: координаты стенных знаков $A, B, C - X_A, Y_A, X_B, Y_B, X_C, Y_C$.

Измерено: горизонтальные проложения S_1, S_2 , углы φ .

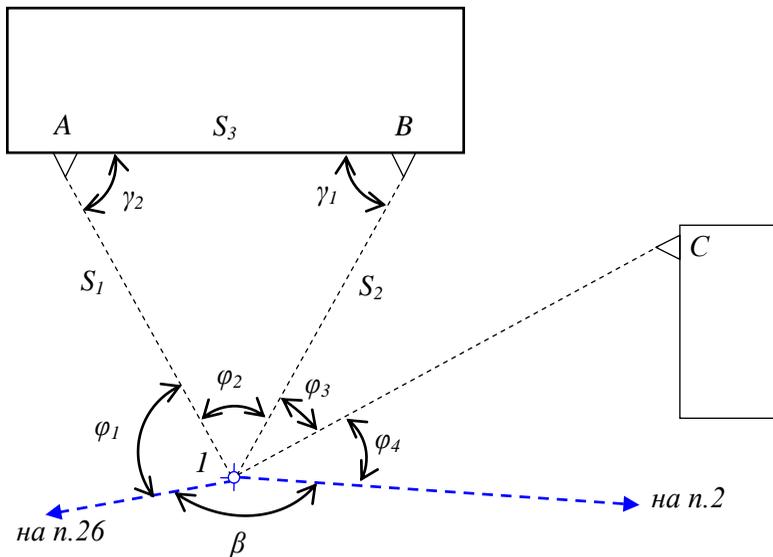


Рис. 7. Привязка теодолитного хода к стенным знакам способом обратной линейно-угловой засечки

Решение.

1) Решить обратную геодезическую задачу для нахождения дирекционного угла линии $A-B (\alpha_{A-B})$ и ее горизонтального проложения (S_3).

2) Вычислить по теореме синусов углы γ_1 и γ_2 :

$$\gamma_1 = \arcsin \frac{S_1 \times \sin \varphi_2}{S_3},$$

$$\gamma_2 = \arcsin \frac{S_2 \times \sin \varphi_2}{S_3}.$$

Контролем вычисления углов является выполнение условия:

$$\gamma_1 + \gamma_2 + \varphi_2 = 180^\circ.$$

3) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точки I :

$$X_1 = X_A + S_1 \times \cos(\alpha_{A-B} + \gamma_2),$$

$$Y_1 = Y_A + S_1 \times \sin(\alpha_{A-B} + \gamma_2).$$

4) Для контроля решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точки I , используя дирекционный угол (α_{B-1}) и горизонтальное проложение S_2 :

$$X_1 = X_B + S_2 \times \cos(\alpha_{A-B} + 180^\circ - \gamma_1),$$

$$Y_1 = Y_B + S_2 \times \sin(\alpha_{A-B} + 180^\circ - \gamma_1).$$

5) Решить обратную геодезическую задачу для нахождения дирекционного угла линии $I-C$ (α_{I-C}).

6) Вычислить дирекционный угол линии $I-2$ (α_{I-2}):

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{1-C} + \varphi_4.$$

Привязка теодолитного хода к стенным знакам способом обратной линейно-угловой засечки с помощью ЭВМ

В качестве исходных служат два пункта (пункты I и 2), например, парные стенные знаки (рис. 8).

Примечание. Пункт I – это тот исходный пункт, который лежит справа, если стоять на стороне $I-2$ (рис. 8) лицом к определяемому пункту (пункту P).

Для определения координат искомого пункта P необходимо ввести:

1) координаты исходных пунктов (начиная с ячейки 74 столбца I), в соответствии с именами пунктов, представленных на рисунке 7;

- 2) измеренные горизонтальные проложения линий: S_1 – в ячейку G 81; S_2 – в ячейку G 82;
 3) измеренный угол – в ячейку G 84.

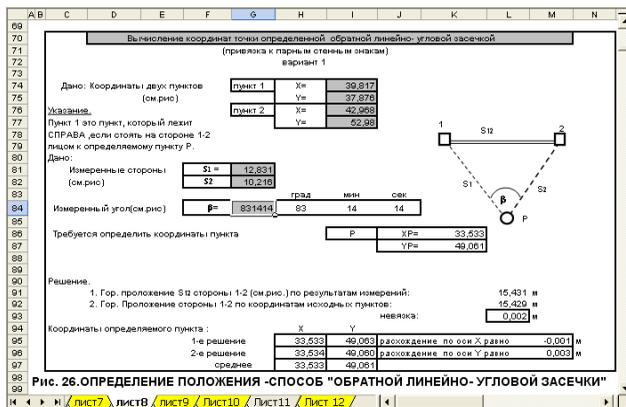


Рис. 8. Окно программного модуля пакета «Геодезический калькулятор в EXCEL» для решения задач по привязке теодолитного хода к стенным знакам способом обратной линейно-угловой засечки

По окончании ввода указанных данных, в ячейках столбцов K 86 и K 87 будут представлены вычисленные значения координат определяемой точки.

Задание 1. Определить координаты точки I и дирекционный угол линии I-2 теодолитного хода в соответствии со следующими исходными данными (рис. 7):

$$X_A = 3000,000; Y_A = 3000,000; X_B = 3001,240; Y_B = 3016,800;$$

$$X_C = 2993,115; Y_C = 3106,531; S_1 = 11,800 \text{ м}; S_2 = 16,590 \text{ м};$$

$$\varphi_2 = 70^\circ 29' 48''; \varphi_4 = 51^\circ 17' 40''.$$

Проверить правильность решения задачи в программе «Геодезический калькулятор в EXCEL». Схематический чертеж и решение представить в рабочей тетради.

Контрольные вопросы

1. В каком случае целесообразно использовать метод линейно-угловой засечки?
2. Методика привязки теодолитного хода к стенным знакам способом обратной линейно-угловой засечки.

Занятие 6. Привязка теодолитного хода к одинарному стенному знаку

Схема привязки к одинарным стенным знакам представлена на рисунке 9. Привязка выполнена с целью определения координат съёмочной станции (точка I).

Пример.

Определить координаты точки $I (X_I, Y_I)$ теодолитного хода привязкой к стенным знакам A и B .

Дано: координаты стенных знаков A и $B - X_A, Y_A, X_B, Y_B$, пункта ОМС2-12 – X_{12}, Y_{12} .

Измерено: горизонтальное проложение S_1 , теодолитом ЗТ5КП – углы φ и β .

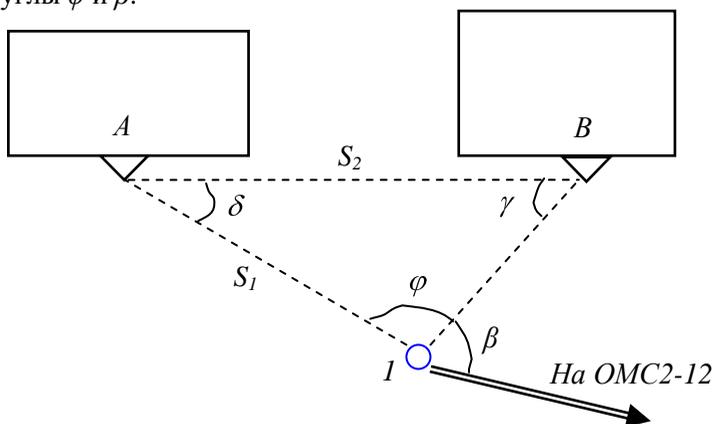


Рис. 9. Привязка съёмочной станции к одинарным стенным знакам

Решение.

1) Решить обратную геодезическую задачу для нахождения дирекционного угла линии $A-B (\alpha_{A-B})$ и ее горизонтального проложения (S_2).

2) Вычислить по теореме синусов угол γ :

$$\gamma = \arcsin \frac{S_1 \times \sin \varphi}{S_2}.$$

3) Вычислить угол δ :

$$\delta = 180^\circ - (\gamma + \varphi).$$

4) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точки I :

$$\begin{aligned}X_1 &= X_A + S_1 \times \cos(\alpha_{A-B} + \delta) , \\Y_1 &= Y_A + S_1 \times \sin(\alpha_{A-B} + \delta) .\end{aligned}$$

5) Контроль привязки.

Решить обратные геодезические задачи для нахождения дирекционного угла линии $I-B$ (α_{I-B}) и дирекционного угла линии $I-ОМС2-12$ (α_{I-12}). По найденным дирекционным углам вычислить значение угла $\beta_{\text{выч.}}$:

$$\beta_{\text{выч.}} = \alpha_{I-12} - \alpha_{I-B} .$$

Сравнить полученный результат с измеренным значением угла β .

Измерения считают выполненными правильно, если $\Delta\beta = \beta_{\text{выч.}} - \beta$ по абсолютной величине не превышает утроенного значения СКП измерения горизонтального угла.

Задание 1. Определить координаты точки I теодолитного хода в соответствии со следующими исходными данными (рис. 9):

$$\begin{aligned}X_A &= 1990,228; Y_A = 3590,698; X_B = 1868,350; Y_B = 3609,858; \\X_{12} &= 1829,822; Y_{12} = 3535,759; S_1 = 57,824 \text{ м}; \varphi = 104^\circ 48' 56''; \\ \beta &= 44^\circ 52' 20' .\end{aligned}$$

Схематический чертеж и решение представить в рабочей тетради.

Контрольные вопросы

1. Что называется съёмочной станцией?
2. Методика привязки съёмочной станции к одинарному стенному знаку.

Занятие 7. Восстановление утраченных межевых знаков

Межевание – это комплекс работ по установлению (или восстановлению) на местности границ земельного участка, с закреплением поворотных точек межевыми знаками и определением плоских прямоугольных координат межевых знаков и площади участка.

В случае утраты межевых знаков их восстановление может производиться одним из следующих способов.

Полярный способ

Сущность полярного способа заключается в отложении на местности вычисленных величин полярного угла β и расстояния S (рис. 10).

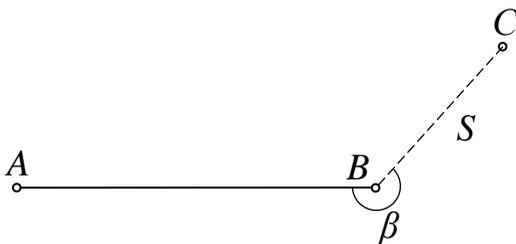


Рис. 10. Восстановление утраченного межевого знака полярным способом

Порядок решения.

1) Решив обратные геодезические задачи, вычислить по известным координатам сохранившихся знаков A и B и утраченного знака C горизонтальное проложение S и дирекционные углы линий BA и BC (S , α_{BA} , α_{BC}).

2) Вычислить угол β по разности дирекционных углов α_{BA} и α_{BC} :

$$\beta = \alpha_{BA} - \alpha_{BC} .$$

3) Установить тахеометр (теодолит) над точкой B , отложить от направления BA полярный угол β и по полученному направлению отложить расстояние S . Таким образом, получим местоположение утраченного знака C .

Способ прямой угловой засечки

Данный способ применяется в тех случаях, когда затруднены линейные измерения между сохранившимися и восстанавливаемыми межевыми знаками.

Сущность способа прямой угловой засечки заключается в отложении на местности вычисленных величин горизонтальных углов β и γ (рис. 11).

Порядок решения.

1) Решив обратные геодезические задачи, вычислить по известным координатам сохранившихся знаков A и B и утраченного

знака C дирекционные углы линий AB , BA , AC и BC (α_{AB} , α_{BA} , α_{AC} и α_{BC}).

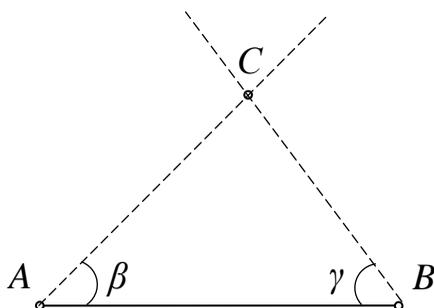


Рис. 11. Восстановление утраченного межевого знака способом прямой угловой засечки

2) Вычислить углы β и γ по разностям дирекционных углов:

$$\beta = \alpha_{AB} - \alpha_{AC},$$

$$\gamma = \alpha_{BC} - \alpha_{BA}.$$

3) Установить тахеометр (теодолит) над точкой A , отложить от направления AB угол β и закрепить полученный створ. Затем установить тахеометр (теодолит) над точкой B , отложить от направления BA угол γ и закрепить полученный створ. На пересечении этих двух створов линий получим местоположение утраченного знака C .

Способ прямой линейной засечки

Данный способ наиболее прост в исполнении, не требует наличия угломерных приборов и применяется в тех случаях, когда не затруднены линейные измерения между сохранившимися и восстанавливаемыми межевыми знаками.

Сущность способа прямой линейной засечки заключается в отложении на местности вычисленных величин горизонтальных проложений S_1 и S_2 (рис. 12).

Порядок решения.

1) Решив обратные геодезические задачи, вычислить по известным координатам сохранившихся знаков A и B и утраченного знака C горизонтальные проложения S_1 и S_2 .

2) Одновременно с помощью двух рулеток отложить от точки A расстояние S_1 , а от точки B – расстояние S_2 . Таким образом,

на пересечении мерных лент рулеток получим местоположение утраченного знака C .

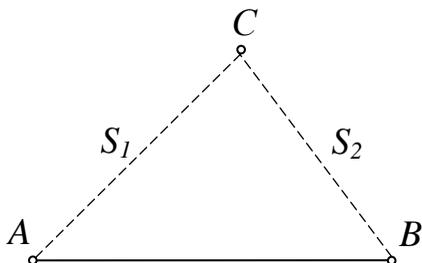


Рис. 12. Восстановление утраченного межевого знака способом прямой линейной засечки

Задание 1. Рассчитать необходимые исходные данные (полярный угол β и расстояние S) для восстановления на местности утраченного межевого знака C полярным способом (рис. 10, табл. 2).

Таблица 2

Координаты сохранившихся межевых знаков A и B и утраченного знака C

Межевые знаки	Координаты	
	X	Y
A	1211,88	6884,12
B	1374,07	7087,26
C	15...,10*	72...,41*

*Примечание: здесь и далее недостающие две цифры взять по двум последним цифрам номера зачетной книжки.

Задание 2. Рассчитать необходимые исходные данные (горизонтальные углы β и γ) для восстановления на местности утраченного межевого знака C способом прямой угловой засечки (рис. 11, табл. 3).

Таблица 3

Координаты сохранившихся межевых знаков A и B и утраченного знака C

Межевые знаки	Координаты	
	X	Y
A	1300,69	2300,09
B	13...,80*	25...,66*
C	17...,18*	24...,74*

Задание 3. Рассчитать необходимые исходные данные (горизонтальные проложения S_1 и S_2) для восстановления на местности утраченного межевого знака C способом прямой линейной засечки (рис. 12, табл. 4).

Таблица 4

Координаты сохранившихся межевых знаков A и B
и утраченного знака C

Межевые знаки	Координаты	
	X	Y
A	211,31	877,01
B	2...,92*	12...,39*
C	3...,40*	10...,26*

Все расчеты и схемы представить в рабочей тетради.

Контрольные вопросы

1. Что такое межевание земель?
2. Какие существуют способы восстановления утраченных межевых знаков?
3. Сущность полярного способа восстановления утраченных межевых знаков.
4. Сущность восстановления утраченных межевых знаков способом прямой угловой засечки.
5. Сущность восстановления утраченных межевых знаков способом прямой линейной засечки.

Занятие 8. Вычисление площадей земельных участков

Под **площадью** участка в геодезии понимают площадь геометрической фигуры, образованной проекцией границ этого участка на горизонтальную плоскость.

При определении площади объекта землеустройства рекомендуется принимать во внимание следующие положения:

1) площадь объекта землеустройства вычисляется по координатам поворотных точек границ земельного участка:

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}) \quad \text{или} \quad P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i (X_{i-1} - X_{i+1}).$$

2) если объектом землеустройства является земельный участок, то абсолютное расхождение $|\Delta P| = |P_{\text{выч}} - P_{\text{док}}|$ между вычисленной площадью земельного участка ($P_{\text{выч}}$) и площадью, указанной в документе, удостоверяющем права на землю, или правоустанавливающим документе ($P_{\text{док}}$), не должно превышать величину допустимого расхождения $\Delta P_{\text{доп}}$, которая вычисляется по формуле:

$$\Delta P_{\text{доп}} = 0,035 M_t \sqrt{P_{\text{док}}}, \text{ га},$$

где M_t – средняя квадратическая погрешность положения межевого знака, м;

$P_{\text{док}}$ – площадь земельного участка, га;

$$\text{или } \Delta P_{\text{доп}} = 3,5 M_t \sqrt{P_{\text{док}}}, \text{ м}^2,$$

где M_t и $P_{\text{док}}$ выражены соответственно в метрах и квадратных метрах.

3) при $|\Delta P| > \Delta P_{\text{доп}}$ исполнителем работ проводится анализ причин и подготавливается в письменной форме заключение. Заключение в месте с материалами межевания передаются заказчику для принятия им решения о дальнейшем проведении работ;

4) при $|\Delta P| \leq \Delta P_{\text{доп}}$ за окончательное значение площади принимается вычисленная площадь с указанием $\Delta P_{\text{доп}}$. Площадь записывается в квадратных метрах с округлением до 1 м^2 и дополнительно может записываться в гектарах с округлением до $0,01 \text{ га}$;

5) площадь муниципального образования или другого административно-территориального образования вычисляется по координатам поворотных точек его границ в случае, если это предусмотрено заданием на выполнение работ. В соответствии с заданием выполняется и оценка точности определения этой площади:

$$m_p^2 = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^n D_i^2 \cdot M_{t_i}^2,$$

где D_i – диагональ, противолежащая i -той вершине (рис. 13). Длина диагонали находится по координатам ее начальной и конечной точек;

M_{t_i} – средняя квадратическая погрешность положения межевых знаков.

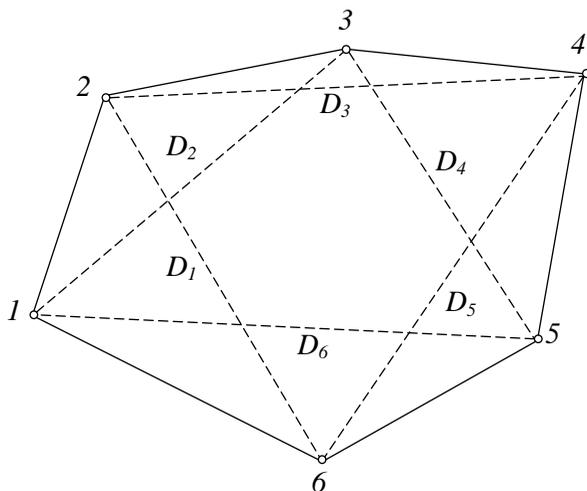


Рис. 13. Схема расположения диагоналей произвольного многоугольника

Если средние квадратические погрешности положения межевых знаков равны между собой, то точность определения площади вычисляется по формуле:

$$m_p^2 = \frac{1}{8} M_t^2 \sum_{i=1}^n D_i^2 .$$

Величину M_t можно принять равной 0,2 мм в масштабе плана.

б) площадь объекта землеустройства, границы которого описаны путем ссылок на географические объекты, вычисляется с точностью не ниже графической точности картографического материала, численный масштаб которого равен численному масштабу соответствующей кадастровой карты (плана) земельного участка (территории).

Кроме вычисления площадей по координатам вершин участков, на практике применяют рабочие формулы для правильных геометрических фигур:

1) для фигуры прямоугольной формы:

$$S_2 = kS_1$$


$$P = kS_1^2$$

Точность определения площади вычисляют по формуле:

$$m_{P(za)} = \frac{m_{t(M)}}{100} \sqrt{P(za)} \sqrt{\frac{1+k^2}{2k}},$$

где m_t – погрешность положения точки на плане в метрах на местности.

2) для фигуры, близкой к квадрату ($P = S_1^2$):

$$m_{P(za)} = \frac{m_{t(M)}}{100} \sqrt{P(za)}.$$

Задание 1. Вычислить площадь участка пятиугольной конфигурации по координатам его вершин (табл. 5). Найти точность вычисленной площади.

Таблица 5

Координаты вершин участка

Номер вершины	Координаты	
	X	Y
1	312	1285
2	40...*	104...*
3	434	1369
4	39...*	152...*
5	337	1488

*Примечание: здесь и далее недостающую одну цифру взять по последней цифре номера зачетной книжки.

Задание 2. Вычислить площадь участка прямоугольной формы, если горизонтальное проложение одной из его сторон составляет $S_1 = 21...*$ м, а горизонтальное проложение другой стороны в 3,2 раза больше первой. Найти точность вычисленной площади. Погрешность положения точки на местности (m_t) принять равной 0,4 м.

Задание 3. Вычислить площадь участка квадратной формы, если горизонтальное проложение одной из его сторон составляет

$S_I = 37 \dots$ * м. Найти точность вычисленной площади. Погрешность положения точки на местности (m_i) принять равной 0,3 м.

Контрольные вопросы

1. Что в геодезии понимается под площадью земельного участка?
2. Методика вычисления площади участка по координатам его вершин.
3. Как найти допустимое расхождение между вычисленной площадью участка и площадью того же участка, указанной в правоустанавливающем документе?
4. Какие существуют способы определения точности вычисления площадей?

Занятие 9. Определение коэффициента деформации планово-картографических материалов

Бумага, на которой выполнены планово-картографические материалы, со временем деформируется. Это связано с условиями хранения, с особенностями сорта бумаги, погодными условиями, временем, которое прошло с момента составления плана и пр. Например, бумага, наклеенная на алюминий или высокосортную фанеру, практически не деформируется, а бумага, наклеенная на полотно, деформируется сильнее, чем не наклеенная. Копии с планшетов, отпечатанные на машине, деформируются во время печати, причем в направлении движения бумага растягивается, а в поперечном направлении сжимается. Через некоторое время деформация бумаги несколько уменьшается, но все же остается значительной. Особенно сильно деформируется бумага от свертывания ее в трубку или складывания.

Величина деформации бумаги характеризуется коэффициентами деформации q , определяемыми в двух взаимно перпендикулярных направлениях, по формуле

$$q = \frac{l_0 - l}{l_0};$$

где l_0 – теоретическая длина линии, значащаяся на плане, например, длина сторон нескольких квадратов координатной сетки;

l – результат измерения этой линии по плану.

Пример 1. Рассчитать коэффициент деформации плана, если теоретическая длина линии $l_0 = 4000$ м, а результат измерения этой линии по плану $l = 4010$ м.

Решение.

$$q = \frac{4000 - 4010}{4000} = -\frac{1}{400}.$$

Если бумага деформируется в двух взаимно перпендикулярных направлениях одинаково, то учесть деформацию нетрудно. При неравномерной деформации учет ее затрудняется, если заданная линия направлена под углом к линиям координатной сетки.

В связи с необходимостью учета деформации бумаги приходится решать следующие задачи.

Задача 1. Измерением на местности получено горизонтальное проложение линии l_0 . Определить длину этой линии l , чтобы отложить (построить) ее на деформированном плане. Вычисления выполняют по формуле

$$l = l_0 - l_0 q.$$

Задача 2. При подготовке исходных данных для перенесения проекта в натуру по деформированному плану измерено расстояние l между точками. Определить l_0 – расстояние, которое нужно отложить или использовать при контроле на местности с учетом деформации. Вычисления выполняют по формуле

$$l_0 = l + l q.$$

Пример 2.

По деформированному плану измерено расстояние $l = 288,0$ м. Коэффициент деформации плана $q = -\frac{1}{400}$. Определить расстояние l_0 , которое нужно отложить на местности с учетом деформации плана.

Решение.

$$l_0 = 288,0 + 288,0 \left(-\frac{1}{400} \right) = 288,0 - 0,7 = 287,3 \text{ м}.$$

Деформацию планов учитывают и при определении площади фигур:

$$P_0 = P + 2Pq.$$

Пример 3.

По деформированному плану измерены необходимые исходные данные и по ним вычислена площадь $P = 74,09$ га. Коэффициент деформации плана $q = +\frac{1}{200}$. Вычислить значение площади P_0 , исправленное за деформацию бумаги.

Решение.

$$P_0 = 74,09 + 2 \cdot 74,09 \left(+\frac{1}{200} \right) = 74,09 + 0,74 = 74,83 \text{ га}.$$

Если в двух взаимно перпендикулярных направлениях (вдоль осей координат) коэффициенты деформации неодинаковы и оказались, например, $q_x = +\frac{1}{200}$ и $q_y = -\frac{1}{100}$ то можно вычислить среднее значение коэффициента деформации:

$$q = \frac{1}{2} \left(+\frac{1}{200} - \frac{1}{100} \right) = -\frac{1}{400}.$$

Средний коэффициент деформации можно использовать, если q_x и q_y отличаются не более чем на 20%; в противном случае коэффициенты деформации определяют в направлении, параллельном линии, в которую надо ввести поправку.

Задание 1. Рассчитать коэффициент деформации плана, если результат измерения общей длины сторон пяти квадратов километровой сетки составил 498...* м.

* Примечание: здесь и далее недостающую одну цифру взять по последней цифре номера зачетной книжки.

Задание 2. По деформированному плану измерены длина основания $a = 51...*$ м и высота $h = 26...*$ м участка треугольной формы. Коэффициент деформации плана $q = +\frac{1}{300}$. Вычислить значение площади участка P_0 , исправленное за деформацию бумаги.

Задание 3. По деформированному плану измерены длина стороны $a = 121...*$ м, стороны $b = 183...*$ м и высоты $h = 9...*$ м участка трапецидальной формы. Измеренная длина сторон двух квадратов километровой сетки плана составила 2010 м. Вычислить

значение площади участка P_0 , исправленное за деформацию бумаги.

Задание 4. По деформированному плану измерено расстояние $l = 86, \dots^*$ м. Коэффициент деформации плана $q = -\frac{1}{200}$.

Определить расстояние l_0 , которое нужно отложить на местности с учетом деформации плана.

Задание 5. Измерением на местности получено горизонтальное проложение линии $l_0 = 17, \dots^*$ м. Определить длину этой линии l , чтобы отложить (построить) ее на деформированном плане, коэффициент деформации которого составляет $q = +\frac{1}{100}$.

Контрольные вопросы

1. Причины деформации планово-картографических материалов.
2. По каким показателям оценивают величину деформации планово-картографических материалов?
3. Методика определения расстояний и площадей по деформированным планам.

Занятие 10-11. Составление и оформление топографической основы проектного плана

Порядок выполнения работы.

1) На листе чертежной бумаги формата А3 построить сетку квадратов со сторонами 10 см. Расхождения по диагоналям квадратов не должны превышать 0,2 мм.

2) Нанести поворотные точки границ землепользования по координатам, представленным в таблице 6.

Таблица 6

Координаты поворотных точек границ землепользования

№ точки	X	Y	№ точки	X	Y
1	3831,14	51342,80	6	1742,67	51910,53
2	37...,20*	52309,16	7	1848,02	51571,94
3	3847,04	53404,88	8	1527,11	51365,29
4	932,41	52979,10	9	1659,37	50782,47
5	14...,26*	51703,34	10	33...,18*	50895,72

* Примечание: недостающие две цифры взять по двум последним цифрам номера зачетной книжки

3) Нанести контуры ситуации по абрисам теодолитной съёмки (прил. 1-3).

4) Вычертить:

а) координатную сетку синим цветом (толщина линий 0,1...0,15 мм) и подписать её (рис. 14);

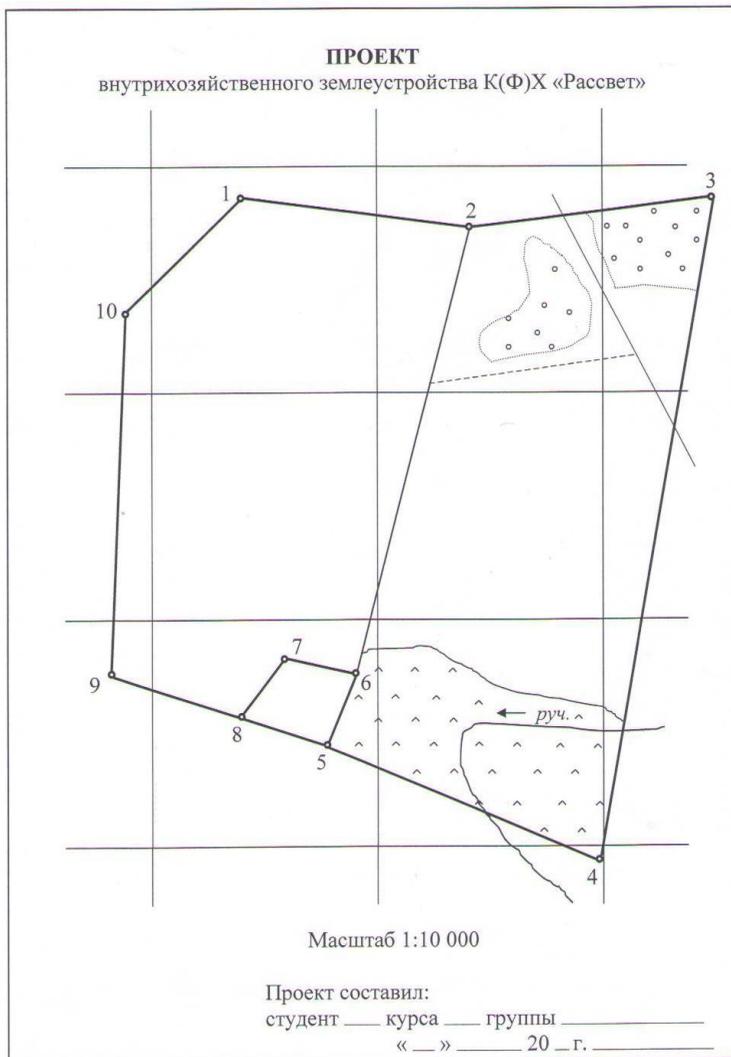


Рис. 14. Топографическая основа проектного плана

б) границы землепользования с написанием румбов и мер линий чёрным цветом, при этом межевой знак показывается кружком (диаметр не более 1,2 мм), а линии – толщиной 0,2 мм;

в) сельскохозяйственные угодья и объекты местности в условных знаках, принятых в землеустройстве для масштаба 1:10000.

Примечание. Условные знаки сельскохозяйственных угодий можно вычертить более разреженно (в два раза), а в контурах некомпактной формы – так, чтобы контур угодья читался без затруднения.

г) Вверху листа разместить надпись:

*Проект внутрихозяйственного землеустройства К(Ф)Х
«Рассвет»*

Внизу справа подписать:

Проект составил:

*Студент _____ курса _____ группы (фамилия, инициалы)
дата и подпись*

5) По координатам вершин полигонов вычислить площади следующих участков землепользования (рис. 14):

а) усадебных земель с производственным центром (точки: 8, 7, 6, 5);

б) западного участка (точки: 1, 2, 6, 5, 8, 9, 10);

в) восточного участка (точки: 2, 3, 4, 5, 6);

Результаты вычислений округлить до 0,01 га.

Площадь тех же контуров для контроля измерить с помощью электронного планиметра. Результаты вычислений и измерений свести в таблицу 7.

Таблица 7

Результаты вычисления площадей контуров

Контур	Площадь, га	
	вычисленная по координатам	измеренная планиметром
8-7-6-5		
1-2-6-5-8-9-10		
2-3-4-5-6		

б) Определить площадь леса графоаналитическим способом как площадь двух треугольников $3-N-P$ и $3-K-P$ (рис. 15).

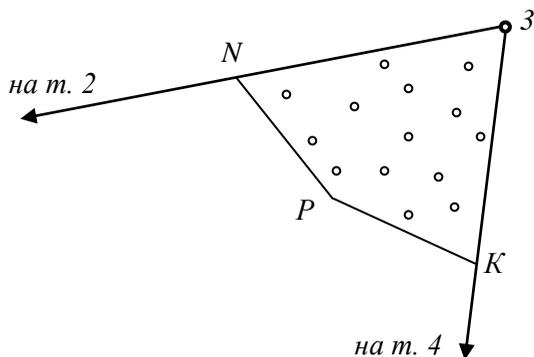


Рис. 15. Определение площади леса графоаналитическим способом

При этом за основание принять стороны $3-N$ и $3-K$, измеренные на местности (прил. 1), а высоты измерить графически на плане. Результаты вычислений округлить до 0,01 га.

7) Вычислить площадь леса аналитическим способом по формуле:

$$2P = ab \sin \varphi + ac \sin \gamma + bc \sin (\varphi + \gamma - 180^\circ),$$

где a, b, c – горизонтальные проложения, выписанные из абриса (рис. 16, прил. 1);

φ – угол при точке 3. Угол φ рассчитывается как разность дирекционных углов линий $3-2$ и $3-4$.

γ – угол, измеренный на местности (прил. 1).

Результаты вычислений округлить до 0,01 га.

Результаты измерений и вычислений свести в таблицу 8.

Таблица 8

Результаты вычисления площади леса

Способ определения площади	Площадь, га
Аналитический	
Графоаналитический	

Вычислить предельно допустимое расхождение по формуле:

$$\Delta_P^{\text{Пред}} = 0,04 \frac{M}{10000} \sqrt{P_{(za)}}.$$

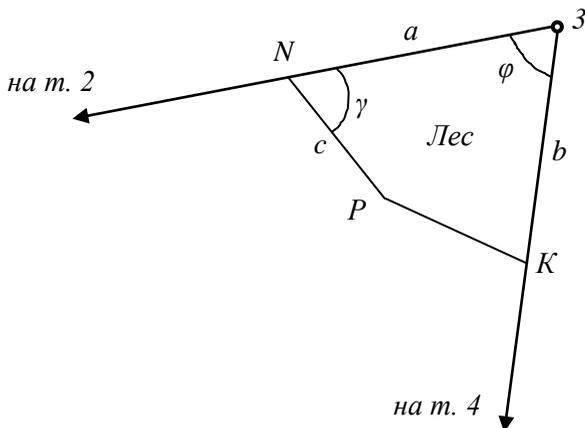


Рис. 16. Определение площади леса аналитическим способом

8) Определить с помощью электронного планиметра площадь вкрапленного контура леса и площадь пастбища (рис. 14). Результаты измерений и вычислений свести в таблицу 9.

Таблица 9

Результаты измерения площадей леса и пастбища

Угодье	Площадь, га
Лес	
Пастбище	

Сравнить полученные результаты и представить выводы в рабочей тетради.

Контрольные вопросы

1. Сущность графического способа определения площадей.
2. Сущность аналитического способа определения площадей.
3. Сущность графоаналитического способа определения площадей.

Занятие 12-15. Техническое проектирование земельных участков

Проекты землеустройства разрабатывают, как правило, в две стадии:

- составление эскизного (предварительного) проекта);
- составление технического (окончательного) проекта.

При эскизном проектировании даётся экономически обоснованное конкретное размещение всех элементов проекта организации территории. По эскизному проекту устанавливают способы и приёмы технического проектирования объектов, а также необходимость проведения дополнительной полевой геодезической подготовки. При техническом проектировании уточняют положение границ и площадей проектируемых участков, определяют необходимые геодезические данные (меры линий, углы) для правильного расположения на местности проектируемых участков.

Эскизным проектом предусмотрено разместить на пахотном массиве участок под фруктовый сад, шесть полей полевого севооборота и сеяный сенокос.

В соответствии с требуемой точностью проектируемых площадей и характером границ участков участки запроектировать аналитическим способом.

При проектировании аналитическим способом длину проектных линий следует вычислять до 0,01 м, а площади проектируемых участков – до 0,01 га.

На основе плана масштаба 1:10 000, составленного ранее, геодезических данных по границам землепользования, таблиц и ведомостей вычисления площадей и в соответствии с эскизным решением (рис. 17) составить технический проект внутрихозяйственного землеустройства К(Ф)Х «Рассвет».

Проектирование участка сада

Проектная площадь участка сада составляет 36,5 га. Участок сада запроектировать трапецией.

Порядок проектирования.

1) Составить схематический чертёж (рис. 18). На чертеже провести линию *A-B*, параллельную проектной линии *1-2*.

2) По дирекционным углам вычислить углы δ и λ :

$$\delta = \alpha_{1-10} - \alpha_{1-2},$$

$$\lambda = \alpha_{2-1} - \alpha_{2-6}.$$

Дирекционные углы необходимых линий найти из решения обратных геодезических задач.

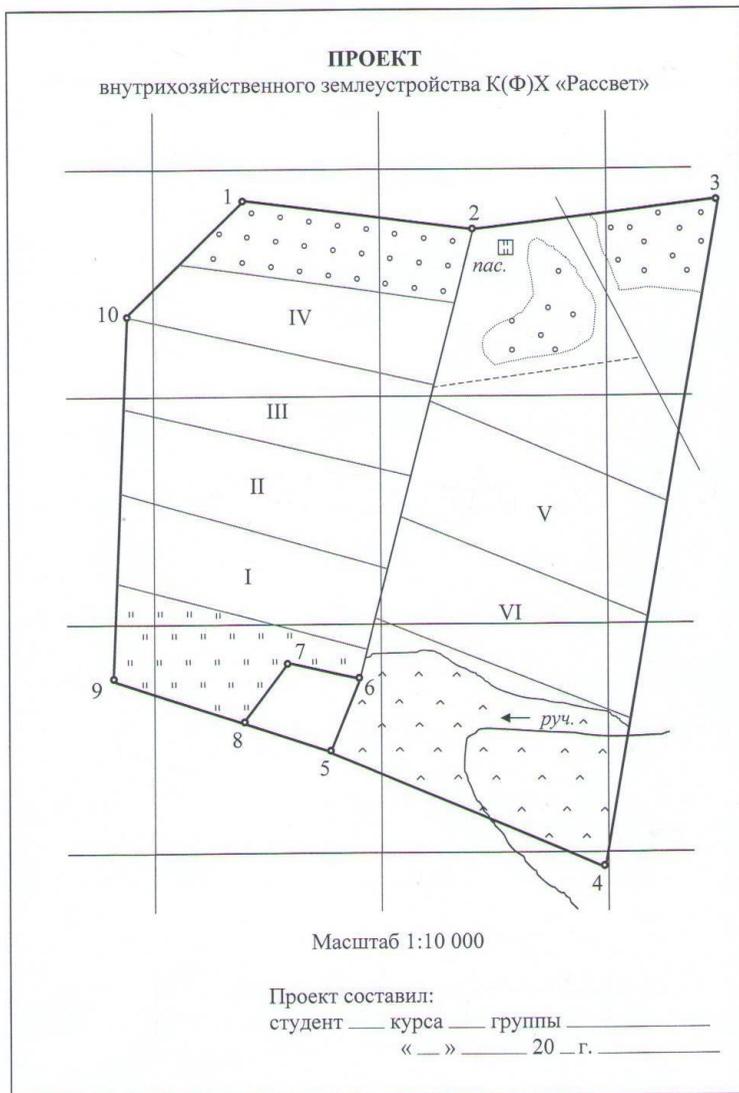


Рис. 17. Эскиз проекта внутрихозяйственного землеустройства К(Ф)Х «Рассвет»

3) Найти стороны b , c и d :

$$b = \sqrt{a^2 - 2P(\operatorname{ctg}\delta + \operatorname{ctg}\lambda)},$$

$$c = \frac{2P}{(a+b)\sin\delta},$$

$$d = \frac{2P}{(a+b)\sin\lambda}.$$

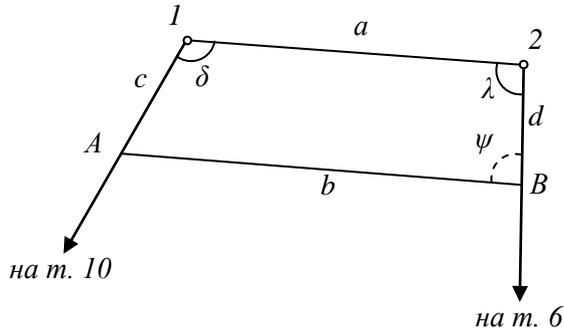


Рис. 18. Проектирование участка сада

4) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точек A и B .

5) Для контроля определить площадь сада как площадь двух треугольников: $I-A-2$ и $B-A-2$. Для этого необходимо предварительно вычислить вспомогательный угол ψ :

$$\psi = \alpha_{6-2} - \alpha_{B-A}.$$

Расхождение с проектной площадью не должно превышать 0,02 га.

Проектирование полей шестипольного севооборота

Запроектировать поля равновеликими. Площадь одного поля составляет 45 га.

Порядок проектирования.

Проектирование поля IV

1) Запроектировать поле IV двумя треугольниками (рис. 19).

2) Решить обратную геодезическую задачу для нахождения горизонтального положения линии $A-10$ (S_{A-10}).

3) Из предыдущих вычислений взять угол β , равный, как видно из рисунка 18, углу δ .

4) Вычислить площадь треугольника $10-A-B$ (P_1):

$$P_1 = \frac{1}{2} S_{A-10} \cdot b \cdot \sin \beta.$$

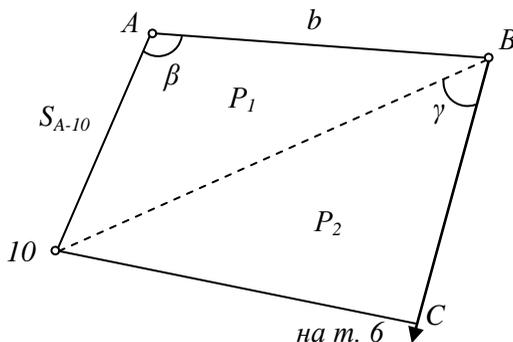


Рис. 19. Проектирование поля IV шестипольного севооборота

5) Решить обратную геодезическую задачу для нахождения дирекционного угла и горизонтального проложения линии $B-10$ (α_{B-10} и S_{B-10}).

Для контроля вычислить по теореме косинусов горизонтальное проложение линии $B-10$ (S_{B-10}):

$$S_{B-10} = \sqrt{S_{A-10}^2 + b^2 - 2S_{A-10} \cdot b \cdot \cos \beta}.$$

6) Вычислить площадь треугольника $10-B-C$ (P_2):

$$P_2 = P_{IV} - P_1.$$

7) По дирекционным углам вычислить угол γ :

$$\gamma = \alpha_{B-10} - \alpha_{2-6}.$$

8) Вычислить горизонтальное проложение линии $B-C$ (S_{B-C}):

$$S_{B-C} = \frac{2P_2}{S_{B-10} \sin \gamma}.$$

9) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точки C :

$$X_C = X_B + S_{B-C} \cos \alpha_{2-6},$$

$$Y_C = Y_B + S_{B-C} \sin \alpha_{2-6}.$$

Для контроля определить координаты точки C по формулам:

$$X_C = X_B + S_{B-C} \cos(\alpha_{B-10} - \gamma),$$

$$Y_C = Y_B + S_{B-C} \sin(\alpha_{B-10} - \gamma).$$

Проектирование полей III, II, I

Поля III, II, I запроектировать трапециями с длинными сторонами, параллельными линии 10-C (рис. 20).

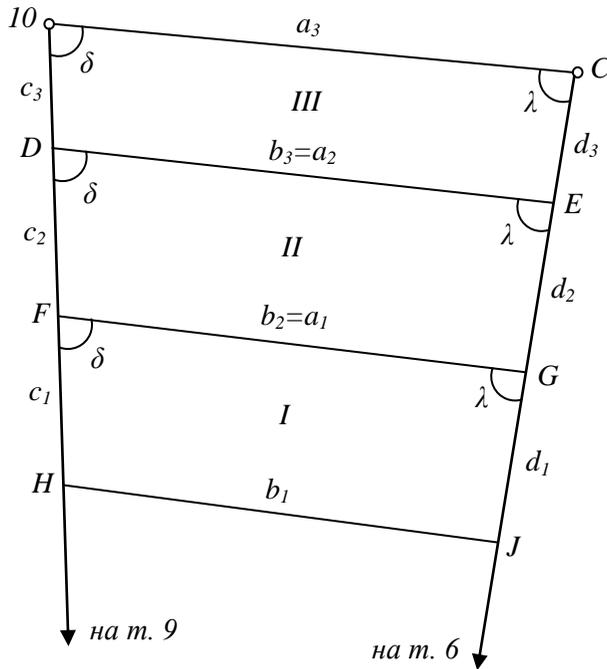


Рис. 20. Проектирование полей III, II, I шестипольного севооборота

1) По дирекционным углам вычислить углы δ и λ :

$$\delta = \alpha_{10-9} - \alpha_{10-C},$$

$$\lambda = \alpha_{C-10} - \alpha_{2-6}.$$

Дирекционные углы необходимых линий найти из решения обратных геодезических задач.

Как видно из рисунка 20, углы δ и λ будут одинаковы для всех трех полей проектируемого севооборота.

2) Найти стороны b_3 , c_3 и d_3 :

$$b_3 = a_2 = \sqrt{a_3^2 - 2P(\operatorname{ctg}\delta + \operatorname{ctg}\lambda)},$$

$$c_3 = \frac{2P}{(a_3 + b_3) \sin \delta},$$

$$d_3 = \frac{2P}{(a_3 + b_3) \sin \lambda}.$$

3) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точек D и E .

4) Найти стороны b_2 , c_2 и d_2 :

$$b_2 = a_1 = \sqrt{a_2^2 - 2P(\operatorname{ctg} \delta + \operatorname{ctg} \lambda)},$$

$$c_2 = \frac{2P}{(a_2 + b_2) \sin \delta},$$

$$d_2 = \frac{2P}{(a_2 + b_2) \sin \lambda}.$$

5) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точек F и G .

6) Найти стороны b_1 , c_1 и d_1 :

$$b_1 = \sqrt{a_1^2 - 2P(\operatorname{ctg} \delta + \operatorname{ctg} \lambda)},$$

$$c_1 = \frac{2P}{(a_1 + b_1) \sin \delta},$$

$$d_1 = \frac{2P}{(a_1 + b_1) \sin \lambda}.$$

7) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точек H и J .

Проектирование полей VI и V

Длинные стороны полей VI и V запроектировать трапециями параллельно линии 5-4 (рис. 21).

1) Провести из точки 6 вспомогательную линию, параллельную линии 5-4, до пересечения с линией 4-3 в точке K .

2) Определить координаты точки K способом прямой угловой засечки:

$$X_K = \frac{Y_4 - X_4 \operatorname{tg} \alpha_{4-3} - Y_6 + X_6 \operatorname{tg} \alpha_{5-4}}{\operatorname{tg} \alpha_{5-4} - \operatorname{tg} \alpha_{4-3}},$$

$$Y_K = (X_K - X_4) \operatorname{tg} \alpha_{4-3} + Y_4.$$

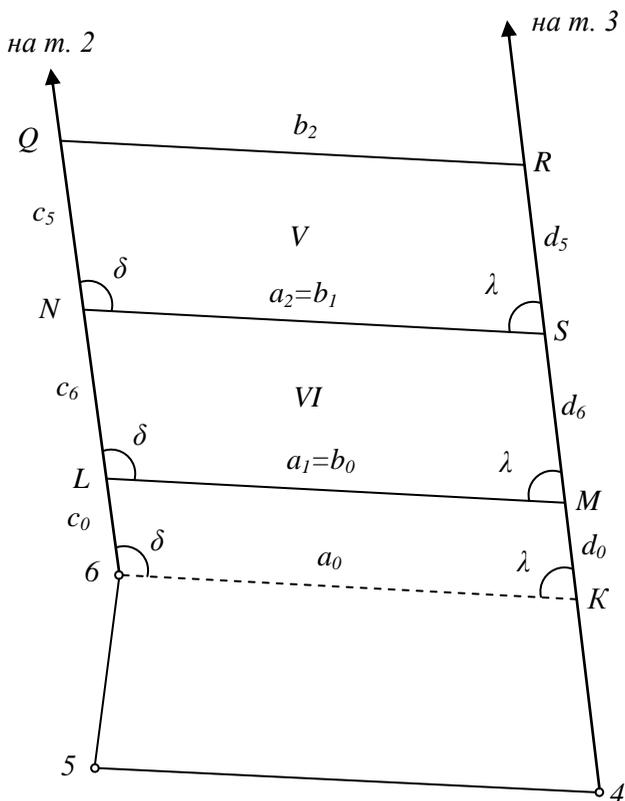


Рис. 21. Проектирование полей VI и V шестипольного севооборота

3) По дирекционным углам вычислить углы δ и λ :

$$\delta = \alpha_{6-K} - \alpha_{6-2},$$

$$\lambda = \alpha_{4-3} - \alpha_{K-6}.$$

Дирекционные углы необходимых линий найти из решения обратных геодезических задач.

4) Провести на чертеже касательно к северной границе пастбища линию $L-M$, параллельную линии $6-K$.

5) Площадь трапеции $6-L-M-K$ определить графически на плане как сумму площадей треугольников $6-L-M$ и $6-K-M$.

6) Найти стороны b_0 , c_0 и d_0 трапеции $6-L-M-K$:

$$b_0 = a_1 = \sqrt{a_0^2 - 2P(\operatorname{ctg}\delta + \operatorname{ctg}\lambda)},$$

$$c_0 = \frac{2P}{(a_0 + b_0)\sin\delta},$$

$$d_0 = \frac{2P}{(a_0 + b_0)\sin\lambda}.$$

7) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точек L и M .

8) Найти стороны b_1 , c_6 и d_6 :

$$b_1 = a_2 = \sqrt{a_1^2 - 2P(\operatorname{ctg}\delta + \operatorname{ctg}\lambda)},$$

$$c_6 = \frac{2P}{(a_1 + b_1)\sin\delta},$$

$$d_6 = \frac{2P}{(a_1 + b_1)\sin\lambda}.$$

9) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точек N и S .

10) Найти стороны b_2 , c_5 и d_5 :

$$b_2 = \sqrt{a_2^2 - 2P(\operatorname{ctg}\delta + \operatorname{ctg}\lambda)},$$

$$c_5 = \frac{2P}{(a_2 + b_2)\sin\delta},$$

$$d_5 = \frac{2P}{(a_2 + b_2)\sin\lambda}.$$

11) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точек Q и R .

Проектирование сеяного сенокоса

После проектирования фруктового сада и полей IV , III , II , I полевого севооборота оставшуюся площадь пашни в западной части землепользования запроектировать под сеяный сенокос (рис. 22).

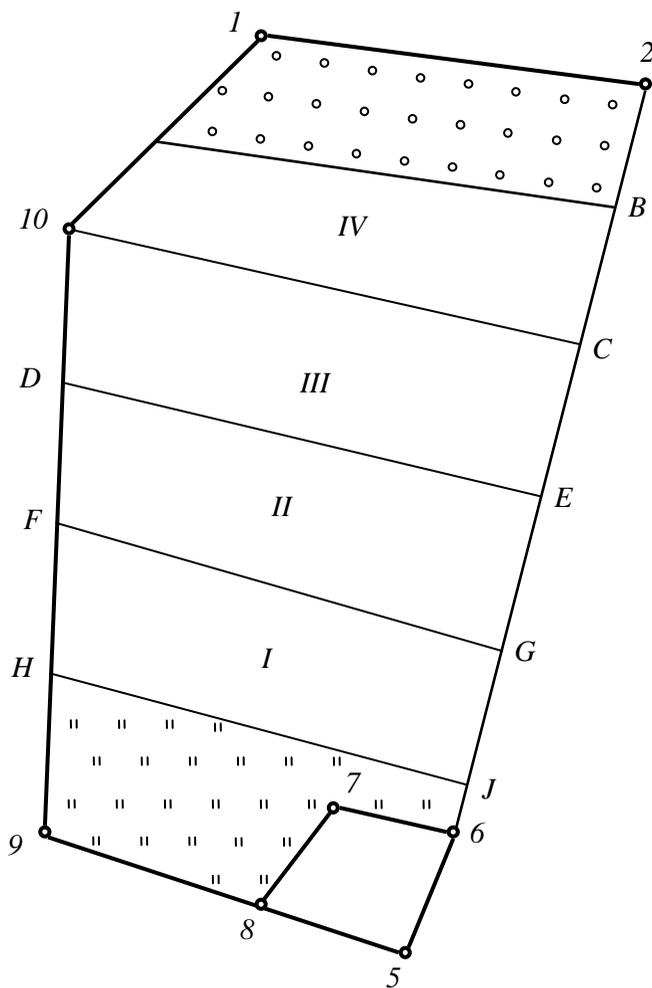


Рис. 22. Проектирование сеяного сенокоса

Порядок проектирования.

1) Решить обратную геодезическую задачу для нахождения дирекционного угла и горизонтального проложения линии 9-10 (α_{9-10}, S_{9-10}).

2) Вычислить горизонтальное проложение проектной стороны 9-H (S_{9-H}):

$$S_{9-H} = S_{9-10} - S_{10-D} - S_{D-F} - S_{F-H}.$$

3) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точки *H*.

4) Для контроля сравнить полученные координаты точки *H* с полученными ранее координатами этой точки при проектировании поля *I* шестипольного севооборота.

5) Аналогично вычислить горизонтальное проложение проектной стороны *6-J* вычитанием из горизонтального проложения линии *6-2* горизонтальных проложений линий *2-B*, *B-C*, *C-E*, *E-G* и *G-J*.

6) Решить прямую геодезическую задачу для нахождения координат точки *J*.

7) Для контроля сравнить полученные координаты точки *J* с полученными ранее координатами этой точки при проектировании поля *I* шестипольного севооборота.

Составление экспликации земель К(Ф)Х «Рассвет»

Составить экспликацию земель К(Ф)Х «Рассвет» к моменту землеустройства и после проведения землеустройства (табл. 10). До проведения землеустройства площадь пашни принять равной суммарной площади контура *1-2-3-4-5-8-9-10* за вычетом площадей существующих дорог, хозяйственного центра (усадебные земли), а также площадей под лесом, водой и пастбищем.

Таблица 10

Экспликация земель К(Ф)Х «Рассвет», га

виды угодий	<i>пашня</i>	<i>многолетние насаждения</i>	<i>сенокосы</i>	<i>пастбища</i>	<i>залежь</i>	<i>под дорогами</i>	<i>под водой</i>	<i>под лесом</i>	<i>усадеб. земли</i>	<i>Всего</i>
до землеустройства										
после землеустройства										

После проведения землеустройства площадь пашни уменьшится на величину запроектированного участка сада (многолетние насаждения), сеяного сенокоса и площади дорог, проектируемых в

шестипольном севообороте. Площади под лесом, водой, пастбищем и площадь усадебных земель останутся неизменными. При заполнении таблицы 10 обратить внимание на сходимость баланса земель до и после землеустроительных мероприятий.

Составление и оформление проектного плана

Проектный план составить на подготовленной ранее топографической основе на основании геодезических данных проектирования.

На проектном плане вычертить и записать красным цветом:

- проектные границы полей и участков с их обозначениями и нумерацией по проекту, места постановки новых граничных знаков и числовые данные к ним.

После составления проектного плана проверить, что каждая проектная точка обеспечена отсчётом по мерному прибору и в конце каждой опорной линии, на которой имеются проектные точки, записан контрольный отсчёт, равный длине этой линии.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют способы проектирования земельных участков?
2. Методика аналитического проектирования земельных участков в форме трапеции.
3. Что называется экспликацией?
4. Какие объекты на проектном плане отображают красным цветом?

Занятие 16. Ввод исходных данных для проектирования в ЭВМ

Программа «Земплан» предназначена для автоматизации работ по созданию отчетных документов при проведении землеустроительных работ (межевание, инвентаризация, отвод земель и пр.). Программа позволяет создавать графические и текстовые документы в установленной форме.

Порядок ввода исходных данных в программу «Земплан»

1) Перед вводом исходных данных необходимо создать новый проект, в котором будут формироваться отчетные документы, затем выполнить предварительные настройки:

- с помощью ярлыка на **Рабочем столе** или соответствующей команды в меню **Пуск** запустите программу **ЗЕМПЛАН**. Создается новый проект с именем (по умолчанию) «План 1»;

- в меню **Файл** выберите команду **Параметры страницы**. В открывшемся окне установите размер листа А4;

- на панели инструментов **Стандартная** в выпадающем окне **Масштаб плана** выберите нужное значение знаменателя численного масштаба (рис. 23).

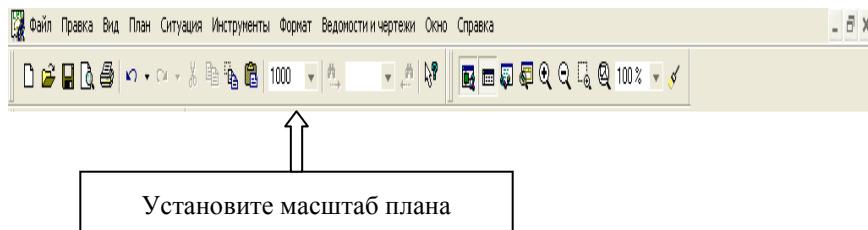


Рис. 23. Выбор численного масштаба плана

- в меню **Файл** выберите команду **Установки** и в раскрывшемся окне перейдите на вкладку **Единицы измерения**. Установите требуемые единицы измерения (рис. 24).

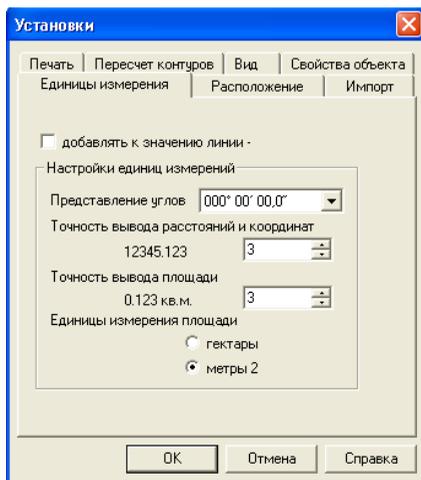


Рис. 24. Выбор требуемых единиц измерения

- в меню **Файл** выберите команду **Карточка объекта** и в раскрывшемся окне заполните поля карточки объекта. При установке флажка **По умолчанию** внесенные сведения будут применены для любого нового проекта;

- для сохранения выбранного шаблона документа выберите команду **Файл/Сохранить как шаблон**.

2) Ввод данных о земельном участке.

В данном случае приводится методика ввода данных с клавиатуры. Также данные можно импортировать из системы CREDO_DAT или CREDO_TER (файлы *.kat, *.ktp).

При вводе данных с клавиатуры:

- создайте новый участок. Для этого в меню **План** выберите команду **Создать участок/В таблице**. В текстовое поле панели **Добавление участка** введите имя участка. Установите переключатель на нужный тип участка (рис. 25).

После ввода имени и типа участка нажмите **ОК**.

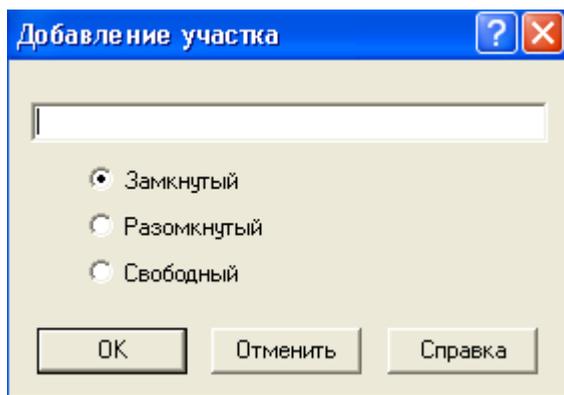


Рис. 25. Создание земельного участка

- В окне **Навигатор данных** (в левой части экрана) сделайте активным созданный участок. Для этого подведите к его имени курсор и нажмите **левую** клавишу мыши (рис 26).

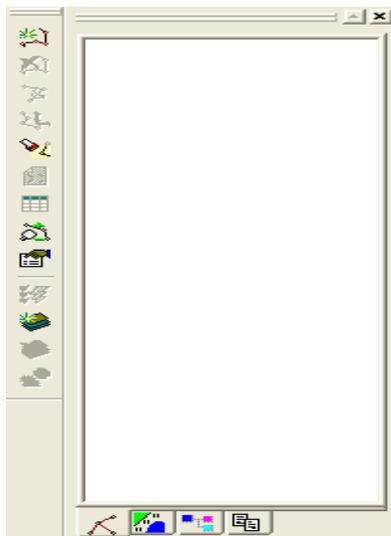


Рис. 26. Активация участка

- нажмите на клавиатуре клавишу **стрелка вниз**. В активированную строку для ввода данных последовательно введите данные по пунктам: наименование; X – координата Север; Y – координата Восток; тип – условный знак отображения пункта; размер условного знака; центр – отображение точки привязки условного знака; закрепить – возможность изменения координат пункта при перемещении условного знака (рис. 27).

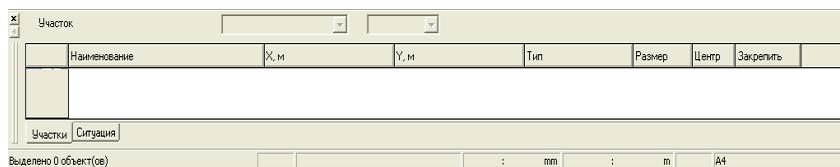


Рис. 27. Окно ввода координат поворотных точек границ участка

После завершения ввода данных сохраните созданный проект.

Задание 1. Создать в программе «Земплан» рабочий файл для последующего формирования землеустроительной документа-

ции для участка, характеризующегося следующими координатами (табл. 11). Масштаб плана 1:5000.

Таблица 11

Координаты поворотных точек границ участка

Номер вершины	Координаты	
	X	Y
1	4371,67	6817,21
2	4162,59	6307,84
3	4287,15	6102,19
4	4501,02	611...,14*
5	4568,77	6501,65
6	4781,42	6908,02

*Примечание: недостающую одну цифру взять по последней цифре номера зачетной книжки.

Контрольные вопросы

1. Укажите последовательность действий при формировании земельного участка в программе «Земплан».
2. Возможно ли импортирование исходных данных в программу из других специализированных программ?

Занятие 17. Формирование отчетных документов с использованием ЭВМ

Исходными данными для работы является проект, созданный в предыдущей работе.

Последовательность выполнения работы

- 1) Формирование чертежа.
 - включите отображение координатной сетки. Для этого в графическом окне выделите план (попадите в него курсором и нажмите **левую** клавишу мыши), после чего в меню **Формат** выберите команду **Формат объекта**.
 - в открывшемся окне **Формат и параметры плана** на вкладке **Параметры плана** в группе **Сетка** установите флажки **Чертить** и **Подписывать**, а в поле **Шаг** введите значение шага, с которым должна разбиваться сетка. Нажмите кнопку **ОК**, и на чертеже появится отображение креста координатной сетки.
- 2) Ввод данных на чертеж.

- в меню **План** выберите команду **Землеустроительная таблица**, после чего на экране появится одноименное окно (рис. 28).
- нажмите кнопку **Создать** и укажите курсором местоположение таблицы на экране.
- в выпадающем списке выберите свой участок.
- выделите в таблице внизу экрана точки участка и нажмите кнопку **Добавить**. На чертеже появится таблица, в которой будут содержаться значения линий и дирекционных углов выбранных направлений.

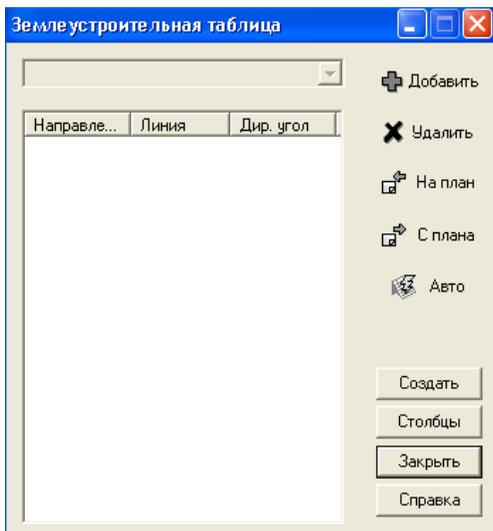


Рис. 28. Создание землеустроительной таблицы

Если геодезические данные необходимо разместить над соответствующими линиями чертежа, то выделите их в землеустроительной таблице и нажмите кнопку **На план**.

- отредактируйте положение созданных надписей, затем выберите одну из них в графическом окне и нажмите **правую** кнопку мыши. В появившемся контекстном меню выберите команду **Блокировать**. Для снятия блокировки в контекстном меню нажмите **Разблокировать**.

3) Формирование плана земельного участка.

- выделите план и выберите из контекстного меню команду **Формат плана**. В раскрывшемся окне **Формат плана** во вкладке **Параметры плана** в группе **Сетка** включите опции **Сетка** и **Чертить**;

- выберите в меню **Ведомости и чертежи** команду **Чертежи/План земельного участка**;

- в раскрывшемся окне **План земельного участка** заполнение полей **Описание участка и площади**, **Утверждаю** и **Произвел** выполняется автоматически из **Карточки объекта**. Заполните поле **Описание смежеств**;

- по окончании ввода нажмите кнопку **ОК** и разместите текстовые поля на чертеже.

4) Вычисление площади участка.

- на вкладке **Участки** окна **Навигатор** данных выделите название участка;

- в контекстном меню, вызываемом по правой клавише мыши, выберите команду **Площадь участка**;

- текст значения площади будет выведен на план и размещен внутри участка.

5) Создание рамки и штампа.

При необходимости, на чертеж можно вывести вариант горизонтального штампа, который выбирается командой **Ведомости и чертежи/Рамка и штамп/Штамп №**.

Заполнение текстовых полей и настройка шрифта (тип, цвет) штампа, отступы рамки, выбор типа, цвета и толщины линий рамки и штампа производится на вкладках окна диалога **Формат рамки**, которое вызывается командой **Ведомости и чертежи/Рамка и штамп/Размер и заполнение**.

Для отключения видимости рамки и штампа отключите флажок **Чертить** на вкладке **Размер и заполнение** окна диалога **Формат рамки**.

6) Создание каталога координат углов поворота границы земельного участка.

- Создание каталога координат производится в отдельном окне. Для его вызова в меню **Ведомости и чертежи** выберите команду **Ведомости/Каталог координат**. В поле **СКО положения точки** введите значение погрешности, равное 0,1 (рис. 28).

- при необходимости отредактируйте заполненные текстовые поля каталога координат;

- в завершение работы распечатайте план земельного участка и каталог координат поворотных точек его границ.

Задание 1. Сформировать в программе «Земплан» и распечатать план земельного участка и каталог координат поворотных точек его границ по исходным данным, созданным в предыдущей работе.

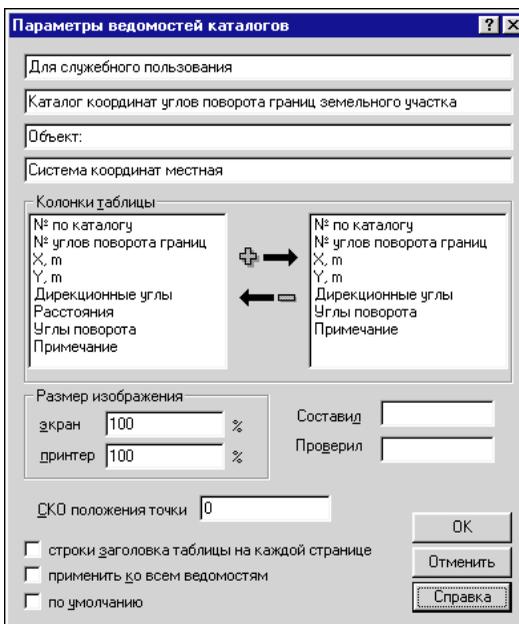


Рис. 28. Каталог координат поворотных точек границ участка

Контрольные вопросы

1. Какая информация должна быть отображена в таблице геодезических данных?
2. Какие отчетные документы формируют в программе «Земплан»?

Занятие 18-19. Проектирование вертикальной планировки поверхности

Проекты вертикальной планировки предусматривают изменение форм и уклонов естественной поверхности земли. Проектный рельеф может быть задан в виде профилей, проектными горизонталями в сочетании с проектными отметками, либо только проектными отметками. Метод профилей трудоемок и поэтому применяется редко. Рассмотрим метод проектных отметок.

Проектирование горизонтальной площадки обычно производится с соблюдением условия нулевого баланса земляных работ. Под этим условием понимается сведение земляных работ к минимуму и обеспечение равенства объемов выемок и насыпей.

Основой для проектирования вертикальной планировки служат топографические планы масштабов 1:500...1:5000, составленные по результатам нивелирования поверхности по квадратам. Планируемую территорию разбивают на квадраты со сторонами 10, 20, 40 или 50 м в зависимости от сложности рельефа. Фактические высоты вершин квадратов определяют по горизонталям или при помощи геометрического нивелирования.

Среднюю отметку всего участка с известными отметками углов сетки вычисляют на основании следующих соображений. Отметки углов $a_1, a_2, a_3 \dots$ квадратов, лежащих внутри наружного контура, при вычислениях повторяются четыре раза, и их сумма будет равна $4\sum H_{a_i}$ (рис. 29).

Далее суммируют отметки H_{b_i} вершин квадратов, расположенных по контуру участка, за исключением отметок H_{c_i} – вершин углов участка, и полученную сумму $\sum H_{b_i}$ удваивают, так как эти отметки входят в два смежных квадрата. Наконец, суммируют отметки H_{c_i} угловых точек участка.

Средняя отметка H_0 участка вычисляется по формуле:

$$H_0 = \frac{4\sum H_{a_i} + 2\sum H_{b_i} + \sum H_{c_i}}{4n}.$$

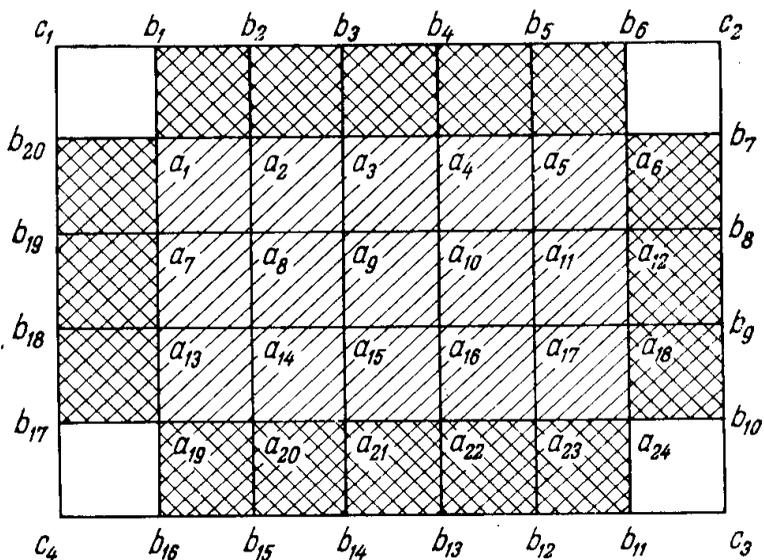


Рис. 29. Разбивка участка на квадраты для вычисления средней отметки

При горизонтальной площадке проектная отметка $H_{пр}$ является постоянной величиной для всего участка. Рабочие отметки всех вершин квадратов получаются как разности проектной отметки $H_{пр}$ и черных отметок вершин квадратов:

$$h_p = H_{пр} - H_i^{черн},$$

при этом h_p со знаком плюс будет определять подсыпку, минус – выемку.

Объем земляных работ вычисляется по рабочим отметкам h_1, h_2, h_3, h_4 вершин каждого квадрата. Если все четыре отметки имеют один и тот же знак, объем земляных работ в пределах данного квадрата вычисляют по формуле:

$$V = \frac{a^2(h_1 + h_2 + h_3 + h_4)}{4},$$

где a – длина стороны квадрата, м.

Если в квадрате рабочие отметки имеют разные знаки, то в этом квадрате проходит линия нулевых работ – линия с рабочей отметкой, равной нулю. Линии нулевых работ являются границей меж-

ду участками подсыпки и выемки грунта, т.е. определяют объемы земляных работ в пределах каждого квадрата. Для построения линии нулевых работ на сторонах квадратов находят положение точек нулевых работ по формулам:

$$l_1 = a \frac{|h_{p1}|}{|h_{p1}| + |h_{p2}|}; \quad l_2 = a \frac{|h_{p2}|}{|h_{p1}| + |h_{p2}|},$$

где l_1 и l_2 – расстояния от вершин квадрата до точки нулевых работ;

a – сторона квадрата;

h_{p1} и h_{p2} – рабочие отметки на концах стороны квадрата. Очевидно, что $l_1 + l_2 = a$ (рис. 30).

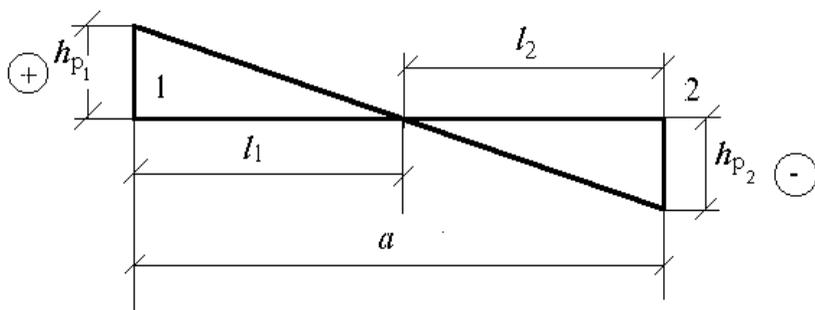


Рис. 30. Построение линии нулевых работ

Найдя точки нулевых работ на разных сторонах квадрата и соединив их отрезками прямых пунктирных линий, получают линию нулевых работ (границу выемки и подсыпки). Объем земляных работ определяют отдельно для выемки и подсыпки.

В различных условиях пользуются различными методами: при относительно спокойном рельефе – методом квадратов; при более пересеченной местности – методом треугольных призм; при сильно пересеченной местности – методом поперечников. Подсчет объемов земляных работ по методу квадратов производится для каждого квадрата или его части как объем призмы:

$$V = h_p \cdot S,$$

где h_p – среднее значение рабочих отметок;

S – площадь квадрата (его части).

Объем грунта в полном квадрате находится по формуле

$$V = \frac{\sum h_p}{4} S_k,$$

где $\sum h_p$ – сумма рабочих отметок для углов квадрата;

S_k – площадь квадрата.

Предполагается, что каждая квадратная призма ограничена вертикальными плоскостями, проходящими через стороны квадратов, плоским основанием и наклонной верхней плоскостью. Высоту призмы принимают равной среднему арифметическому из отметок угловых точек поверхности. Тогда объем одной призмы равен:

$$V = \frac{S_{\Pi}}{4} (H_{b_1} + H_{b_2} + H_{a_1} + H_{a_2}),$$

где S_{Π} – площадь основания призмы;

H_{b_1}, H_{b_2} и H_{a_1}, H_{a_2} – отметки угловых точек.

Вычисляют суммарные объемы выемки и подсыпки и проверяют баланс земляных работ по формуле

$$\Delta V = \frac{|V_B| - |V_{\Pi}|}{|V_B| + |V_{\Pi}|} 100 \%.$$

Эта величина не должна превышать 3 %.

Пример. Разработать проект вертикальной планировки площадки при следующих исходных условиях (рис. 31):

- отметки участка получены при нивелировании по квадратам;
- проектируется горизонтальная площадка с приблизительным обеспечением баланса земляных работ (рис. 32);
- проектирование заканчивается составлением картограммы земляных масс.

Решение.

Размеры квадратов принимаются 20×20 м (при масштабе плана 1:1000).

$$H_{\text{пр}} = 147,68 \text{ м}$$

	+0,55	+0,10	+0,85	+1,56	+1,03	+0,47
Г	147,13	147,58	146,83	146,12	146,65	147,21
	-0,10	-1,05	-0,39	+0,04	-0,27	-0,48
В	147,78	148,73	148,07	147,64	147,95	148,16
	-0,15	+0,20	+0,60	+0,18	-0,14	-0,46
Б	147,83	147,48	147,08	147,50	147,62	148,14
	-0,55	+0,04	+0,45	-0,03	-0,64	-1,45
А	148,23	147,64	147,23	147,71	148,32	149,13
	1	2	3	4	5	6

Рис. 31 Результаты нивелирования поверхности по квадратам

Последовательность выполнения работы следующая:

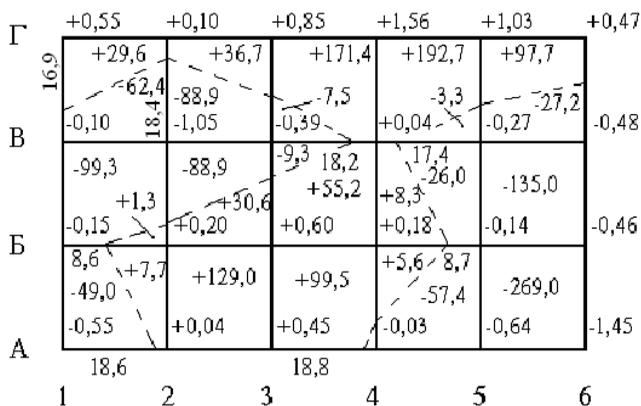
1. На листе чертежной бумаги формата А4 (20×30 см) дважды вычертить сетку квадратов (рис. 31 и 32).

2. В вершинах квадратов (рис. 31) выписать отметки по своему варианту. Например, в вершине А1 это 148,23, в вершине А2 – 147,64, А3 – 147,23 и т.д.

3. Вычислить проектную отметку горизонтальной площадки с приблизительным балансом земляных работ. У данной сетки квадратов нет отметок вершин, относящихся сразу к трем квадратам, поэтому $3\sum H_3 = 0$ и проектная отметка вычисляется по формуле:

$$H_{\text{пр}} = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 4\sum H_4}{4n}$$

4. Записать полученную проектную отметку в верхнем левом углу (рис. 31), вычислить рабочие отметки $h_p = H_{\text{пр}} - H_i^{\text{черн}}$ и зафиксировать их в вершинах квадратов. Так, в вершине А1 это – 0,55, в вершине А2 +0,04, в А3 +0,45 и т.д.



Σ

Рис. 32 Картограмма земляных работ

5. Для разработки картограммы земляных работ (рис. 32) переписать значения рабочих отметок на данный рисунок, обозначить контуры подсыпок и выемок линиями нулевых работ. Линию нулевых работ определяют точки нулевых работ на тех сторонах квадратов, вершины которых имеют отметки с противоположными знаками (линии $B1-Г1$, $B2-B2$ и т.д.). Положение точки нулевых работ на стороне квадрата определится величиной l_1 или l_2 , вычисляемыми по ранее приведенным формулам.

Линии нулевых работ обозначают прямолинейными отрезками, значения l выписывают на стороне квадрата (на стороне $B1-Г1$ $l = 16,9$ м; на стороне $B2-Г2$ $l = 18,4$ м и т.д.)

6. Вычислить отдельно для выемок и подсыпок в каждом квадрате объемы земляных работ (рис. 32) по формуле:

$$V = h_p^{cp} S,$$

где h_p^{cp} – среднее значение рабочих отметок (у неполных квадратов две рабочие отметки равны нулю);

S – площадь квадрата или его части, которую можно вычислить, зная длины сторон этих фигур.

7. Вычисленные на картограмме объемы насыпей и выемок просуммировать по вертикали и вычислить их суммарные значения для всего участка (рис. 32). Проверить баланс земляных работ.

Задание 1. Применительно к М 1:1000 принять участок с размерами 5×3 квадрата с длиной сторон 20 м в соответствии с исходными данными, заданными преподавателем.

Задание 2. Спланировать горизонтальную площадку исходя из баланса земляных работ.

Задание 3. Построить картограмму земляных работ, вычислить объемы земляных масс и проверить их баланс.

Контрольные вопросы

1. Какие топографические планы служат основой для проектирования вертикальной планировки поверхности?
2. Что называется линией нулевых работ?
3. С какой целью вычисляют рабочие отметки всех вершин квадратов?
4. Что называется балансом земляных работ?

Занятие 20-21. Подготовка разбивочных данных для переноса проекта сооружения в натуру

Разбивочные данные – это угловые и линейные величины, которые необходимо отложить на местности, чтобы закрепить точки или оси сооружения. Эти данные могут быть получены графическим, аналитическим или графо-аналитическим способами. При графическом способе углы и длины линий измеряют непосредственно на плане. Аналитический способ применяется тогда, когда координаты проектных точек известны, а разбивочные данные получают путем аналитических расчетов. Графо-аналитический способ заключается в том, что координаты проектных точек определяют графически с плана, а угловые и линейные величины получают путем аналитических расчетов.

В результате подготовки разбивочных данных составляют разбивочные чертежи (схемы), на которых указывают пункты гео-

дезического обоснования, значения длин линий и углов, необходимых для построения на местности точек или осей сооружения.

Пример.

Пусть требуется подготовить разбивочные данные для перенесения в натуру проектной точки I сооружения, показанного на фрагменте плана (рис. 33). Перенесение в натуру проектной точки I запроектировать полярным способом, способом прямой угловой засечки и способом линейной засечки.

Значения величин a , b , c , d , а также координаты точек M , N , взятые с плана, составили: $a = 5,64$ см, $b = 4,22$ см, $c = 3,50$ см, $d = 6,35$ см; $x_M = 414,60$ м, $y_M = 113,80$, $x_N = 415,30$ м, $y_N = 185,20$.

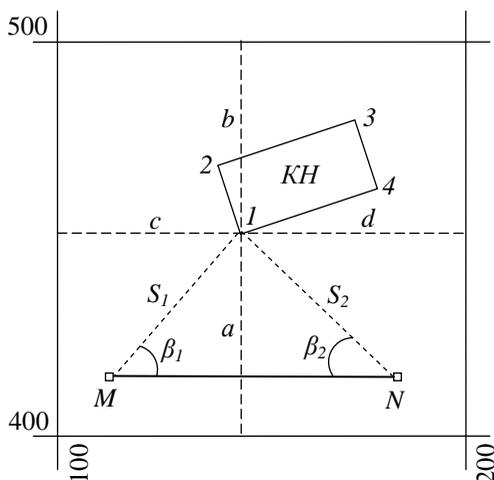


Рис. 33. Фрагмент плана М 1:1000

Решение.

Определим, с учетом коэффициента деформации бумаги, координаты проектной точки I , используя координатную сетку фрагмента плана и значения величин a , b , c , d , выраженные в метрах:

$$x_1 = 400 + a \frac{100}{a+b} = 400 + 56,4 \frac{100}{56,4+42,2} = 457,2 \text{ м,}$$

$$y_1 = 100 + c \frac{100}{c+d} = 100 + 35,0 \frac{100}{35,0+63,5} = 135,5 \text{ м.}$$

Путем решения обратных геодезических задач вычислим ди-

рекционные углы α_{M-1} , α_{N-1} и α_{M-N} , а также горизонтальные проложения S_1 и S_2 :

$$r_{M-1} = \operatorname{arctg} \frac{y_1 - y_M}{x_1 - x_M} = \operatorname{arctg} \frac{135,50 - 113,80}{457,20 - 414,60} = CB : 26^\circ 59' 38'' .$$

В северо-восточной четверти румб и дирекционный угол совпадают, поэтому $\alpha_{M-1} = 26^\circ 59' 38''$.

$$r_{N-1} = \operatorname{arctg} \frac{y_1 - y_N}{x_1 - x_N} = \operatorname{arctg} \frac{135,50 - 185,20}{457,20 - 415,30} = C3 : 49^\circ 52' 02'' .$$

В северо-западной четверти дирекционный угол вычисляют по общей формуле $\alpha = 360^\circ - r$, тогда:

$$\alpha_{N-1} = 360^\circ - 49^\circ 52' 02'' = 310^\circ 07' 58'' .$$

$$r_{M-N} = \operatorname{arctg} \frac{y_N - y_M}{x_N - x_M} = \operatorname{arctg} \frac{185,20 - 113,80}{415,30 - 414,60} = CB : 89^\circ 26' 18'' .$$

В северо-восточной четверти румб и дирекционный угол совпадают, поэтому $\alpha_{M-N} = 89^\circ 26' 18''$.

Горизонтальные проложения S_1 и S_2 составят:

$$S_1 = \sqrt{(x_1 - x_M)^2 + (y_1 - y_M)^2} = 47,81 \text{ м},$$

$$S_2 = \sqrt{(x_1 - x_N)^2 + (y_1 - y_N)^2} = 65,01 \text{ м}.$$

По разности дирекционных углов вычислим разбивочные углы β_1 и β_2 :

$$\beta_1 = \alpha_{M-N} - \alpha_{M-1} = 89^\circ 26' 18'' - 26^\circ 59' 38'' = 62^\circ 26' 40'' ,$$

$$\beta_2 = \alpha_{N-1} - \alpha_{N-M} = 310^\circ 07' 58'' - (89^\circ 26' 18'' + 180^\circ) = 40^\circ 41' 40'' .$$

Вычислив необходимые разбивочные данные, составим три разбивочные схемы перенесения в натуру проектной точки I в соответствии с заданием (рис. 34-36). На разбивочных схемах показываются все необходимые линейные и угловые величины.

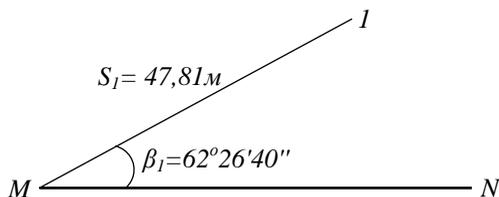


Рис. 34. Разбивочная схема перенесения в натуру проектной точки I полярным способом

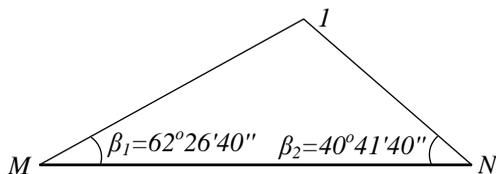


Рис. 35. Разбивочная схема перенесения в натуру проектной точки I способом прямой угловой засечки

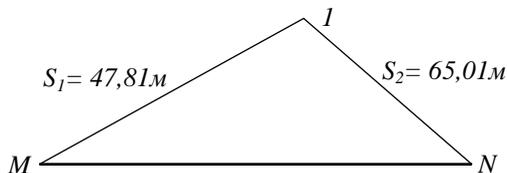


Рис. 36. Разбивочная схема перенесения в натуру проектной точки I способом линейной засечки

Задание 1. Построить фрагмент плана масштаба 1:1000 с размерами сторон квадрата 10×10 см и нанести на него проектную точку I , а также точки M и N . Исходные данные для построения плана взять из таблицы 12. Координаты точки I рассчитать с учетом коэффициента деформации плана.

Таблица 12

Исходные данные для построения плана и расчетов

№ вар.	a , см	b , см	c , см	d , см	Координаты			
					x_M	y_M	x_N	y_N
1	6,50	3,32	3,00	7,20	415,30	105,10	424,40	193,80
2	6,00	3,82	3,50	6,70	509,68	213,58	525,04	293,25
3	5,50	4,32	4,00	6,20	619,30	309,00	607,00	394,50
4	5,00	4,82	4,50	5,70	719,80	409,00	708,05	490,90

Задание 2. Подготовить разбивочные данные для перенесения в натуру проектной точки I сооружения, показанного на фрагменте плана (рис. 33). Перенесение в натуру проектной точки I запроектировать полярным способом, способом прямой угловой засечки и способом линейной засечки. Составить разбивочные схемы.

Контрольные вопросы

1. Что называется разбивочными данными?
2. Какие проектные величины указывают на разбивочном чертеже?
3. Основные способы перенесения в натуру проектных точек.

Занятие 22. Определение высоты сооружения при помощи теодолита

Пусть требуется определить высоту h здания от его основания до крыши (рис. 35).

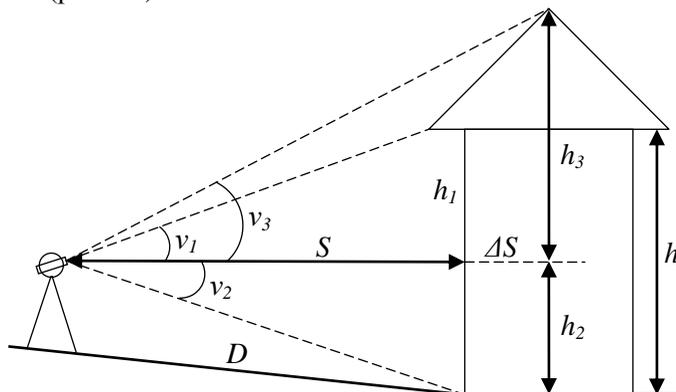


Рис. 35. Схема определения высоты здания при помощи теодолита

Для этого устанавливают теодолит так, чтобы хорошо были видны верх и основание здания, после чего измеряют углы наклона v_1 и v_2 . Измеряют расстояние D от инструмента до здания и угол наклона линии местности, чтобы вычислить ее горизонтальное проложение S . Превышение h , учитывая знаки углов наклона, будет равно:

$$h = S(\operatorname{tg} v_1 - \operatorname{tg} v_2).$$

Для контроля вычислительных действий можно определить h , не учитывая знаки углов наклона, по формулам:

$$1) \quad h = h_1 + h_2,$$

где $h_1 = S \operatorname{tg} v_1$; $h_2 = S \operatorname{tg} v_2$.

Пример.

Измеренное расстояние D от инструмента до здания составило 72,55 м, а угол наклона этой линии местности $v = -4^\circ 15'$. Измеренные углы наклона составили $v_1 = 14^\circ 47'$ и $v_2 = -12^\circ 26'$. Определить высоту здания.

Решение.

Горизонтальное проложение S линии местности составит:

$$S = D \cos \nu = 72,55 \times \cos(-4^\circ 15') = 72,35 \text{ м.}$$

Высоту здания (превышение h) вычисляем по формуле

$$h = S(\operatorname{tg} \nu_1 - \operatorname{tg} \nu_2).$$

Она составит:

$$h = 72,35(\operatorname{tg} 14^\circ 47' - \operatorname{tg}(-12^\circ 26')) = 34,16 \text{ м.}$$

Контроль вычислений:

$$h_1 = S \operatorname{tg} \nu_1 = 72,35 \times \operatorname{tg} 14^\circ 47' = 72,35 \times 0,2639 = 19,09 \text{ м,}$$

$$h_2 = S \operatorname{tg} \nu_2 = 72,35 \times \operatorname{tg} 12^\circ 26' = 72,35 \times 0,2083 = 15,07 \text{ м,}$$

$$h = 19,09 + 15,07 = 34,16 \text{ м.}$$

Высота здания до конька равна:

$$h = h_2 + h_3.$$

Чтобы вычислить h_3 , нужно измерить угол ν_3 и горизонтальное проложение ΔS (рулеткой до оси здания), которое прибавляют к горизонтальному проложению S . Тогда h_3 составит:

$$h_3 = (S + \Delta S) \operatorname{tg} \nu_3.$$

Если ось вращения трубы теодолита будет располагаться ниже основания здания (рис. 36), то его высота h будет равна:

$$h = h_1 - h_2 = S(\operatorname{tg} \nu_1 - \operatorname{tg} \nu_2).$$

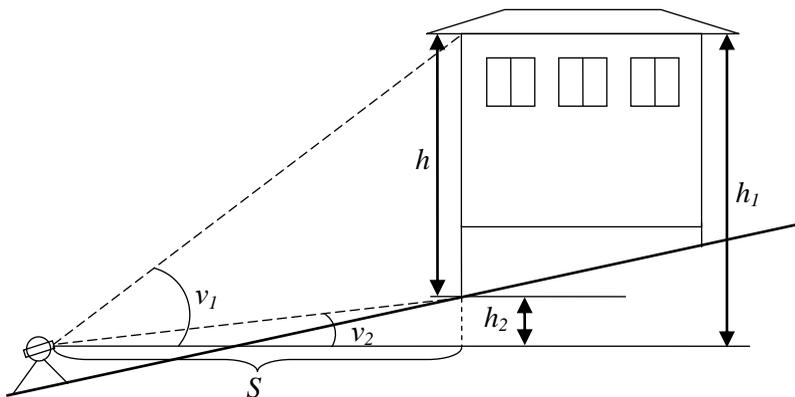


Рис. 36. Схема определения высоты здания при помощи теодолита при расположении оси вращения трубы ниже основания здания

Угол ν_2 в этом случае будет получаться при измерении со

знаком плюс. Расстояние до объектива трубы измеряют рулеткой и прибавляют к нему длину радиуса трубы.

Задание 1. Определить высоту здания по результатам выполненных на местности измерений.

Контрольные вопросы

1. Методика определения высоты здания при помощи теодолита при расположении оси вращения трубы ниже основания здания.

2. Методика определения высоты здания при помощи теодолита при расположении оси вращения трубы выше основания здания.

Занятие 23-24. Проектирование линейного сооружения на профиле

К сооружениям линейного типа относят пути сообщения, каналы, туннели, трубопроводы, линии электропередач, линии связи и т.п., т.е. сооружения, вытянутые в длину и занимающие на местности узкую полосу земли. Ось сооружения линейного типа называют *трассой*.

Для проектирования таких сооружений необходимо иметь не только топографические карты, но и крупномасштабные планы узкой полосы местности вдоль трассы, продольный и поперечные профили трассы. Кроме того, для проектирования сооружений линейного типа требуется изучение геологических, гидрогеологических, метеорологических, экономических условий по трассе.

Весь комплекс работ, выполняемых по трассе для проектирования сооружения, называют *изысканиями*. Цель их – изучение всех тех природных и социально-экономических условий, которые так или иначе могут влиять на выбор местоположения трассы, на техническую и экономическую стороны строительства и эксплуатации данного сооружения.

По трассе в общем случае выполняют следующие работы:

- 1) выбор направления трассы;
- 2) согласование направления сооружения с заинтересованными ведомствами, организациями и отдельными лицами;
- 3) вынос трассы с карты на местность и закрепление ее на местности знаками;

- 4) разбивка по трассе пикетажа и кривых со съемкой полосы местности вдоль трассы;
- 5) геометрическое нивелирование по трассе;
- 6) геологические изыскания;
- 7) гидрологические изыскания;
- 8) социально-экономические изыскания;
- 9) метеорологические изыскания;
- 10) геодезическая привязка (плановая и высотная) точек геологических изысканий – скважин, шурфов и др.;
- 11) геодезические работы при гидрологических изысканиях (определение отметок разных уровней воды, скоростей течения и направления струй, промеры глубин);
- 12) составление плана полосы местности вдоль трассы;
- 13) составление продольного и поперечных профилей трассы.

Направление трассы выбирают по топографической карте масштаба 1:100000 и крупнее или по аэрофотоснимкам. Выбранное по карте направление трассы проверяют путем осмотра местности в натуре, где ситуация и рельеф могут измениться после издания карты вследствие, например, нового строительства. Для выбора оптимального направления трассы необходимо знать и учитывать технические условия строительства и эксплуатации соответствующего сооружения.

На этапе камеральных изысканий применяют два основных способа трассирования линейного сооружения.

1. Способ попыток.

По выбранному на карте направлению намечают кратчайшую трассу и составляют по ней продольный профиль местности с проектной линией. Затем трассу или ее часть сдвигают вправо или влево до тех пор, пока проектные отметки точек трассы не станут близкими к отметкам точек местности.

2. Построение линии заданного уклона.

По заданному проекту уклону (i) вычисляют заложение S по формуле:

$$S = \frac{h_0}{i},$$

где h_0 – высота сечения рельефа.

Затем в масштабе плана устанавливают раствор измерителя, соответствующий вычисленному заложению S . От начальной точки A измерителем делают засечку на соседней горизонтали и получают точку 1 (рис. 37). Затем другой ножкой измерителя засекают на следующей горизонтали точку 2 и т.д. Соединяя точки уколов измерителя, получают линию AB , имеющую один и тот же заданный уклон. Незначительные повороты проектной линии спрямляют.

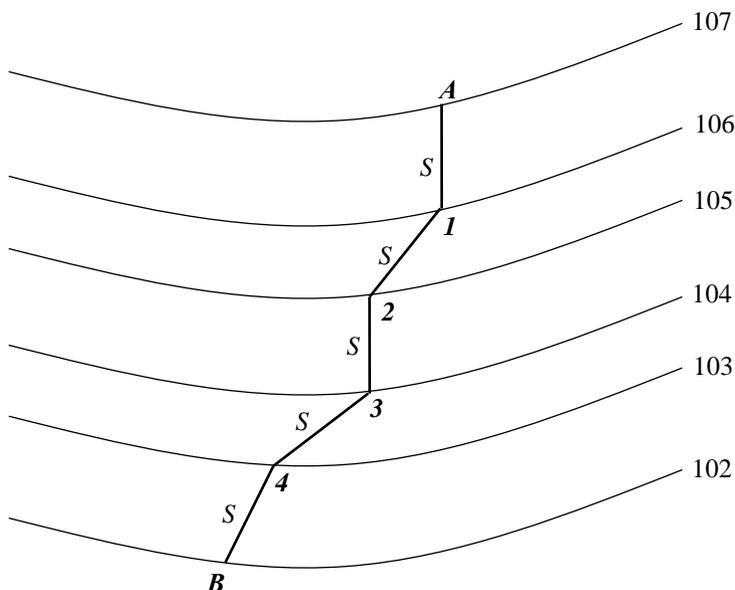


Рис. 37. Построение линии заданного уклона

Поскольку строительство сооружения по трассе связано с изъятием земель от других землепользователей и с нарушением их хозяйственных интересов, положение выбранной по карте трассы согласовывают с заинтересованными юридическими лицами (ведомствами и организациями).

После согласования трассу выносят с карты на местность и закрепляют знаками: начало и конец трассы, точки поворота трассы, створные точки. Тип знака для закрепления точек зависит от необходимого срока сохранности их на местности. Створные точ-

ки закрепляют вехами высотой до 6 м, устанавливаемыми не реже чем через 1 км по трассе.

Трассу выносят на местность либо по координатам основных ее точек, либо по данным привязки трассы к предметам местности. Как координаты, так и элементы привязки обычно определяют по топографической карте или по аэрофотоснимкам графическим путем. При выносе трассы по координатам точки трассы выносят от опорных геодезических пунктов, а по данным привязки к предметам местности – от предметов местности. В первом случае при значительном удалении пунктов главной геодезической опорной сети (триангуляции, полигонометрии) от трассы приходится прокладывать от них к трассе теодолитные ходы либо определять засечками положение дополнительных точек, расположенных вблизи трассы.

Одновременно с закреплением точек трассы в стороне, 20-100 м от нее, устанавливают временные реперы на расстоянии 1-3 км один от другого. Отметки этих реперов определяют путем проложения нивелирного хода IV класса, привязываемого не реже чем через 50 км к реперам I-III классов. Реперы нивелирования IV класса служат рабочим обоснованием для нивелирования по самой трассе в процессе изысканий, а также и для разбивочных работ при строительстве сооружения.

Задание 1. Построить на топографическом плане линию с уклоном, заданным преподавателем.

Контрольные вопросы

1. Что называют уклоном линии местности?
2. Что называют трассой линейного сооружения?
3. Какие изыскания выполняют по трассе линейного сооружения?
4. Назовите основные способы трассирования.

Занятие 25. Расчет элементов и построение круговых кривых

Кривые на трассе разбивают, чтобы сгладить резкие повороты трассы, недопустимые для таких сооружений, как усовершенствованные дороги, каналы и некоторые трубопроводы.

При разбивке кривой необходимо знать следующие величины, называемые элементами кривой:

1. Радиус (R) кривой, выбираемый в зависимости от вида сооружения и условий местности.

2. Угол φ между продолжением предыдущей и направлением последующей стороны трассы, называемый *углом поворота* (рис. 38).

3. Касательную (T), называемую *тангенсом*:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}.$$

4. Длину кривой (K):

$$K = \frac{\pi R \varphi^\circ}{180^\circ} = \frac{R \varphi^\circ}{\rho}.$$

где $\rho = 57,3^\circ$.

5. Биссектрису (B), т.е. расстояние от вершины угла $Уг.1$ до середины кривой ($СК$):

$$B = R(\sec \frac{\varphi}{2} - 1).$$

6. Домер, то есть излишек в длине, получаемый при измерении закругления трассы не по самой кривой, а по ее тангенсам (D):

$$D = 2T - K.$$

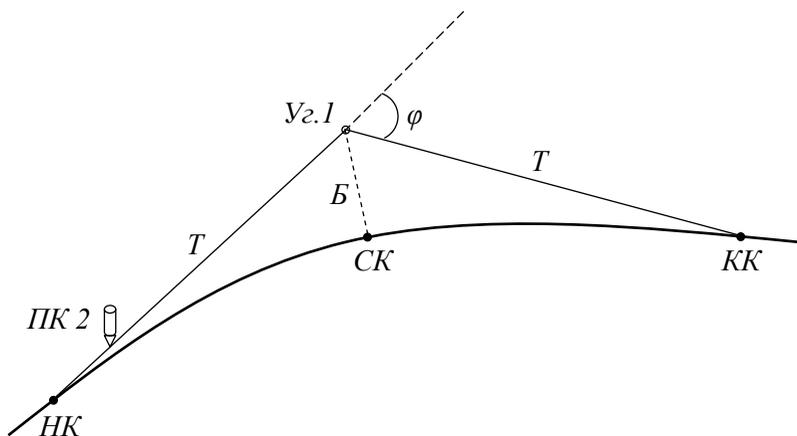


Рис. 38. Основные элементы кривой

Положение на местности главных точек кривой: начало (НК), конец (КК) и середину (СК) определяют следующим образом. От вершины угла $Уг.1$ откладывают в обратном направлении величину тангенса T и получают точку НК. Отмеряя эту же величину T от вершины угла $Уг.1$ в прямом направлении трассы, получают точку КК. Чтобы получить точку СК, строят биссектрису внутреннего угла закругления и по этому направлению откладывают отрезок, равный биссектрисе B .

Пример расчета пикетажа угла поворота

При выносе пикетов на кривую прежде всего определяют *пикетажное наименование начала кривой* (ПНК). Прибавив к ПНК половину длины кривой ($\frac{1}{2} K$), получают *пикетажное наименование середины кривой* (ПСК). Если к ПНК прибавить половину длины кривой ($\frac{1}{2} K$), то получают *пикетажное наименование конца кривой* (ПКК). Пикетажное наименование конца кривой можно определить, если к пикетажному наименованию начала кривой прибавить оба тангенса (T) и отнять домер (D).

Пусть расстояние от ПК2 до точки $Уг.1$ составило 28,38 м (рис. 38). Запись рассчитанных величин элементов кривой и расчет пикетажного положения главных точек кривой имеют следующий вид:

$Уг. 1$	$\varphi = 68^{\circ}03'$	ПНК	Уг. 1	ПК 2 +28,38
	$R = 50 м$		- T	33,75
	$T = 33,75 м$			- 5,37 м
	$K = 59,38 м$	ПСК	ПНК	ПК1 + 94,63
	$B = 10,32 м$		+ $\frac{1}{2} K$	29,69
	$D = 8,12 м$			+124,32 м
		ПКК	ПСК	ПК 2 +24,32
			+ $\frac{1}{2} K$	29,69
				+ 54,01 м
		Контроль		
		ПКК	Уг. 1	ПК 2 +28,38
			+ T	33,75
				+62,13 м
			ПКК	ПК2 + 62,13
			- D	8,12
				+ 54,01 м

Пикетажное положение начала кривой на местности получим, если отложим 5,37 м от *ПК2* в направлении к *ПК1*. При этом расстояние от *ПК1* до точки *НК* составит $100 - 5,37 = 94,63$ м. Пикетажное положение середины кривой составит $94,63 + 29,69 = 124,32$ м от *ПК1* или, учитывая, что расстояние между пикетами равняется 100 м, 24,32 м от *ПК2*. Пикетажное положение конца кривой будет $24,32 + 29,69 = 54,01$ м.

Для контроля вычислим пикетажное положение конца кривой: $28,38 + 33,75 - 8,12 = 54,01$ м. Таким, образом, расчеты выполнены правильно.

Задание 1. Вычислить значения основных элементов кривой (тангенс, длина кривой, биссектриса и домер), если радиус кривой $R = 900$ м, а угол поворота $\varphi = 28^\circ \dots'$. * Записать расчет пикетажа угла поворота трассы по аналогии с примером, представленным выше, если расстояние от *ПК2* до точки *Уг.1* составило 41,74 м (рис. 38).

*Примечание: недостающие две цифры взять по последним двум цифрам номера зачетной книжки.

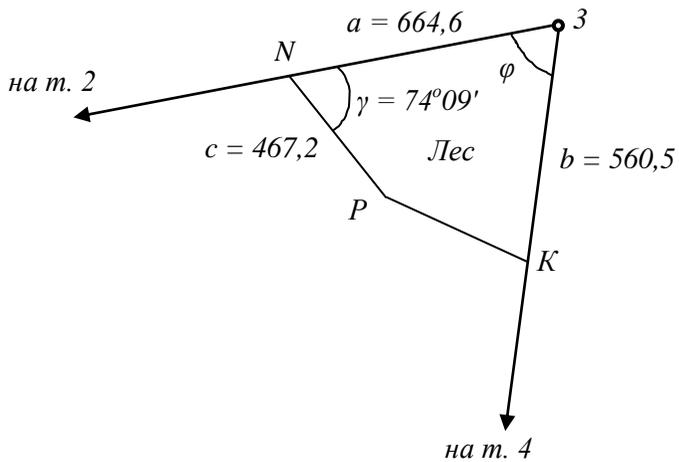
Контрольные вопросы

1. Назовите основные элементы кривой.
2. Как определяют положение на местности главных точек кривой?
3. Последовательность расчета пикетажа угла поворота трассы.

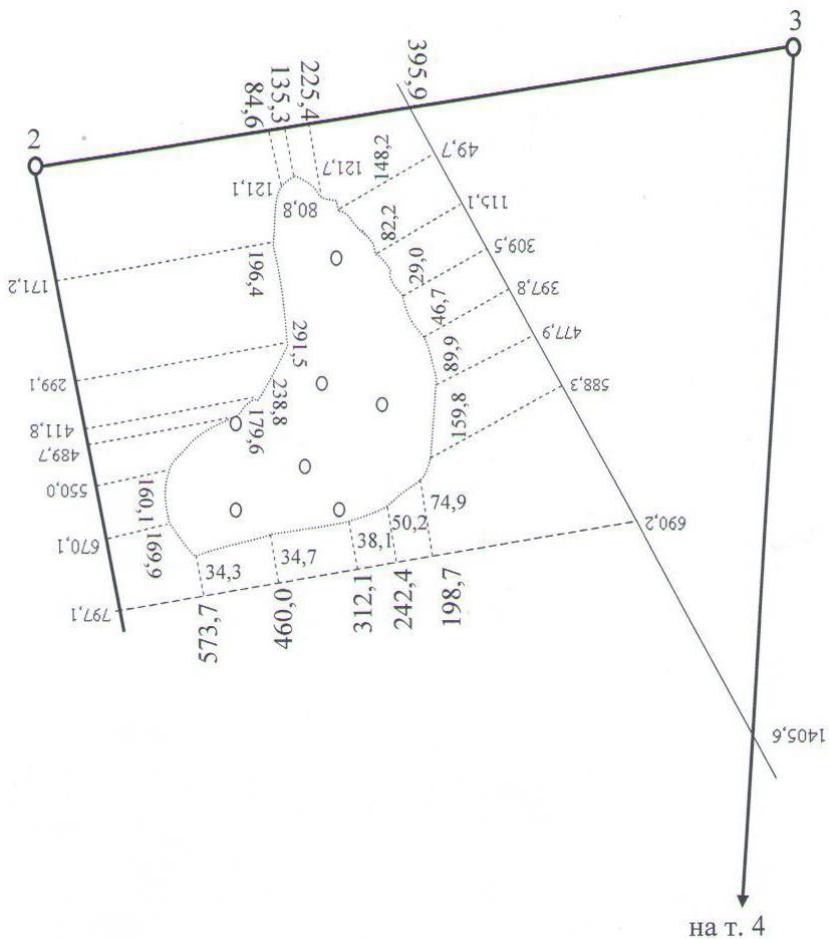
Приложения

Приложение 1

Абрис теодолитной съемки участка леса

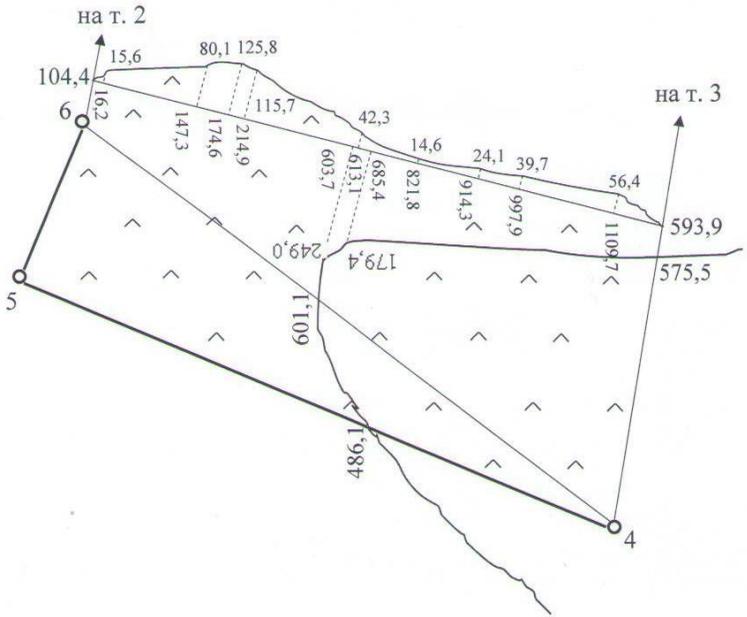


Абрис теодолитной съемки вкрапленного контура леса



Приложение 3

Абрис теодолитной съемки участка пастбища



Рекомендуемая литература

1. Юнусов, А.Г. Геодезические работы при землеустройстве [Текст] / А.Г. Юнусов, Э.М. Ктиторов, А.А. Сафиев / Методические указания для выполнения расчетно-графических работ – М. : ГУЗ, 2006.
2. Инструкция по межеванию земель [Текст] – М. : Роскомзем, 2003.
3. Маслов, А.В. Геодезические работы при землеустройстве [Текст] / А.В. Маслов, А.Г. Юнусов, Г.И. Горохов / Учебник. – М. : Недра, 1990.
4. Маслов, А.В. Геодезия [Текст] / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков / Учебник. – М. : КолосС, 2006.
5. Неумывакин, Ю.К. Земельно-кадастровые геодезические работы [Текст] / Ю.К. Неумывакин, М.И. Перский / Учебник. – М. : КолосС, 2006.
6. Неумывакин, Ю.К. Практическое руководство по геодезии для архитектурной службы района [Текст] – М. : Недра, 1979.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Занятие 1. Перевычисление координат точек из одной системы в другую.....	4
Занятие 2. Определение координат стенных знаков полярным способом.....	7
Занятие 3. Определение координат стенного знака способом линейной засечки.....	10
Занятие 4. Привязка теодолитного хода к стенным знакам способом обратной боковой линейно-угловой засечки.....	13
Занятие 5. Привязка теодолитного хода к парным стенным знакам способом обратной линейно-угловой засечки.....	17
Занятие 6. Привязка теодолитного хода к одинарному стенному знаку.....	20
Занятие 7. Восстановление утраченных межевых знаков.....	21
Занятие 8. Вычисление площадей земельных участков.....	25
Занятие 9. Определение коэффициента деформации планово-картографических материалов.....	29
Занятие 10-11. Составление и оформление топографической основы проектного плана.....	32
Занятие 12-15. Техническое проектирование земельных участков.....	36
Занятие 16. Ввод исходных данных для проектирования в ЭВМ.....	47
Занятие 17. Формирование отчетных документов с использованием ЭВМ.....	51
Занятие 18-19. Проектирование вертикальной планировки поверхности.....	55
Занятие 20-21. Подготовка разбивочных данных для переноса проекта сооружения в натуру.....	61
Занятие 22. Определение высоты сооружения при помощи теодолита.....	65
Занятие 23-24. Проектирование линейного сооружения на профиле.....	67
Занятие 25. Расчет элементов и построение круговых кривых.....	70
Приложения.....	74
Рекомендуемая литература.....	77

Учебное издание

ПРИКЛАДНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

Методические указания по выполнению
лабораторных работ

Бочкарев Евгений Александрович

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 2018г. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. , печ. л. .

Тираж 50. Заказ №.

Редакционно-издательский отдел Самарской ГСХА
446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2.

Тел.: (84663) 46-2-44, 46-6-70.

Факс 46-6-70.

E-mail: ssaariz@mail.ru