

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине
«Цифровые методы обработки геодезических измерений»
для студентов направления подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры

Ставрополь
2026

СОДЕРЖАНИЕ

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
Лабораторная работа 1.	4
Лабораторная работа 2.	16
Лабораторная работа 3.	18
Лабораторная работа 4.	21
Лабораторная работа 5.	26
Лабораторная работа 6.	30
Лабораторная работа 7.	33
Лабораторная работа 8.	41
Лабораторная работа 9.	46

ВВЕДЕНИЕ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины «Цифровые методы обработки геодезических измерений» является теоретическое освоение основных разделов дисциплины и обоснованное понимание возможности и роли курса при решении народнохозяйственных задач. Освоение дисциплины направлено на формирование у студентов профессиональных компетенций, направленных на овладение современными геодезическими приборами и методами автоматизированной камеральной обработки геодезических измерений на основе использования передового программного обеспечения.

Задачи освоения дисциплины:

Теоретические задачи:

- обобщение представлений о методологии камеральной обработки геодезических измерений;
- уточнение и проведение сравнительного анализа функциональных характеристик программного обеспечения и геодезических приборов ведущих производителей.
- отработка полного цикла цифровой обработки геодезических измерений

Практические задачи:

- формирование навыков получения конечного результата обработки геодезических измерений в виде законченного варианта землеустроительной или кадастровой документации;
- формирование навыков работы в ключевых программных продуктах по обработке геодезических измерений.

Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к блоку 1 «Дисциплины (модули)» (Часть, формируемая участниками образовательных отношений). Реализуется в 5 семестре.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторная работа 1. Основные цели и задачи дисциплины «Цифровые методы обработки геодезических измерений». Современное состояние отрасли. Обзор литературы

Пространственная информация является одним из основных видов информации о пространственном базисе строительной деятельности – территории. Современный уровень развития геодезических приборов и компьютерных технологий позволяет удобно и эффективно организовать работу с пространственной информацией. Задачей настоящего времени является подготовка специалистов, представляющих территорию и объекты строительной деятельности (конкретные возводимые объекты, местность, городское пространство) как пространственный базис протекания множества сложных технологических процессов, владение информацией о которых является необходимым условием принятия корректных решений. В ходе выполнения работы студенты знакомятся общетеоретическими основами автоматизации и цифровой обработки геодезических измерений, новыми технологиями в области геодезии и картографии, а также основами геоинформационных систем.

Цель: научиться обрабатывать материалы теодолитной съемки

Таблица 1 – Данные базисных линий (1-2; 4-5)

№ пункта	Координаты, м		Дирекционный угол
	X	Y	
1	7900,00	5600,00	48°44'
2	8322,32	6081,28	
4	9265,62	7060,61	139°52'
5	8667,44	7564,92	

Выполнение работы делится на следующие этапы:
подготовительный (необходимо изучить рекомендуемую литературу);
основной – составление плана по результатам теодолитной съёмки;
заключительный – оформление пояснительной записки, расчётно-графического раздела, подготовка к защите.

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПОЛЕВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМЫ ХОДОВ

Схему теодолитных ходов составляют на первой странице журнала измерений углов, на ней указывают пункты, с которых производятся измерения углов, так же отмечают измеренные углы и базисные линии.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УГЛОВ И ДЛИН ЛИНИЙ МЕЖДУ ТОЧКАМИ ХОДА

По полученным, из журнала измерений углов (приложение Б), данным проверяем расхождения значений каждого угла в полуприёмах, которое не должно превышать 1', и рассчитываем среднее его значение.

$$\beta_z = \frac{\beta_{\text{п}} + \beta_{\text{л}}}{2} \quad (1)$$

где $\beta_{\text{п}}$, $\beta_{\text{л}}$ – углы, измеренные при круге вправо и влево соответственно

$$\beta_3 = \frac{101^{\circ}17' + 101^{\circ}18'}{2} = 101^{\circ}17'30''$$

Производим расчёт, средних длин, линий между пунктами хода:

$$D_{\text{ср}} = \frac{D_{\text{пр}} + D_{\text{обр}}}{2}, (2)$$

где $D_{\text{пр}}, D_{\text{обр}}$ - расстояния измеренные лентой прямо и обратно :

$$D_{\text{ср}(2-3)} = \frac{806,50 + 806,70}{2} = 806,60$$

$$D_{\text{ср}(3-4)} = \frac{948,60 + 948,30}{2} = 948,45$$

Проверяем расхождения результатов двойного измерения линии, которые не должны быть больше 1/2000 от средней длины линий.

$$\frac{\Delta D}{D_{\text{ср}}} < \frac{1}{2000}, (3)$$

где $\Delta D = |D_{\text{пр}} - D_{\text{обр}}|$.

$$\Delta D_{(2-3)} = |806,50 - 806,70| = 0,20$$

$$\Delta D_{(3-4)} = |948,60 - 948,30| = 0,30$$

$$\frac{0,20}{806,60} = \frac{1}{4033} < \frac{1}{2000}$$

$$\frac{0,30}{948,45} = \frac{1}{3162} < \frac{1}{2000}$$

ВЫЧИСЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПРОЛОЖЕНИЯ ЛИНИИ 8-1

Определяем горизонтальные проложения для линий хода, уклон которых составляет более 2‰. В данном проекте только одна линия 2-го хода 1-8 расположена под углом >2‰.

$$\nu_{8-1} = 4^{\circ}$$

$$S_{(1-8)} = D_{\text{ср}} - 2D_{\text{ср}} \cdot \sin^2 \frac{\nu}{2}, (4)$$

$$S_{(1-8)} = D_{\text{ср}} \cdot \cos \nu, (5)$$

где ν - уклон местности

$$S_{(1-8)} = 1030,07 - 2 \cdot 1030,07 \cdot 0,00122 = 1027,56,$$

$$S_{(1-8)} = 1030,07 \cdot 0,99756 = 1027,56,$$

ВЫЧИСЛЕНИЕ РАССТОЯНИЯ ДЛЯ ЛИНИИ 5-6

Расстояние, недоступное для измерения лентой, определяем косвенным методом, путем решения треугольника в котором известен базис и все углы. В решении поставленной задачи используем теорему синуса:

$$\frac{d_{(6-K)}}{\sin \angle 5} = \frac{d_{(K-5)}}{\sin \angle 6} = \frac{d_{(5-6)}}{\sin \angle K}, \quad (6)$$

Из (6) получаем
$$\frac{d_{(6-K)}}{\sin \angle 5} = \frac{d_{(K-5)}}{\sin \angle 6},$$

$$\frac{d_{(6-K)}}{\sin \angle 5} = \frac{d_{(5-6)}}{\sin \angle K},$$
$$\frac{d_{(K-5)}}{\sin \angle 6} = \frac{d_{(5-6)}}{\sin \angle K},$$

$$d_{(5-6)} = \frac{d_{(6-K)} \cdot \sin \angle K}{\sin \angle 5}, \quad (7)$$

$$d_{(5-6)} = \frac{d_{(K-5)} \cdot \sin \angle K}{\sin \angle 6}, \quad (8)$$

$$d_{(K-5)} = \frac{d_{(6-K)} \cdot \sin \angle 6}{\sin \angle 5}.$$

где

$$d_{(5-6)} = \frac{566,20 \cdot 0,97566}{0,55000} = 1004,41$$

$$d_{(5-6)} = \frac{963,00 \cdot 0,97566}{0,93544} = 1004,41$$

$$d_{(5-6)} = \frac{566,20 \cdot 0,93544}{0,55000} = 963,01$$

Из расчётов (7,8) получаем расстояние, недоступное для измерения лентой, $d_{(5-6)} = 1004,41$ м.

РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ПО ЛИНИЯМ 1-2 И 4-5

Решая обратную геодезическую задачу найдём длину линии (горизонтальное проложение) и значение дирекционного угла.

$$\Delta X(1-2) = X_2 - X_1 \quad \Delta X(4-5) = X_5 - X_4$$

$$\Delta Y(1-2) = Y_2 - Y_1 \quad \Delta Y(4-5) = Y_5 - Y_4$$

ΔX , ΔY -приращения координат, указывающие на направление линии. Знак укажет на принадлежность направления.

$$\begin{aligned}\Delta X(1-2) &= 8322,32 - 7900 = 422,32 & \Delta X(4-5) &= 8667,44 - 9265,62 = -596,18 \\ \Delta Y(1-2) &= 6081,28 - 5600 = 481,28 & \Delta Y(4-5) &= 7564,92 - 7060,61 = 504,31\end{aligned}$$

Найдём значение тангенса румба:

$$\begin{aligned}\operatorname{tg}(r) &= |\Delta X / \Delta Y| \\ \operatorname{tg}(r)_{1-2} &= |422,32 / 481,28| = 0,877493351; \\ \operatorname{tg}(r)_{4-5} &= |504,31 / -596,18| = 0,845902244\end{aligned}$$

От известного тангенса перейдём к румбу:

$$r = \arctg(|\Delta X / \Delta Y|) \quad r_{(1-2)} = 48^\circ 44'; \quad r_{(4-5)} = 40^\circ 08';$$

По формулам связи, в зависимости от названия румба переходим к значению дирекционного угла:

$$\begin{aligned}r_1 &= \beta_1 \\ r_2 &= 180^\circ - \beta_2 \\ r_3 &= \beta_3 - 180^\circ \\ r_4 &= 360^\circ - \beta_4 \\ \beta_{1-2} = r_{(1-2)} &= 48^\circ 44' & \beta_{4-5} = 180 - 40^\circ 08' &= 139^\circ 52';\end{aligned}$$

По известным приращениям и румбам найдём горизонтальные проложения:

$$d_1 = |\Delta X| / \cos(r); \quad d_2 = |\Delta Y| / \sin(r); \quad d_3 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

Все результаты расчётов заносим в ведомость вычисления координат.

Вывод: в первой главе мы составили схему ходов, вычислили значения горизонтальных углов и длин линий между точками хода, вычислили горизонтальное проложение с углом наклона и непреступное расстояние, выполнили обратную геодезическую задачу для линий 1-2 и 4-5.

ОБРАБОТКА ВЕДОМОСТЕЙ ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОСНОВНОГО ХОДА

Вычислительная обработка теодолитных ходов выполняется с целью получения координат точек этих ходов, по координатам, дирекционным углам и горизонтальным проложениям базисных линий. В данной работе обрабатывали три хода из них: 2 хода (пп1 - пп2-3-пп4-пп5; пп4-пп5-6-7-8-пп1-пп2) 1-го порядка и один ход (8-пп1-а-б-6-7) 2-го порядка (диагональный ход). Чем больше ходов и полигонов образуется совместно, тем сложнее вычисления.

В первую очередь составляется схема ходов, в неё заносят измеренные значения углов и длин линий, особо отмечают пункты геодезических сетей с известными координатами, к которым привязаны теодолитные ходы, линии привязки, исходные дирекционные углы, координаты пунктов, примычные углы.

Определяем теоретическую сумму углов для каждого хода по формуле:

$$\sum_1^n \beta_T = \alpha_{\text{нач}} + 180^\circ \cdot n - \alpha_{\text{кон}}, \quad (12)$$

где $\alpha_{\text{нач}}$, $\alpha_{\text{кон}}$ – начальный и конечный дирекционные углы,
 n – число углов в ходе, включая примыкающие.

Ход 1

$$\sum_1^3 \beta_T = 230^\circ 36' + 180^\circ \cdot 3 - 321^\circ 44' = 448^\circ 52'.$$

Ход 2

$$\sum_1^5 \beta_T = 321^\circ 44' + 180^\circ \cdot 3 - 230^\circ 36' = 631^\circ 08'.$$

Суммируя значения всех углов определяем практическую сумму в каждом ходе:

Ход 1

$$\sum_1^3 \beta_{\text{п}} = 448^\circ 51,0'.$$

Ход 2

$$\sum_1^5 \beta_{\text{п}} = 631^\circ 06,5'$$

В каждом разомкнутом ходе вычисляем невязку по формуле:

$$f = \sum_1^n \beta_{\text{п}} - \sum_1^n \beta_T, \quad (13)$$

ход 1

$$f_{\text{в}} = -0\text{с}01\text{г}$$

ход 2

$$f_{\text{в}} = -0\text{с}01,5\text{г}$$

Вычисленную невязку в сравниваем с допустимой, рассчитанной в ходе:

$f_{\text{вдоп}} = 1\text{г} \cdot \sqrt{n}$, где n – число углов в ходе, включая примычные.

$$\text{ход 1 } f_{\text{вдоп}} = 1\text{г} \cdot \sqrt{3} = 0\text{с}01,7\text{г}$$

ход 2

$$f_{\text{вдоп}} = 1\text{г} \cdot \sqrt{5} = 0\text{с}02,2\text{г}$$

Все невязки считаем допустимыми т.к. они удовлетворяют условию $f_v < f_{v\text{доп}}$. Далее распределяем их по углам с обратным знаком поровну с округлением до 0,5'. При этом в первую очередь исправляем углы образованные более короткими сторонами. Для контроля вычислений рассчитываем сумму исправленных углов в каждом ходе и сравниваем её с теоретической суммой углов, полученной ранее. Таким образом, после увязки углов $f_v = 0$. Исправленные углы заносим в ВВК.

По дирекционному углу начальной базисной линии в каждом ходе и по увязанным углам вычисляем дирекционные углы всех сторон каждого хода (с контролем по дирекционному углу конечной стороны каждого хода) по формуле:

$$\alpha_{\text{посл}} = \alpha_{\text{пред}} + 180^\circ - \beta_{\text{прав}}, \quad (15)$$

вычисленные дирекционные углы заносим в ВВК.

Определяем приращения координат по формулам:

$$\Delta X = d \cdot \cos(r), \quad (16)$$

$$\Delta Y = d \cdot \sin(r). \quad (17)$$

Вычисляем невязки в приращениях разомкнутых ходов по осям X и Y по формулам:

$$f_{\Delta X} = \sum_n^{n-1} \Delta X_n - (X_k - X_n), \quad (18)$$

$$f_{\Delta Y} = \sum_n^{n-1} \Delta Y_n - (Y_k - Y_n), \quad (19)$$

где $\sum \Delta X_n, \sum \Delta Y_n$ – практические суммы приращений по осям координат;

Y_n, X_n, Y_k, X_k – координаты начальных и конечных исходных пунктов теодолитных ходов.

Вычислив невязки в приращениях разомкнутых ходов по осям X и Y, записываем в таблицу 2 полученные данные.

В периметре каждого хода определяем абсолютные линейные невязки по формуле:

$$f_s = \sqrt{f_{\Delta X}^2 + f_{\Delta Y}^2}, \quad (20)$$

Результаты заносим в таблицу 2:

Таблица 2 – Невязки в приращениях разомкнутых ходов, абсолютные линейные невязки в периметре

№ ход	$f_{\Delta X}$	$f_{\Delta Y}$	f_s
1	-0,04	0,35	0,35
2	-0,58	0,89	1,06

Относительные невязки считаем допустимыми т.к. $\frac{f_s}{\sum s} < 1/2000$ для ходов 1-го порядка и $\frac{f_s}{\sum s} < 1/1500$ для хода 2-го порядка.

Увязываем приращения координат, путём введения поправок. Из формул (21) и (22) определим их значения.

$$\delta_{xi} = \frac{f_{\Delta X}}{\sum S} \cdot S_i, \quad (21)$$

$$\delta_{yi} = \frac{f_{\Delta Y}}{\sum S} \cdot S_i, \quad (22)$$

где S_i - длина линии хода.

Рассчитав поправки для каждого горизонтального проложения, составляем для них сводную таблицу:

Таблица 3 – Значения поправок

Линия	δ_{xi}	δ_{yi}
Ход 1		
2-3	+0,02	-0,26
3-4	+0,02	-0,32
Ход 2		
5-6	+0,14	+0,21
6-7	+0,14	+0,22
7-8	+0,15	+0,23
8-1	+0,15	+0,23

Суммы исправленных приращений координат в разомкнутых ходах по каждой оси удовлетворяют условию: $\sum \Delta X_{испр} = X_k - X_n$; $\sum \Delta Y_{испр} = Y_k - Y_n$. Исправленные приращения заносим в ВВК. По координатам начальных точек ходов и увязанным приращениям, вычисляем координаты всех точек ходов по формулам:

$$X_{послед} = X_{пред} + \Delta X_{испр} \quad (23)$$

$$Y_{послед} = Y_{пред} + \Delta Y_{испр} \quad (24)$$

В результате последовательного вычисления координат вершин разомкнутых ходов, были получены известные координаты их конечных точек. Координаты всех пунктов записываем в ВВК на чём и завершается обработка ведомостей вычисления координат разомкнутых ходов.

ОБРАБОТКА ДИАГОНАЛЬНОГО ХОДА НА ПРИМЕРЕ ОСНОВНОГО

Вычислительная обработка диагонального хода проводится аналогично по примеру основного.

Определяем теоретическую сумму углов для каждого хода:

$$\sum_1^4 \beta_T = 162^\circ 46' + 180^\circ \cdot 2 - 28^\circ 44' = 494^\circ 02'.$$

Суммируя значения всех углов определяем практическую сумму в каждом ходе:

$$\sum_1^4 \beta_n = 494^{\circ}01,5'.$$

В каждом разомкнутом ходе вычисляем невязку:

$$f_b = -0,005 \text{ г}$$

Вычисленную невязку сравниваем с допустимой, рассчитанной в ходе:

$$f_{\text{доп}} = 1 \text{ г} \cdot \sqrt{4} = 0,02 \text{ г}$$

$f_b < f_{\text{доп}}$ данное условие выполнено, невязку считаем допустимой.

По дирекционному углу начальной базисной линии в каждом ходе и по увязанным углам вычисляем дирекционные углы всех сторон каждого хода (с контролем по дирекционному углу конечной стороны каждого хода) по формуле:

$$\alpha_{\text{посл}} = \alpha_{\text{пред}} + 180^{\circ} - \beta_{\text{прав}},$$

вычисленные дирекционные углы заносим в ВВК.

Определяем приращения координат по формулам:

$$\Delta X = d \cdot \cos(\alpha)$$

$$\Delta Y = d \cdot \sin(\alpha)$$

Вычисляем невязки в приращениях разомкнутых ходов по осям X и Y по формулам:

$$f_{\Delta X} = \sum_{n=1}^{n-1} \Delta X_n - (X_k - X_n), \quad (18)$$

$$f_{\Delta Y} = \sum_{n=1}^{n-1} \Delta Y_n - (Y_k - Y_n), \quad (19)$$

где $\sum \Delta X_n$, $\sum \Delta Y_n$ – практические суммы приращений по осям координат;

Вычислив невязки в приращениях разомкнутых ходов по осям X и Y, записываем в таблицу 4 полученные данные.

В периметре каждого хода определяем абсолютные линейные невязки по формуле:

$$f_s = \sqrt{f_{\Delta X}^2 + f_{\Delta Y}^2}, \quad (20)$$

Результаты заносим в таблицу 3:

Таблица 4 – Невязки в приращениях диагонального хода, абсолютные линейные невязки в периметре

№ ход	$f_{\Delta X}$	$f_{\Delta Y}$	f_s
Диагональный ход	0,66	0,64	0,92

Относительные невязки считаем допустимыми т.к. $\frac{f_s}{\sum s} < 1/1500$ для хода 2-го порядка.

Увязываем приращения координат, путём введения поправок. Из формул (21) и (22) определим их значения.

$$\delta_{xi} = \frac{f_{\Delta X}}{\sum S} \cdot S_i, \quad (21)$$

$$\delta_{yi} = \frac{f_{\Delta Y}}{\sum S} \cdot S_i, \quad (22)$$

где S_i - длина линии хода.

Рассчитав поправки для каждого горизонтального проложения, составляем для них сводную таблицу:

Таблица 5 – Значения поправок

Диагональный ход		
Линия	δ_{xi}	δ_{yi}
1-а	-0,17	-0,17
а-б	-0,25	-0,24
б-6	-0,24	-0,23

Суммы исправленных приращений координат в разомкнутых ходах по каждой оси удовлетворяют условию: $\sum \Delta X_{испр} = X_k - X_n$; $\sum \Delta Y_{испр} = Y_k - Y_n$. Исправленные приращения заносим в ВВК. По координатам начальных точек ходов и увязанным приращениям, вычисляем координаты всех точек ходов по формулам:

$$X_{послед} = X_{пред} + \Delta X_{испр} \quad (23)$$

$$Y_{послед} = Y_{пред} + \Delta Y_{испр} \quad (24)$$

В результате последовательного вычисления координат вершин разомкнутых ходов, были получены известные координаты их конечных точек. Координаты всех пунктов записываем в ВВК на чём и завершается обработка ведомостей вычисления координат разомкнутых ходов.

РАСЧЁТ КООРДИНАТНОЙ СЕТКИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПЛАНА

Данный расчёт состоит из следующих этапов:

Определение размеров плана полигона

Расположение полигона на формате

Расчёт расстояния от края плана полигона до линий сетки кратных 1000м

Размер плана полигона рассчитывается по формуле:

$$X_{плана} = \frac{X_{max} - X_{min}}{100}, \quad (25)$$

$$Y_{плана} = \frac{Y_{max} - Y_{min}}{100}, \quad (26)$$

где X_{max} , Y_{max} , X_{min} , Y_{min} – максимальные и минимальные координаты вершин полигона

$$X_{плана} = \frac{9265,62 - 6929,85}{100} = 23,36$$

$$Y_{\text{плана}} = \frac{7564,92 - 5600}{100} = 19,65 ,$$

Полигон располагают так, чтобы $\Delta Y_{\text{пр}} = \Delta Y_{\text{лев}}$, а $\Delta X_{\text{верх}} = \frac{1}{2} \Delta X_{\text{нижн}}$ (рисунок 2)

$$\Delta X_{\text{верх}} = \frac{X_{\text{листа}} - X_{\text{плана}}}{3} , (27)$$

$$\Delta X_{\text{нижн}} = 2 \frac{X_{\text{листа}} - X_{\text{плана}}}{3} , (28)$$

$$\Delta Y_{\text{пр}} = \Delta Y_{\text{лев}} = \frac{Y_{\text{листа}} - Y_{\text{плана}}}{2} , (29)$$

$$\Delta X_{\text{верх}} = \frac{41 - 23,36}{3} = 5,88 ,$$

$$\Delta X_{\text{нижн}} = 2 \frac{41 - 23,36}{3} = 11,76 ,$$

$$\Delta Y_{\text{пр}} = \Delta Y_{\text{лев}} = \frac{27,2 - 19,65}{2} = 3,775 ,$$

Расстояния l_x и l_y определяем по формуле:

$$l_x = \frac{X_{\text{сетки}} - X_{\text{min}}}{m} , (31)$$

$$l_y = \frac{Y_{\text{сетки}} - Y_{\text{min}}}{m} , (32)$$

$$l_y = \frac{7000 - 6929,85}{100} = 0,7 ,$$

$$l_y = \frac{6000 - 5600}{100} = 4 ,$$

НАНЕСЕНИЕ ТОЧЕК СЪЁМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ ПО КООРДИНАТАМ

По данным из ведомости вычисления координат (приложение Б) наносим на план точки съёмочного обоснования в масштабе 1:10000 методом перпендикуляров.

НАНЕСЕНИЕ СИТУАЦИИ НА ПЛАН

Ситуацию наносят на план после нанесения теодолитных ходов. В зависимости от способа съёмки контуров ситуации применяют соответствующие способы их нанесения на план. В данном проекте применялись три метода съёмки ситуации.

Метод перпендикуляров, заключающийся в измерении расстояния от начала линии до основания перпендикуляров от снимаемых точек на линию и длины перпендикуляров. Который главным образом, нашел своё применение при съёмке р. Оша и места расположения усадьбы.

Метод угловых засечек применили при съёмке отдельно стоящего дерева, а так же для определения характерного изгиба дороги. Для обоих объектов, измерения проводили с двух точек теодолитного хода, путём измерения горизонтальных углов, между направлениями на снимаемые точки, и линиями теодолитного хода.

Методом полярных координат произвели съёмку контуров кустарника и озера. Этот метод состоит в том, что с точки теодолитного хода, принимаемой за полюс, положение

каждой из характерных точек контуров ситуации, определяют парой полярных координат: направлением на точку и расстоянием до неё.

Таким образом, в данной главе рассмотрели не только обработку ведомости вычисления координат, результатом которой есть координаты каждого пункта, а так же различные методы съёмки ситуации и нанесение её точек на план.

Вывод: во второй главе мы выполнили обработку ведомости вычисления координат и составили план теодолитной съёмки.

В первую очередь мы обработали результаты основного и диагонального ходов, рассчитали координатную сетку для построения плана, нанесли точки съёмочного обоснования по координатам, затем нанесли ситуацию на план.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ АНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Площади вычисляют по результатам измерений линий и углов на местности, с применением формул геометрии, площади разбивают на простейшие фигуры. Площади больших участков вычисляют по результатам измерений линий и углов на местности или по их функциям - приращениям координат, и координатам вершин хода. Вычисление площадей аналитическим способом в данном проекте заключается в расчёте площади многоугольника, вершинами которого являются пункты полигона.

$$2P = \sum_{i=1}^8 X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1}), \quad (32)$$

$$2P = \sum_{i=1}^8 Y_i(X_{i-1} - X_{i+1}), \quad (33)$$

где X, Y – координаты вершин,

i – номер вершины.

Данные для вычисления координат сводим в таблицу

Результат переводим в гектары. $P=351,67$ Га

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ МЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ (ПЛАНИМЕТРОМ)

ВЫЧИСЛЕНИЕ ЦЕНЫ ДЕЛЕНИЯ ПЛАНИМЕТРА

Планиметр – механический прибор, который путём обвода плоской фигуры любой формы определяет её площадь, наиболее распространены полярные планиметры с одним или двумя счётными механизмами.

Установив планиметр в рабочее положение, берём отчёт n_1 , обводим контур с известной площадью (квадрат координатной сетки, $P=100$ Га т.к. стороны квадрата равны 1000м) записываем значение n_2 , повторив операцию, получим n_3 . Должно соблюдаться соотношение:

$$|(n_2 - n_1) - (n_3 - n_2)| < 4.$$

Выбираем среднее значение Δn из $(n_2 - n_1)$ и $(n_3 - n_2)$, определяем площадь, приходящуюся на единицу планиметра (цену деления планиметра):

$$C_1 = P_{ед.} = \frac{P_k}{\Delta n}, \quad (34)$$

где P_k - площадь квадрата координатной сетки.

$$C_1 = P_{\text{ед}} = \frac{100}{1117} = 0,089526$$

Из расчётов получаем, что для планиметра цена деления (С) составляет 0,089526 Га при длине рычага 137 мм. Для удобства вычисления принимаем цену деления планиметра за $C=0,1$; тогда $R_1/R_2=C_1/C_2$,

Откуда $R_2 = (C_1/C_2) R_1$,

$$R_2 = (0,1/0,089526)137 = 153,0.$$

Устанавливаем на планиметре вычисленную длину рычага, в дальнейшем это преобразование значительно упростит вычисления площадей контуров.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ УГОДИЙ ПЛАНИМЕТРОМ

Площади контуров сельскохозяйственных угодий определяют главным образом планиметром, а в частности двумя обводами при одном положении полюса.

$$P_{\text{контур}} = C(n_2 - n_1),$$

где n_2, n_1 - отсчёты планиметра,

C - цена деления планиметра.

Площади узких контуров, таких как дороги, вычисляют как площади прямоугольников, у которых длину определяют по плану, а ширину измеряют на местности. Для уменьшения невязки в сумме площадей контуров при сравнении её с общей площадью участка, площади узких и вкрапленных контуров включают в площади соседних угодий или же угодий, в которые они вкраплены.

$$f_{p_{\text{доп}}} = 0,7p\sqrt{n} + 0,05 \frac{M}{10000} \sqrt{P},$$

где p – относительная цена деления планиметра,

n – число контуров,

M – знаменатель численного масштаба плена,

P – площадь участка в гектарах.

$$f_{p_{\text{доп}}} = 0,7 \cdot 0,1 \cdot \sqrt{7} + 0,05 \frac{10000}{10000} \sqrt{351,67} = 1,1$$

Вычисленную невязку считаем допустимой т.к. она удовлетворяет условию

$f_{p_n} \leq f_{p_{\text{доп}}}$, ($0,47 \leq 1,1$). Далее вычисленную невязку приближённо проверим по равенству (36)

$$f_{p_n} \leq \frac{1}{300} P_{\text{т}}, \quad (36)$$

$$0,33 \leq \frac{1}{300} \cdot 351,67 = 1,17$$

и распределим пропорционально площадям угодий.

[illegible]

			- 63,3 2	599, 72	9,471 29	ЮВ: 8358' 22''	0,10 5001	0,994 472	603, 04	603, 05	603, 05	603,0 5
D	8259	6681										
			+23	603	26,21 7391	СВ:8 748'5 6''	0,03 8117	0,999 273	603, 4	603, 4	603, 4	603,4
F	8282	7284										
			+38 5,44	280, 92	0,728 829	СВ:3 605'0 8''	0,80 8138	0,588 993	476, 95	476, 95	476, 95	476,9 5
5	8667 ,44	7564, 92										

Решая обратные геодезические задачи, определяем румбы и длины сторон проектного хода.

$$r = \arctg \frac{\Delta y}{\Delta x}, \quad (37)$$

где $\Delta x = x_k - x_n$

$\Delta y = y_k - y_n$

$r_{2-D} = (6681 - 6081,28) / (8259 - 8322,32) = 8358'$

$r_{D-F} = (7284 - 6681) / (8282 - 8259) = 8748'$

$r_{F-5} = (7564,92 - 7284) / (8667,44 - 8282) = 3605'$

$$S = \frac{\Delta x}{\cos r}, \quad (38)$$

$$S = \frac{\Delta y}{\sin r}, \quad (39)$$

$$S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}. \quad (40)$$

Определив горизонтальные проложения для каждой линии хода по формулам (38), (39) и (40) записываем средние значения в ведомость вычисления координат. Применив формулы связи определяем дирекционные углы.

Рассчитаем горизонтальные углы проектного хода (1-2-D-F-5-6).

$$\beta_{\text{прав}} = \alpha_{\text{нач}} + 180^\circ - \alpha_{\text{кон}}, \quad (41)$$

$$\beta_{\text{лев}} = \alpha_{\text{кон}} + 180^\circ - \alpha_{\text{нач}}, \quad (42)$$

Проверка:

вправ=4844'+180 – 9602'=13242'

вправ=9602'+180 – 87 48'=188 14'

вправ=87 48'+180 – 36 05'=231 43'

вправ=36 05'+180 – 184 19'=31 46'

влев=9602'+180 – 4844'=22718'

влев=8748'+180– 9602'=17146'

влев=3605'+180– 8748'=12817'

влев=18419'+180 – 3605'=32814'

Проверка:

$$\beta_{\text{прав}} + \beta_{\text{лев}} = 360^\circ \quad (43)$$

$13242' + 22718' = 360$
 $188\ 14' + 17146' = 360$
 $231\ 43' + 12817' = 360$
 $31\ 46' + 32814' = 360$

СРАВНЕНИЕ УГЛОВЫХ И ЛИНЕЙНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

СРАВНЕНИЕ УГЛОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Таблица 6 – Результаты определения углов проектного хода

№ вершины	визмеренный	вычисленный	Δv	Допуск
2	13320'	13242'	038'	$ \Delta v_{\max} \leq 2$ $153' \leq 2$
D	18910'	18814'	056'	
F	22950'	23143'	-153'	
5	3240'	3146'	054'	

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЛИН ЛИНИЙ

Таблица 7 – Результаты определения длин линий проектного хода графическим и аналитическим способами

№ вершины	Длина линии		ΔS	Допуск
	$S_{\text{измеренный}}$	$S_{\text{вычисленный}}$		
2				$ \Delta S_{\max} \leq 3\text{m}$ $2,95 \leq 3\text{m}$
	606	603,05	2,95	
D				
	602	603,4	-1,4	
F				
	474	476,95	-2,95	
5				

Лабораторная работа 3. Геодезическое использование спутниковых навигационных систем

Виды современных спутниковых систем. Обработка данных спутниковых измерений

В последние годы рост количества исследовательских проектов и уникальных инженерных сооружений потребовал от геодезии резкого повышения точности линейных и угловых измерений буквально до сотых долей миллиметра.

Геодезические приборы, используемые для проведения вышеупомянутых видов измерений, условно делят на несколько групп. Чаще всего используют классификацию по назначению и точности. Рассмотрим основные виды инструментов, используемых в геодезии.

Приборы, предназначенные для измерения длин линий

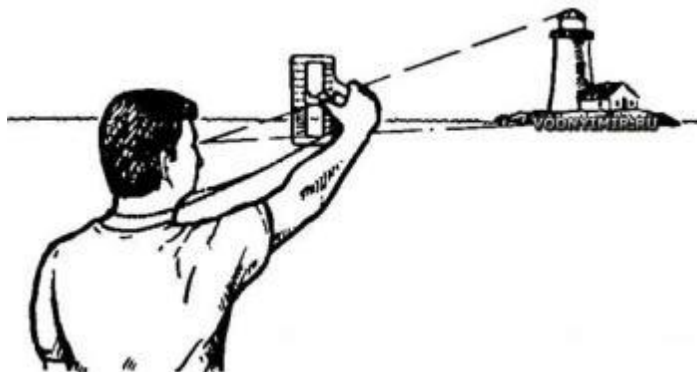


Рис. 1. Выполнение измерения расстояния линейкой

В зависимости от целей, с которыми проводится линейное измерение, и учитывая точность, которой необходимо добиться, применяют различные приборы.

Простое (не высокоточное) измерение короткой линии выполняется с помощью лент, рулеток, длинномеров и дальномеров геометрического типа. Базисные и высокоточные измерения, как и измерения значительных расстояний требуют наличия лазерных, радио- и светодальномеров, подвесных мерных приборов (однако, так называемые инварные проволоки в современном мире используют уже нечасто). Современные дальномеры широко распространены в морской и космической геодезии.

Приборы, предназначенные для измерения высот и превышений

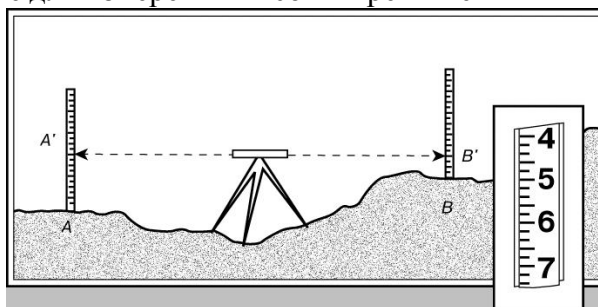


Рис. 2. Нивелир и рейки

Для выполнения измерений данной группы используют профилографы и нивелиры различных типов (микробаронивелиры, гидронивелиры). В зависимости от точности различают нивелиры с самоустанавливающейся линией визирования, с наклонным лучом визирования и с уровнем.

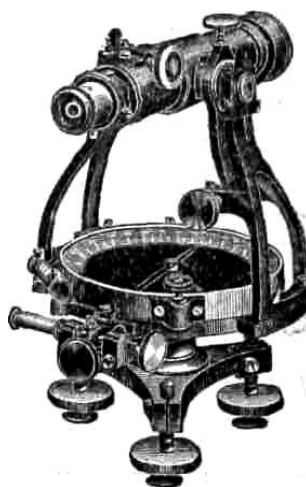


Рис. 3. Теодолит с лимбом и альидадой

Приборы, предназначенные для измерения углов

Все приборы для угловых измерений делятся на несколько классов. Выделяют простейшие приспособления – экеры, буссоли, эклиметры и транспортиры.

Основными инструментами для измерения углов являются теодолиты различной точности и назначения. Существуют прецизионные теодолиты – высокоточные приборы, с помощью которых выполняют астрономо-геодезические измерения углов. Также их используют в полигонометрии и триангуляции высших классов.

При инженерных съёмках и в случаях сгущения опорных сетей используют точные теодолиты. Техническими выполняются приближённые и не высокоточные измерения углов.

В зависимости от точности, уровня производства и назначения различным может быть принципиальное построение теодолитов. Они могут быть кодовыми, механическими, оптическими и пр.

В отдельную группу стоит выделить теодолиты, предназначенные для измерения самых незначительных углов и угловых отклонений от известного направления в пределах определённого углового поля. Наравне с небольшим диапазоном измерений (до нескольких градусов) данные инструменты характеризуются высокой точностью (абсолютная погрешность редко превышает одну десятую долю секунды).

В самостоятельную группу выделяют **приборы, предназначенные для створных измерений и контроля правильности установки и стабильности положения оборудования**. Они представляют собой целые комплексы, состоящие из наблюдательных столбов, опорных пунктов и деформационных марок.

Комбинированные и специальные приборы

Существуют измерительные инструменты, позволяющие получить измерения сразу нескольких типов (например, угол и расстояние одновременно). Их называют комбинированными.

К специальным приборам относятся оптические системы, предназначенные для определения траекторий в космической геодезии, для совершения полигонных измерений. Промежуточное положение между комбинированными и специальными занимают инерциальные системы и топопривязки.

Выше приведена самая распространённая, однако, не единственная классификация геодезических инструментов.

Приборы разделяются также по точности измерений (стоит отметить тот факт, что установившаяся классификация есть далеко не по всем группам приборов). Конкретные указания приведены лишь в стандартах на дальномеры, теодолиты и нивелиры.

Последние – теодолиты и нивелиры – подразделяют на высокоточные (СКО – средняя квадратичная ошибка при измерении угла не превышает 1 секунды, а превышение составляет не более 0,5 мм на 1 км хода), точные (менее 10 секунд и не более 4 мм на 1 км соответственно) и технические (более 10 секунд 5 мм на 1 км хода).

Различают геодезические приборы различной степени автоматизации (начиная с ручных, заканчивая полностью автоматизированными).

Устройство прибора зависит от нескольких факторов: от его назначения, от точности измерения, которую необходимо достичь, от методики измерений, которую следует использовать для достижения определённой точности, от вида регистрации результатов и степени автоматизации инструмента.

Несомненно, стоит выделить метрологические характеристики, которыми обладают геодезические инструменты.

1. Верхний и нижний диапазон измерения – то есть диапазон измерений.
2. Цена деления шкалы – величина, равная значению разности значений, соответствующих двум отметкам шкалы, находящихся рядом.
3. Характеристики ошибок геодезических СИТ:
 1. Суммарная ошибка прибора;
 2. Систематическая составляющая ошибки;
 3. Случайная составляющая погрешности СИТ.

Вариация показаний прибора – средняя разность между действительным и измеренным значением величины в конкретной точке прибора при подходе к ней справа и слева. Динамические характеристики СИТ (время установления показаний и максимальная угловая скорость подвижной части прибора).

Лабораторная работа 4. ПО для камеральной обработки геодезических измерений

Классификация видов геодезического ПО. САПР, ГИС, кадастровые программы, вспомогательные утилиты

Цель, состав и порядок выполнения работы

Цель работы: ознакомиться с устройством точного теодолита НЗ и технического нивелира Н-10КЛ, с устройством реек РН, с методикой нивелирования и обработкой журнала технического нивелирования.

Работа выполняется индивидуально каждым студентом. Студент получает методическое пособие и нивелир НЗ или Н10КЛ. Преподаватель задаёт станцию установки нивелира и две точки, между которыми необходимо определить превышение.

В состав работы входит:

- 1) ознакомление с устройством нивелиров НЗ и Н10КЛ и рейками РНЗ;
- 2) установка нивелира в рабочее положение;
- 3) выполнение технического нивелирования (наблюдения, заполнение журнала нивелирования и его обработка).

Геометрическое нивелирование. Типы и устройство нивелиров

Нивелированием называется совокупность геодезических измерений для определения превышений между точками, а также их высот.

В зависимости от применяемых приборов и измеряемых величин нивелирование делится на несколько видов.

Определение превышения одной точки над другой посредством горизонтального визирного луча называется **геометрическим нивелированием**. Осуществляют его обычно с помощью нивелиров. Они имеют зрительную трубу, цилиндрический уровень или компенсатор, круглый уровень, подставку с подъёмными винтами (см. рис. 24).

Согласно действующему ГОСТу нивелиры изготавливают трёх типов: высокоточные Н-05, точные НЗ (НЗК, НЗКЛ) и технические Н10 (Н10К и Н10КЛ). В названии Н – нивелир; 05, 3 и 10 – средняя квадратическая ошибка превышения на 1 км двойного нивелирного хода; К – компенсатор; Л – лимб.

В зависимости от того, каким способом визирный луч устанавливается в горизонтальное положение, нивелиры изготавливают в двух исполнениях:

- с цилиндрическим уровнем при зрительной трубе, с помощью которого осуществляется горизонтирование визирного луча (рис. 24);
- с компенсатором – свободно подвешенная оптико-механическая система, которая приводит визирный луч в горизонтальное положение (рис. 25 и 26).

Точный нивелир НЗ предназначен для нивелирования III и IV классов, технический нивелир Н-10К для технического нивелирования.

В нивелире НЗ (рис. 4) увеличение зрительной трубы – 31,5^x, наименьшее расстояние визирования – 1 м, цена деления уровней: круглого – 10', цилиндрического – 15".

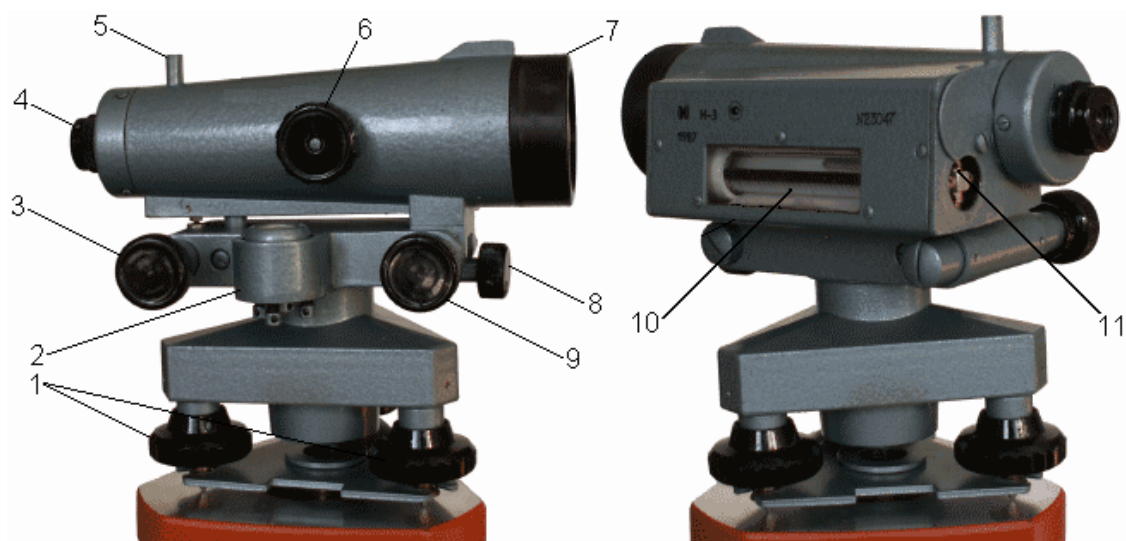


Рис. 4. Точный нивелир Н-3 с цилиндрическим уровнем при зрительной трубе:
 1 – подъемные винты; 2 – круглый уровень; 3 – элевационный винт; 4 – окуляр зрительной трубы с диоптрийным кольцом; 5 – визир; 6 – кремальера; 7 – объектив зрительной трубы; 8 – закрепительный винт; 9 – наводящий винт; 10 – контактный цилиндрический уровень; 11 – юстировочные винты цилиндрического уровня

Нивелир крепят к штативу с помощью станового винта и пружинящей пластины. В отвесное положение ось вращения нивелира устанавливают по круглому уровню 2 с помощью подъемных винтов 1, винтовая нарезка которых входит в гнезда подставки (трегера). Для приближенного наведения трубы на рейку служит визир 5 с мушкой, для точного – наводящий винт 9, который работает, когда труба зафиксирована закрепительным винтом 8. Резкость изображения сетки нитей достигается вращением диоптрийного кольца окуляра 4, вращением кремальеры 6 получают четкое изображение рейки. Перед каждым отсчетом по рейке визирный луч нивелира устанавливают в горизонтальное положение элевационным винтом 3. При этом следят за изображением четвертой пузырька цилиндрического уровня 10, которые через систему призм передаются в поле зрения трубы (рис. 5). Если центр пузырька уровня совместить с нуль-пунктом ампулы, то произойдет оптический контакт – изображения четвертой пузырька уровня будут равными по длине и образуют в верхней части один овал (рис. 25, в). При наклоне оси уровня контакт нарушается (рис. 25, а, б).

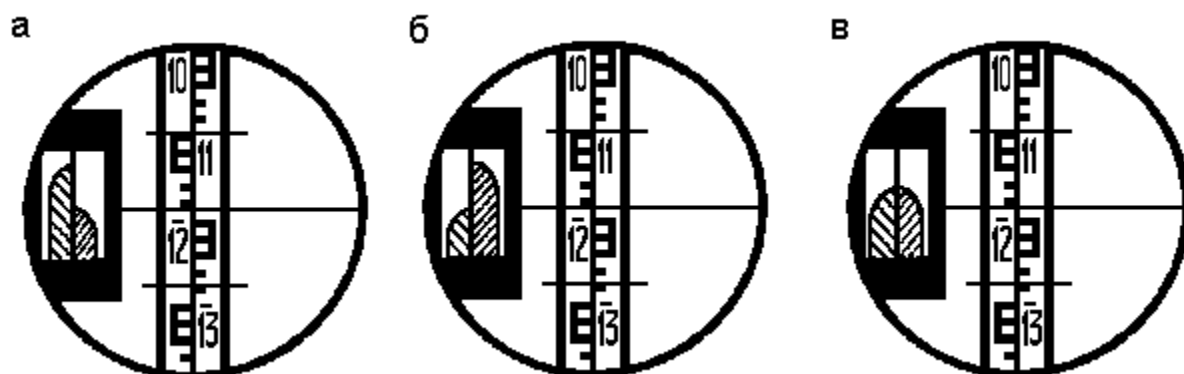


Рис.5. Поле зрения зрительной трубы нивелира Н-3 при положениях пузырька цилиндрического уровня вне нуль-пункта (а,б) и в нуль-пункте (в)

Сетка нитей нивелира имеет один вертикальный и три горизонтальных штриха, из которых два крайних (коротких) служат для определения расстояний. Нивелиры с цилиндрическими уровнями требуют тщательной установки по уровню при работе с ними и постоянного контроля положения пузырька уровня при взятии отсчётов. Этого недостатка лишены так называемые авторедукционные нивелиры, у которых линия визирования автоматически устанавливается в горизонтальное положение с помощью специальных компенсаторов.

На рис. 26 приведен точный нивелир третьего поколения с компенсатором и лимбом 3Н-3КЛ, на рис. 27 – технический нивелир второго поколения с компенсатором и лимбом 2Н-10КЛ. Данные нивелиры не имеют закрепительного винта, зрительная труба у них наводится на предмет вращением наводящего винта 2, фокусировка трубы осуществляется кремальерой 3 (рис. 6).

Нивелир 2Н10-КЛ предназначен для выполнения технического нивелирования. Предварительная установка нивелира (горизонтирование) осуществляется по круглому уровню с ценой деления 10'. Призменный компенсатор нивелира обеспечивает установку визирной оси в горизонтальное положение при наклонах подставки в пределах $\pm 15'$.



Рис. 6. Точный нивелир 3Н-3КЛ с компенсатором и лимбом: 1 – лимб; 2 – наводящий винт; 3 – кремальера; 4 – визир



Рис. 7. Технический нивелир 2Н-10КЛ

Техническое нивелирование выполняют для определения высот точек высотного съемочного обоснования и при решении различных инженерно-технических задач при изыскании, строительстве и эксплуатации линейных сооружений и промышленно-гражданском строительстве.

Нивелирные рейки

При техническом нивелировании применяются двухсторонние шашечные рейки, изготавливаемые из дерева или пластмассы. Они бывают складные или цельные длиной 3-4 м. На рейки наносят деления, цена деления рек для технического нивелирования 10 мм. Счёт делений ведётся от нижнего конца (пятки рейки). Для упрощения отсчётов по рейкам начало каждого дециметра обозначают чертой. С этой же целью первые пять делений каждого дециметра отображают в виде буквы Е. Дециметры подписывают арабскими цифрами. Если используется прибор со зрительной трубой, дающей перевёрнутое изображение, то для удобства отсчитывания дециметры на рейку наносятся в перевёрнутом виде.

Для технического нивелирования чаще всего используют рейку РН-3 (рис. 8, а) длиной 3 м.

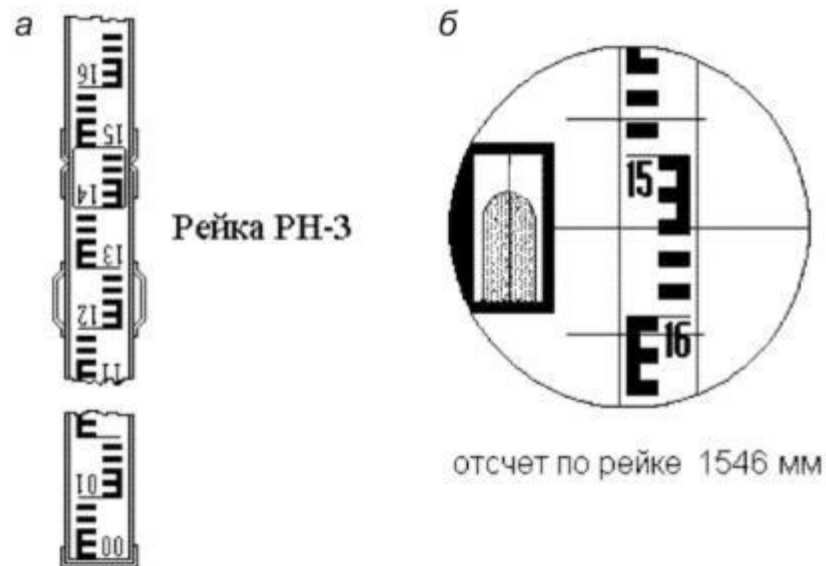


Рис. 8. Нивелирная рейка РН-3 (а) и поле зрения зрительной трубы нивелира с цилиндрическим уровнем (б)

Основная шкала рейки имеет деления черного и белого цвета, нулевой отсчёт совмещен с пяткой рейки. Дополнительная шкала на другой стороне рейки имеет чередующиеся красные и белые деления. На красной стороне с пяткой рейки совмещен отсчет больше 4000 мм. Деления на красных сторонах реек сдвинуты относительно делений на чёрных сторонах так, что с пяткой одной рейки совпадает, например, отсчёт 4687 мм, с пяткой другой 4787 мм, т.е. отсчёты по красным сторонам пары реек различаются на 100 мм. Сдвиг делений позволяет контролировать правильность отсчётов по обеим сторонам каждой рейки (разность отсчётов должна быть равна 4687 или 4787), а также правильность определения превышений на станции (превышение, полученное по чёрным и красным сторонам реек, должны последовательно отличаться на +100 или -100 мм). Отсчёты по рейкам при техническом нивелировании берут по среднему штриху сетки нитей в миллиметрах, оценивая доли сантиметра – миллиметры на глаз.

Работа с нивелиром на станции

Установка нивелира в рабочее положение

Штатив устанавливают на станции. Нивелир при помощи станкового винта закрепляют на штативе. По круглому уровню с помощью подъемных винтов ось вращения нивелира устанавливают в отвесное положение. Для этого, подъемные винты выводят на одну высоту, затем всеми тремя подъемными винтами приводят пузырёк круглого уровня в нуль-пункт и поворачивают прибор на 180° . Если пузырёк остался в нуль-пункте, то ось вращения нивелира приведена в отвесное положение. В противном случае необходимо выполнить юстировку в следующей последовательности. На половину дуги отклонения пузырёк приводят к нуль-пункту, действуя исправительными винтами круглого уровня, предварительно ослабив стопорный винт, а на вторую половину – подъемными винтами.

После установки оси вращения нивелира в отвесное положение зрительную трубу наводят на рейку, используя для этого визир с мушкой, закрепительный и наводящие винты. Вращением диоптрийного кольца окуляра настраивают изображение сетки нитей, поворотом кремальеры получают четкое изображение рейки. Перед отсчетом по рейке элевационным винтом устанавливают визирный луч нивелира в горизонтальное положение, совмещая изображение четвертой пузырька цилиндрического уровня в поле зрения трубы. Они должны быть равны по длине и образовывать в верхней части один овал (см. рис. 28, б).

Порядок снятия отсчётов

Отчеты по рейкам записывают в журнал нивелирования (табл. 3). Последовательность записи отсчётов и вычислений обозначены в таблице числами в скобках.

Порядок измерений на станции следующий:

- 1) нивелир наводят на заднюю рейку 1 и снимают отсчёт по чёрной стороне рейки;
- 2) рейку 1 разворачивают красной стороной и снимают отсчёт по красной стороне;
- 3) открепляют закрепительный винт нивелира, наводят прибор на переднюю рейку 2 и берут отсчёт по чёрной стороне рейки;
- 4) рейку 2 разворачивают красной стороной и снимают отсчёт по красной стороне.

Вычисляют превышения (h) по красной и чёрной сторонам реек:

$$h_{\text{ч}} = 1545 - 1415 = 130,$$

$$h_{\text{к}} = 6232 - 6202 = 30.$$

Разность пятков 100 мм, допускается расхождение в превышении до 5 мм. Если разность допустимая, вычисляют $h_{\text{ср}}$ – среднее превышение

$$h_{\text{ср}} = (h_{\text{ч}} + h_{\text{к}})/2$$

Таблица 3

Журнал технического нивелирования

Дата: 07.09.2011. Нивелир НЗ №2058. Время 8 ч 50 мин.

№ станции	№ реек	Отсчеты по рейке		Превышения	Средние превышения
		задние	передние		
I	1	(1) 1545		(7) 130	(10) 130
		(2) 6232		(8) 30	
		(5) 4687		(9) 100	
	2		(3) 1415 (4) 6202		

		(6)	4787	
--	--	-----	------	--

Лабораторная работа 5. ГИС в земельном кадастре. Возможности ГИС для работы в кадастре, землеустройстве, геодезии

1.1 Исходные данные

Стороны прямоугольника ABCD (рис. 1.1) являются осями внешних стен сооружения: AB=CD=8 м. BC=DA=4 м. Точки 1 и 2 – пункты съёмочного обоснования или опорные точки: расстояние между ними 20 м. Индивидуальные исходные данные для расчёта выбирают из таблицы 1.1 по предпоследней цифре k_1 и из таблицы 1.2 по последней цифре k_2 кода студента.

Таблица 1.1 - Координаты опорных пунктов

k_1	Координаты пункта 1, м		Координаты пункта 2, м	
	x	y	x	y
0	73,32	34,18	88,64	47,04
1	73,68	34,03	88,56	47,42
2	74,05	33,90	88,44	47,79
3	74,42	33,77	88,31	48,16
4	74,79	33,66	88,18	48,53
5	75,17	33,57	88,03	48,89
6	75,55	33,48	87,87	49,24
7	75,94	33,41	87,69	49,59
8	76,32	33,35	87,51	49,93
9*	76,71	33,31	87,31	50,27

Таблица 1.2 - Размещение сооружения

k_2	Координаты точки А, м		Дирекционный угол линии АВ
	x	y	
0	75,99	40,34	40°00'
1	76,14	40,28	42 00
2	76,28	40,22	44 00
3	76,43	40,17	46 00
4	76,58	40,13	48 00
5	76,73	40,09	50 00
6	76,88	40,06	52 00
7	77,04	40,03	54 00
8	77,19	40,01	56 00
9	77,35	39,99	58 00
*	77,51	39,97	60 00

1.2 Порядок выполнения работы

1.2.1 Расчёт координат точек В, С и D

По координатам x_A , y_A точки А, дирекционному углу α_{AB} линии АВ и её длине d_{AB} вычисляют координаты точки В по формулам прямой геодезической задачи

$$x_B = x_A + d_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB}; \quad y_B = y_A + d_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB}. \quad (1.1)$$

Для функций синуса и косинуса берут не менее 4-х цифр после запятой. Затем находят дирекционный угол следующей стороны ВС

$$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} + 90^\circ, \quad (1.2)$$

и аналогично вычисляют координаты точки С. Координаты точки D находят по дирекционному углу

$$\alpha_{CD} = \alpha_{BC} + 90^\circ \quad (1.3)$$

Для контроля таким же образом вычисляют координаты точки А от точки D. Вычисленные координаты должны совпасть с исходными координатами точки А. Допустимое расхождение 0,01 м.

После окончания расчёта составляют таблицу координат точек (табл. 1.3) и на отдельном листе отчёта план в масштабе 1:100, построенный по этим координатам (рис. 1.2).

Делают контрольные измерения на плане: размер прямоугольника должен быть 4×8 см, а длина линии 1-2 (от пункта 1 до пункта 2) 20 см. Следует учесть, что на рисунке 1.2 масштаб плана в 2 раза мельче требуемого.

1.2.2 Подготовка исходных данных для выноса точек

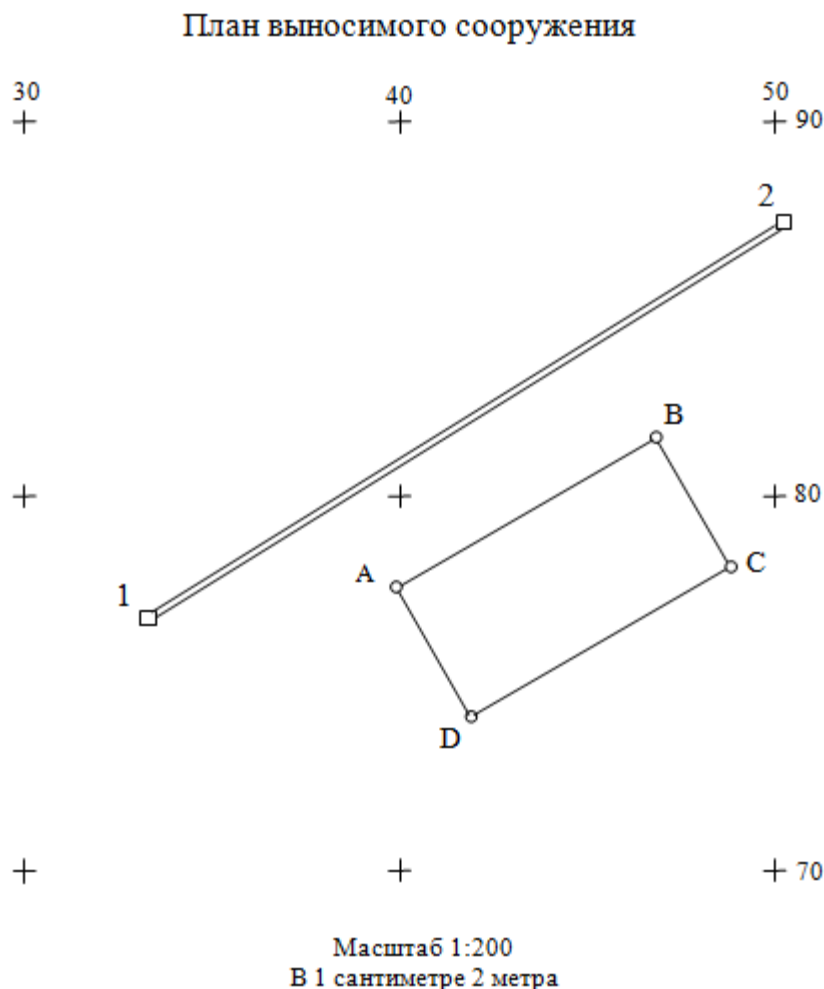


Рисунок 1.2 - Пример оформления плана

В данном задании требуется рассчитать исходные данные для разбивки четырёх точек сооружения. Для каждой точки предусмотрен свой способ разбивки. Распределение способов между точками А, В, С и D зависит от соотношения цифр k_1 и k_2 кода студента

Таблица 1.3 - Координаты точек

Обозначения точек	Координаты, м	
	x	y
1	76,71	33,31
2	87,31	50,27
A	77,51	39,97
B	81,51	46,90
C	78,05	48,90
D	74,05	41,97

Красным
цветом

(табл. 1.4).

Таблица 1.4 - Способы разбивки точек A, B, C и D

Способ выноса точки	Обозначения точек и пунктов обоснования	
	1-й вариант: $k_1 \leq k_2$	2-й вариант: $k_1 > k_2$
Прямоугольных координат	т. А от п. 1	т. В от п. 2
Полярный	т. В от п. 2	т. А от п. 1
Угловой засечки	т. С от п. 1 и 2	т. D от п. 1 и 2
Линейной засечки	т. D от п. 1 и 2	т. С от п. 1 и 2

Искомые углы и расстояния вычисляют по координатам точек. Общий принцип вычислений не зависит от способа выноса точек.

Проектный угол β (рис. 1.3) вычисляют через разность дирекционных углов

$$\beta = \alpha_{LM} - \alpha_{LK} . (1.4)$$

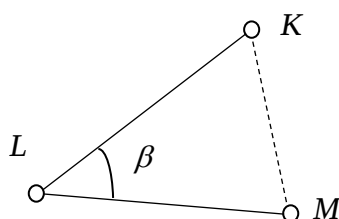


Рисунок 1.3 -
Проектный угол β

При этом, если $\alpha_{LM} < \alpha_{LK}$, то

$$\beta = \alpha_{LM} + 360^\circ - \alpha_{LK} .$$

Дирекционные углы вычисляют по формулам

$$\alpha_{LK} = \arctg \frac{y_K - y_L}{x_K - x_L} = \arctg \frac{\Delta y_{LK}}{\Delta x_{LK}} , (1.5)$$

$$\alpha_{LM} = \arctg \frac{\Delta y_{LM}}{\Delta x_{LM}} . (1.6)$$

Дирекционный угол находят, как правило, в два этапа. Вначале по арктангенсу (1.5, 1.6) вычисляют искомый угол в 1-й четверти (румб), затем в зависимости от знаков приращений Δx и Δy переходят по известным формулам [7] к дирекционному углу.

Расстояние между точками, например LM, вычисляют по одной из трёх формул

$$d_{LM} = \sqrt{\Delta x_{LM}^2 + \Delta y_{LM}^2} = \Delta x_{LM} / \cos \alpha_{LM} = \Delta y_{LM} / \sin \alpha_{LM}. \quad (1.7)$$

При использовании калькулятора применяют обычно 1-ю формулу, а 2-ю или 3-ю формулы применяют для контроля.

Контролируют также вычисления дирекционного угла по формуле

$$\cos \beta = \frac{d_{LK}^2 + d_{LM}^2 - d_{KM}^2}{2 \cdot d_{LK} \cdot d_{LM}}. \quad (1.8)$$

Для этого предварительно вычисляют длины всех сторон треугольника KLM. Последнюю формулу (1.8) применяют только для контроля, потому что функция арккосинуса может дать значительные ошибки в угле, если он близок к 0° или 180° .

При подготовке данных вычисляют по 2 разбивочных элемента.

- В способе прямоугольных координат (рис. 1.4) для точки А (1-й вариант по таблице 1.4) вычисляют 2 координаты: $X_1=1Q$ (длина отрезка от п. 1 до т. Q) и $Y=QA$, Точка Q – основание перпендикуляра, опущенного с т. А на линию 1-2.

Вначале вычисляют вспомогательные величины: угол

$$\beta_1 = \alpha_{1A} - \alpha_{12}$$

и расстояние $d_{1A}=1A$.

Затем находят искомые величины

$$X_1 = d_{1A} \cos \beta_1, \quad Y = d_{1A} \sin \beta_1.$$

Индекс 1 при X_1 означает, что вычисляется расстояние от точки Q до пункта 1, а не пункта 2.

- В полярном способе для точки В находят угол (рис. 1.5) $\beta_2 = \alpha_{21} - \alpha_{2B}$ и расстояние $d_{2B}=2B$.

- В угловой засечке для точки С находят два угла (рис. 1.6)

$$\beta_1 = \alpha_{1C} - \alpha_{12}, \quad \beta_2 = \alpha_{21} - \alpha_{2C}$$

- В линейной засечке для точки D находят два расстояния (рис. 1.7)

$$d_{1D}=1D, \quad d_{2D}=2D.$$

Угловые разбивочные элементы вычисляют в градусах и минутах с точностью до $1'$, а линейные – в метрах с точностью до 0,01 м. Промежуточные угловые величины – дирекционные углы – можно вычислять в градусах и долях градуса с точностью до $0,01^\circ$. В функции арктангенса следует оставлять не менее 4-х значащих цифр.

Для контроля все 8 разбивочных элементов измеряют с помощью линейки и транспорта на составленном плане и сравнивают с вычисленными элементами. Если расхождения превышают графическую точность (5-10 см для расстояний и $0,5-1^\circ$ для углов) вычисления и измерения проверяют и исправляют. Следует также проверять по плану и вычисленные дирекционные углы. При этом учитывают, что $\alpha_{21} = \alpha_{12} + 180^\circ$.

Для каждого способа (точки) составляют разбивочный чертёж (рис. 1.4-1.7) с

указанием величин разбивочных элементов. Чертежи составляют схематически, не выдерживая точных углов и расстояний.

1.3 Пример вычислений

Исходные данные для примера возьмём из таблиц 1.1 и 1.2 в строках, помеченных знаком *. Все линейные элементы в примере имеют размерность метры. Вначале находим координаты углов сооружения.

Координаты точки В:

$$x_B = 77,51 + 8,00 \cdot \cos 60^\circ = 81,51, \quad y_B = 39,97 + 8,00 \cdot \sin 60^\circ = 46,90$$

Координаты точки С:

$$x_C = 81,51 + 4,00 \cdot \cos 150^\circ = 78,05, \quad y_C = 46,90 + 4,00 \cdot \sin 150^\circ = 48,90$$

Координаты точки D:

$$x_D = 78,05 + 8,00 \cdot \cos 240^\circ = 74,05, \quad y_D = 48,90 + 8,00 \cdot \sin 240^\circ = 41,97$$

Координаты точки А (контроль):

$$x_A = 74,05 + 4,00 \cdot \cos 330^\circ = 77,51, \quad y_A = 41,97 + 4,00 \cdot \sin 330^\circ = 39,97$$

Лабораторная работа 6. Данные дистанционного зондирования как основа для геодезических работ.

Классификация данных ДЗЗ по видам, типам, масштабам и т.д. Возможности применения данных ДЗЗ для целей кадастра, землеустройства, мониторинга

Цель: изучение начальных установок системы.

Состав работы: Выполнение начальной настройки системы с помощью команд меню «Вид» и «Установки».

При инсталляции системы **Credo-Dat 3.0** на рабочем столе компьютера автоматически создается ярлык для быстрого запуска системы. Для запуска дважды щелкните [левой] клавишей мыши на нем.

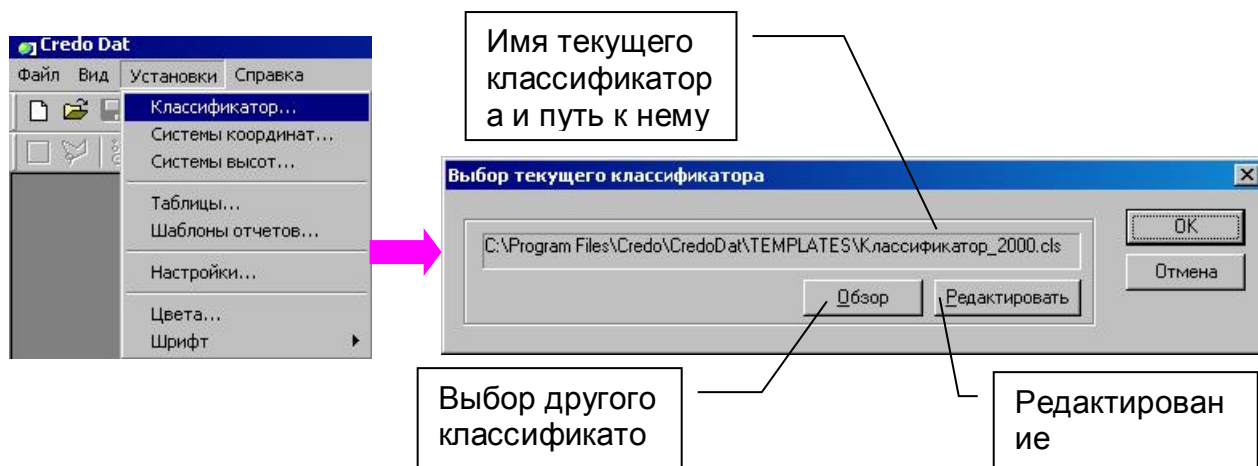
Выполнение начальных установок системы производится при выборе соответствующих команд в меню «Вид» и «Установки».

В меню «Вид» можно настроить количество и состав панелей инструментов, а также включить отображение строки состояния. Работа по выполнению данных настроек является стандартной для программ, работающих в операционной системе WINDOWS.

В меню «Установки», перед началом работы над объектом, Вы можете выбрать для него уже существующие, а при необходимости и создать новые: классификатор топографических объектов, системы координат и высот, шаблоны выходных документов, скорректировать представление таблиц в табличном редакторе, выполнить общие настройки или изменить используемые цвета и шрифты.

Для выбора текущего классификатора необходимо выполнить следующее:

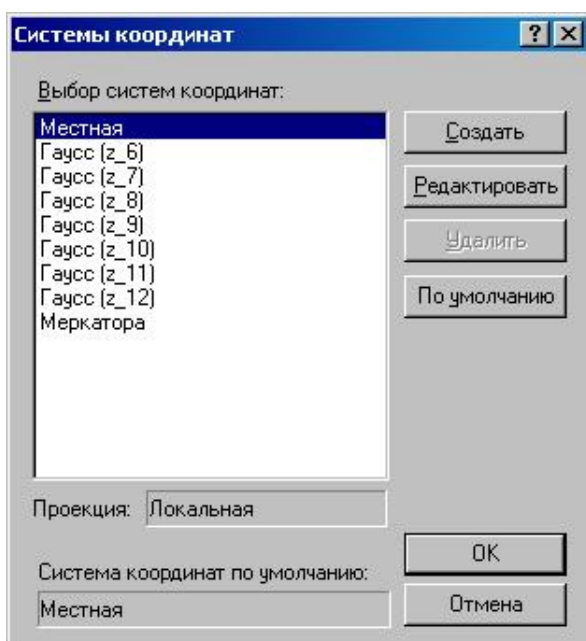
Выберите команду «Классификатор» в меню «Установки».



В появившемся окне нажмите кнопку [Обзор] и, в стандартном диалоговом окне «Открыть» перейдите в папку «WINDAT» с исходными данными для выполнения Практической Работы. Выберите файл «Классификатор.cls». В не редактируемом поле Вы увидите имя нового классификатора и путь к нему.

Кнопка [Редактировать] позволяет внести изменения в существующий классификатор, например, дополнить его новыми условными знаками. В настоящем задании мы не будем рассматривать этот вопрос, так как ему посвящено отдельное задание.

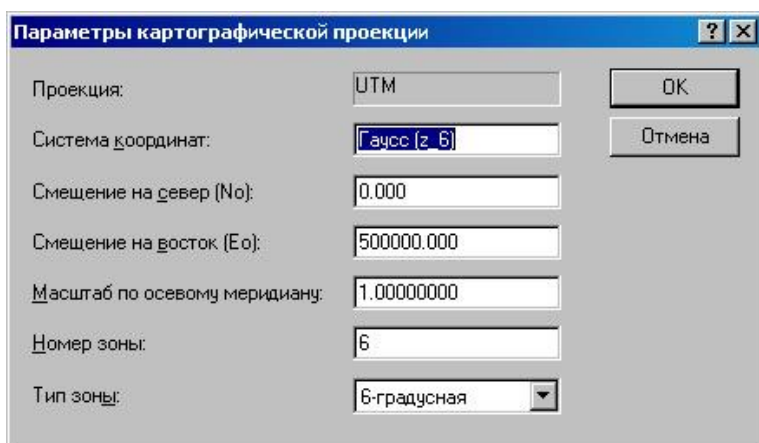
Все Задания Практической Работы будут выполняться в местной системе координат,



проверьте правильность ее установки. Для этого в меню «Установки» выберите команду «Системы координат». В раскрывшемся окне, в не редактируемом поле «Система координат по умолчанию», должна быть запись «Местная», а в поле «Проекция» - «Локальная». Если это не так, то выберите в левом окне название местной системы и нажмите кнопку [По умолчанию].

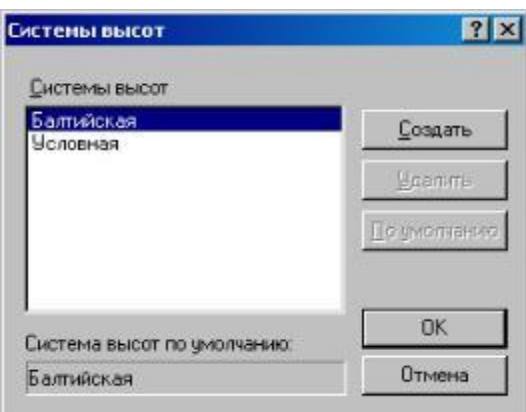
В данном окне можно создавать новые системы координат (кнопка [Создать]), редактировать существующие (кнопка [Редактировать]), а также удалять (кнопка [Удалить]) и устанавливать выбранную по умолчанию.

Для ознакомления с возможностями настройки систем координат выберите систему «Гаусс (z_6)» и нажмите кнопку



[Редактировать], при этом раскроется окно «Параметры картографической проекции». В полях редактирования Вы можете изменить имя системы координат, задать смещения на север и восток, масштаб по осевому меридиану, номер зоны и выбрать ее тип (шести- или трехградусная).

При правильной настройке проекции UTM (государственная система координат является ее частным случаем, с масштабным коэффициентом по осевому меридиану 1.0), в дальнейшем в измерения можно будет ввести поправки за переход на плоскость. Следует отметить, что выбор и настройки систем координат, а также представления координат в СК-42 удобнее выполнять непосредственно перед вводом координат в проекте (меню «Данные», команда «Свойства проекта», вкладка «Система координат»). Используемая в проекте система высот не имеет принципиального значения (в расчетах она не участвует), а носит лишь информативный характер. При желании Пользователя ее имя может выводиться в отчетные документы. Вы можете изменить или создать новую систему в окне «Системы высот», которое вызывается одноименной командой из меню «Установки». Принципы работы в данном окне такие же, как и в окне систем координат.



Изменение представления данных в табличных редакторах, таких как расположение, видимость и названия колонок, производится в окне «Настройка представления таблиц», которое вызывается командой «Таблицы» меню «Установки».

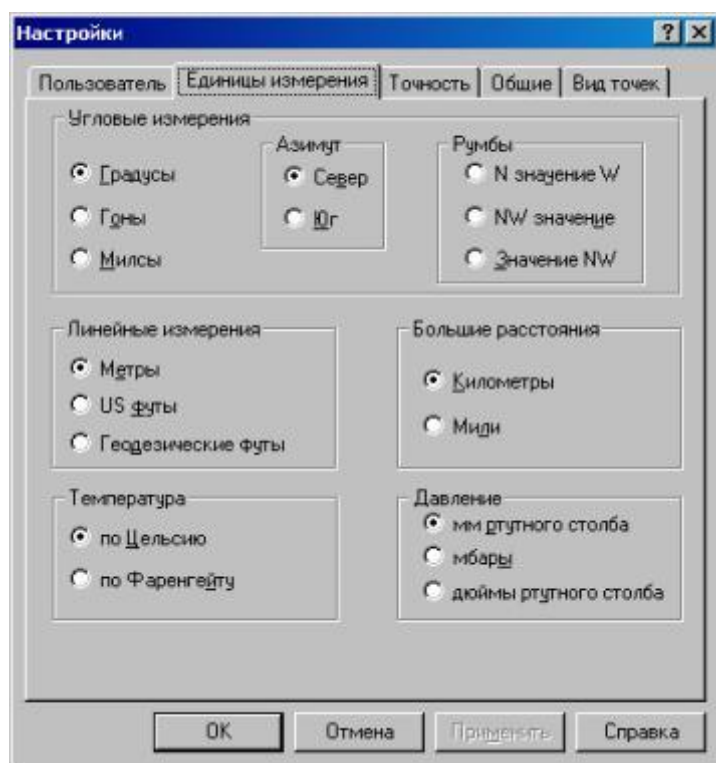
Следует отметить, что удобнее его вызывать непосредственно при работе в системе. Для этого необходимо нажать [правую] клавишу мыши на заголовке любой колонки таблицы, представление которой необходимо изменить.

Для того, чтобы изменить положение той или иной колонки в таблице, находясь в окне настройки, нажмите на ее имени [левую] клавишу мыши и, удерживая ее нажатой, перемещайте курсор (а вместе с ним и название колонки) на новое место, после чего

отпустите клавишу. Верхняя строка в перечне соответствует первой колонке таблицы. Для изменения имени колонки укажите курсором в списке ту, имя которой будете менять и введите новое в редактируемое поле «Заголовок». Видимость колонок регулируется флажком «Спрятать колонку».

В рамках настоящего задания мы не будем рассматривать вопросы создания шаблонов выходных документов. Оговоримся лишь, что решаются они с помощью функций утилиты «Genot» (поставляется вместе с системой CREDO_DAT 3.0), которая вызывается из меню «Установки» командой «Шаблоны отчетов» или с помощью ярлыка на рабочем столе компьютера.

Настройки таких параметров системы, как единицы измерения и точность представления данных, производятся на соответствующих вкладках окна «**Настройки**», вызываемого



одноименной командой в меню «**Установки**». Убедитесь в правильности настроек. Для этого:

Вызовите окно «**Настройки**», активизируйте вкладку «Единицы измерения» и установите переключатели в нужные позиции.

Переместитесь на вкладку «Точность» и выберите из выпадающих списков соответствующие значения точности для:

- углов – 0,1;
- расстояний – 0,01;
- абсолютных отметок – 0,01;
- прямоугольных координат – 0,01;
- превышений – 0,01.

Выберите вкладку «Пользователь» и заполните поля «Ведомство» и «Организация». В дальнейшем эти данные будут автоматически вставлены в отчетные документы.

Перейдите на вкладку «Общие» и установите следующие флажки:

- «Масштабирование отметок» - для автоматического изменения размера надписей при изменении масштаба отображения в графическом окне;
- «Создание резервных копий» и «Автосохранение при работе» - это поможет восстановить Ваши данные при аварийном выходе из системы.

Настройки параметров по умолчанию, таких как цвета отображения основных и вспомогательных элементов системы, а также шрифты подписей пунктов ПВО, тахеометрии и текстов, выполняются в окнах диалога, вызываемых с помощью соответствующих команд меню «**Установки**».

На этом настройка начальных установок системы закончена.

Создайте новый проект. Для этого в меню «**Файл**» выберите команду «**Создать / Проект**». После чего окно проекта будет разбито на два окна:

- окно табличного редактора – предназначенное для ввода и редактирования данных;
- графическое окно – предназначенное для отображения введенных данных.

Лабораторная работа 7. Геодезические сети как основа проведения и обработки измерений.

Виды геодезических сетей. Их классификация. Привязка к пунктам сетей для производства измерений

Цель: приобретение первоначальных навыков по импорту данных полевых измерений и их обработке на примере файла электронного тахеометра 3Ta5.

Состав работы: Корректировка настроек для импорта файлов в форматах электронных регистраторов, импорт данных, уравнивание, просмотр отчетных ведомостей.

Исходные данные: файл *3Ta5_win.txt*, находящийся в папке **WINDAT**.

Настоящее Задание выполняется в два этапа:

- Этап1. Импорт данных и необходимые настройки импорта.
- Этап2. Обработка данных измерений.

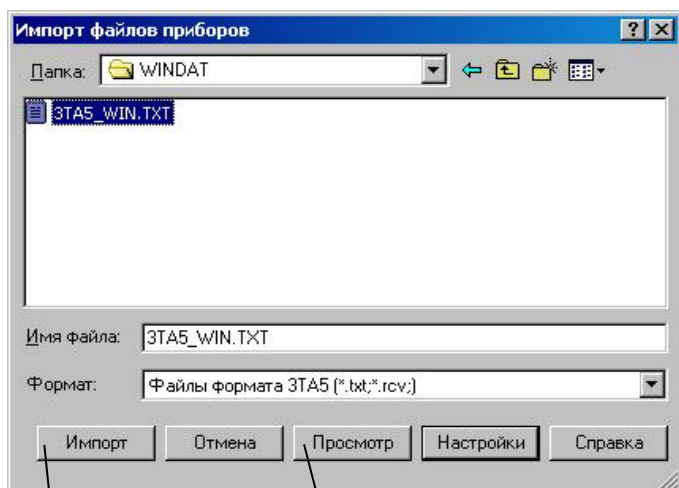
Этап 1. Импорт данных и необходимые настройки

В системе CREDO_DAT 3.0 предусмотрен импорт нескольких видов данных, а именно:

- файлов с данными измерений в распространенных форматах электронных тахеометров;
- прямой импорт данных измерений непосредственно с прибора (только для 3ТА5);
- файлов измерений по настраиваемому пользователем формату;
- файлов координат пунктов по настраиваемому пользователем формату.

В рамках нашего **Задания** мы рассмотрим последовательность действий при импорте в систему CREDO_DAT 3.0 файлов с данными измерений, полученных при перекачке данных из электронных тахеометров на жесткий диск компьютера, и последующую их обработку на примере файла в формате тахеометра 3ТА5.

- В меню «Файл» выберите команду «Импорт / Из файла...».



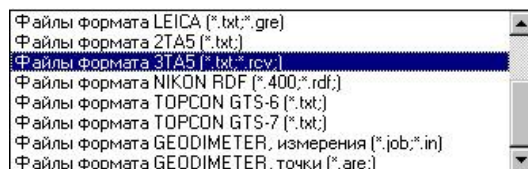
Импорт выбранного файла

«Направлять»

Просмотр выбранного файла с помощью Блокнота (утилита CREDO_PAD»)

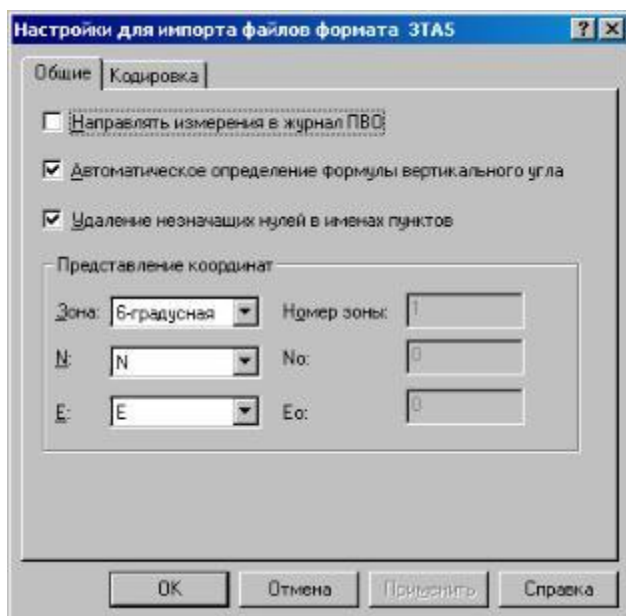
–В открывшемся окне диалога «Импорт файлов приборов» из выпадающего списка «Формат» выберите пункт «Файлы формата 3Та5». После чего переместитесь в папку **WINDAT** и укажите файл **3Ta5_win.txt** (щелкните на имени [левой] клавишей мыши).

–Нажмите кнопку [Настройки] и, в



раскрывшемся окне, на вкладке «Общие» отключите флажок измерения в журнал ПВО».

В системе CREDO_DAT 3.0 импорт данных измерений можно производить в таблицы плано-высотного обоснования (ПВО) и тахеометрической съемки. Это вызвано тем, что имена пунктов ПВО должны быть уникальны (не должны повторяться) для всего объекта, а точки тахеометрии должны быть уникальны только в пределах каждой станции. Кроме того, в дальнейшем, система автоматически определит, какие измерения относятся к ПВО, а какие к тахеометрии и отобразит в таблице тахеометрии и графическом окне имена каждого типа выбранным пользователем шрифтом (см. **Задание 1**).



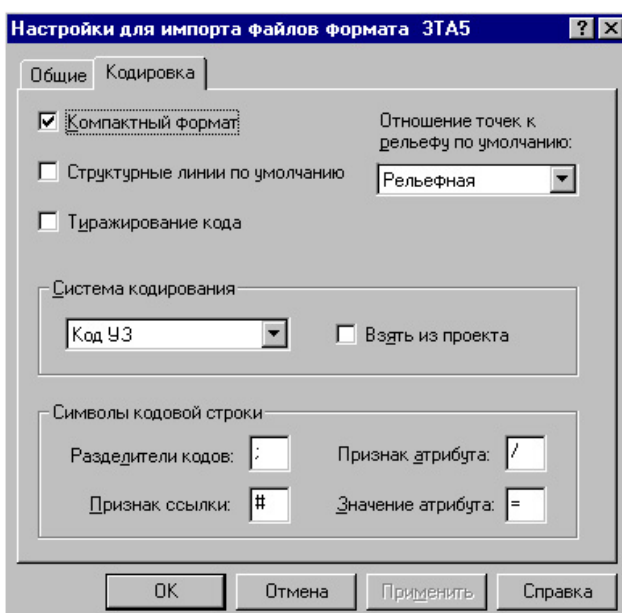
– Установите флажок «Автоматическое определение формулы вертикального угла», так как в формате файла 3Та5 отсутствует информация о положении вертикального круга.

Настройку представления координат в нашем примере производить не нужно, так как в **Задании 1** мы установили по умолчанию местную систему координат. Положение флажка «Удаление незначащих нулей в именах пунктов» для нашего файла не имеет значения, так как формат прибора не предусматривает заполнение нулями пустых позиций в поле имени пункта.

- Перейдите на вкладку «Кодировка».



Настройку параметров вкладки «Кодировка» необходимо выполнять только в том случае, если при выполнении полевых работ производилось кодирование топографических объектов, и, вследствие этого, импортируемый файл содержит данные по кодам. Подробнее вопросы настроек и используемых систем полевого кодирования читайте в соответствующих разделах справочной системы CREDO_DAT 3.0.



– Установите флажок «Компактный формат», так как именно он использовался в процессе съемки.

«Компактный формат» - это формат полевого кодирования, при котором для ввода кодов и команд используются только цифры. Этот формат необходим для электронных тахеометров, у которых ввод в кодовую строку буквенных символов затруднен или невозможен, в частности для приборов 3Та5.

– Выключите флажки «Структурные линии по умолчанию» и «Тиражирование кода».

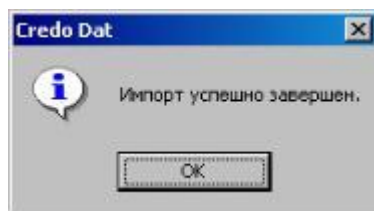
Включение флажка «Структурные линии по умолчанию» позволяет автоматически создавать структурные линии при построении линейных и площадных объектов. Результат действия данной опции можно увидеть только

в системах CREDO_TER или CREDO_MIX. Установка флажка «Тиражирование кода» позволяет распространять код пункта на следующие за ним пункты без кодов, до тех пор, пока в файле не встретится пункт с другим кодом.

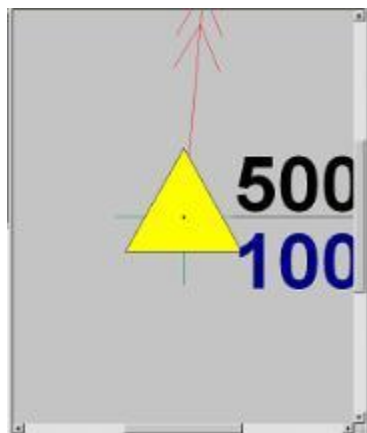
- Из выпадающего списка «Отношение точек к рельефу по умолчанию» выберите «Рельефная», а в выпадающем списке «Система кодировки» - «Базовый код», предварительно отключив опцию «Взять из проекта», иначе выбор системы кодирования будет недоступен.

 При экспорте обработанных данных в цифровую модель местности всем точкам и пунктам, тип которых не закодирован при съемке, автоматически присваивается тот вид (рельефный, нерельефный, ситуационный), который установлен по умолчанию.

- Для корректного импорта файла **3Ta5_win.txt** больше никаких настроек выполнять не надо. Нажмите кнопку **[ОК]** на раскрытом окне настроек. При этом выполненные настройки сохранятся, и окно закроется.
- Для импорта данных в проект нажмите кнопку **[Импорт]** окна «**Импорт файлов приборов**». Процесс импорта будет отображаться в строке состояния, по его окончании будет выведено окно с сообщением об успешном завершении импорта. Закройте информационное окно.



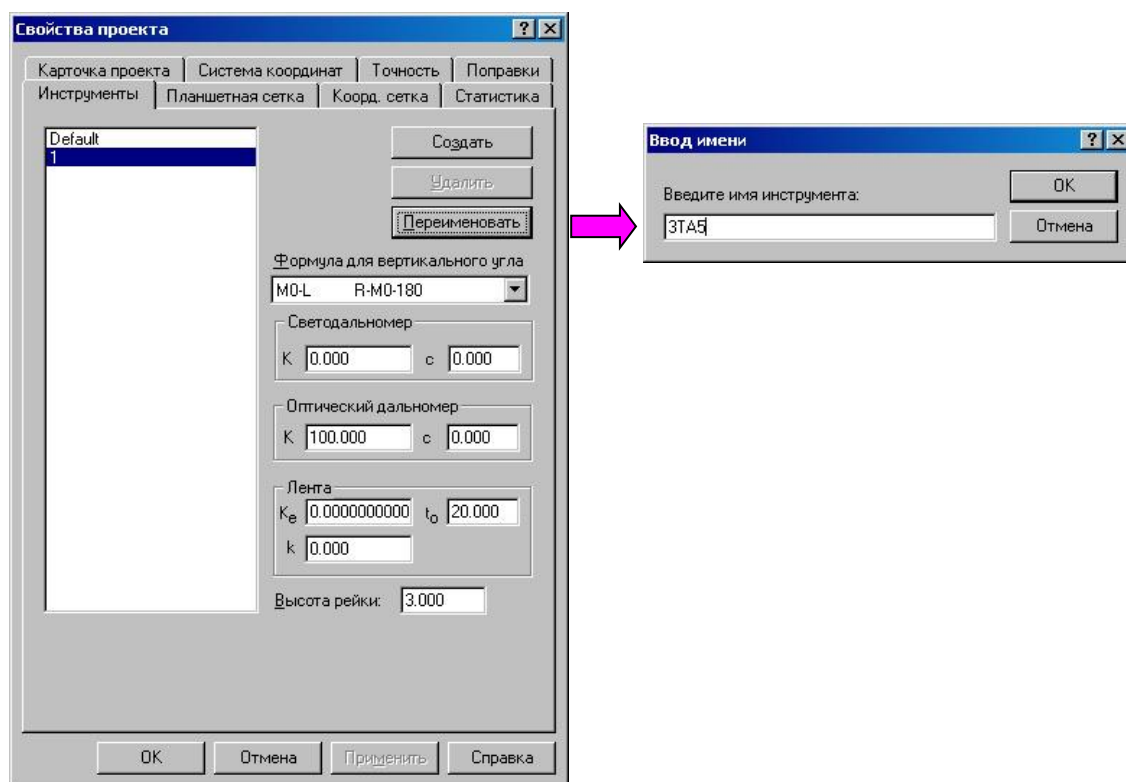
 В общем случае сообщение может быть двух видов: об успешном окончании импорта или о наличии протокола импорта, в котором зафиксированы предупреждения системы и сообщения об ошибках, обнаруженных при импорте. Желательно просмотреть сообщения протокола и убедиться в отсутствии ошибок. Сообщение об ошибке начинается с буквы «E» (Error), а предупреждение с буквы «W» (Warning).



По окончании процесса импорта в графическом окне отобразится фрагмент обрабатываемого проекта (см. рисунок).

В процессе импорта, на основании данных файла автоматически формируются параметры инструмента (имя, формула для расчета вертикального угла, точностные характеристики). Откройте окно «**Свойства проекта**», вкладку «Инструменты». В нашем примере образовался инструмент с именем <1>, переименуйте его в <3ТА5>, не меняя его характеристик. Для этого выделите имя, а затем нажмите кнопку **[Переименовать]**, в появившемся окне введите новое имя и подтвердите ввод (нажмите **[ОК]**). Проверьте

значения постоянных прибора и отражателя (по умолчанию они равны <0>). Закройте окно «Свойства проекта».



Этап 2. Обработка данных измерений

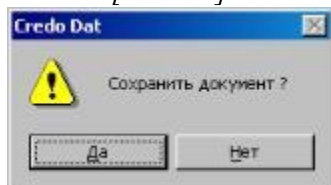
Поочередно выбирая вкладки табличного редактора «Пункты ПВО», «Дирекционные углы», «Измерения» и «Топогр. объекты», просмотрите содержащиеся в них данные полевых измерений, которые сформировались при импорте файла. При необходимости Вы можете отредактировать исходные данные.

📖 Обработка данных в CREDO_DAT 3.0, как и в предыдущих версиях системы, состоит из нескольких последовательных этапов:

- **Предварительная обработка.** Под этим термином следует понимать процесс выполнения предварительных расчетов, таких как вычисление средних значений из приемов и полуприемов, приведение линий к горизонту, расчет предварительных координат пунктов, установление связей между кодами точек и т.д. Любые, внесенные в редакторе изменения, не будут учтены при уравнивании, если не выполнена предобработка.
- **Анализ.** Автоматический (L1-анализ) или «ручной» (Цепочка) поиск грубых ошибок измерений.
- **Уравнивание** плано-высотного обоснования, расчет координат и высот полярных точек и тахеометрии.

– Выполните предварительную обработку данных. Для этого в меню «**Расчеты**» выберите команду «**Предобработка / Расчет**».

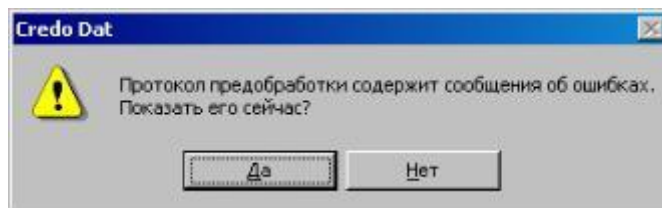
📖 Для ускоренного доступа к данной команде Вы можете воспользоваться «горячими» клавишами [Ctrl + 1] или соответствующей командой контекстного меню.



– После запуска расчета на экране появится диалоговое окно с запросом о сохранении документа (под документом понимаются все данные проекта). Нажмите кнопку [Да] и в стандартном окне диалога сохраните

проект под именем **Проект1** в папке **WINDAT**. После того, как окно сохранения будет закрыто, автоматически начнется процесс предварительной обработки.

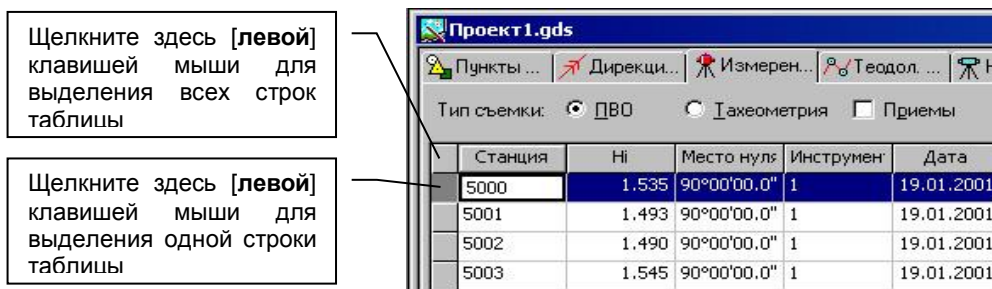
- По его окончании на экран будет выведено диалоговое окно с сообщением о том, что протокол предобработки содержит сообщения об ошибках и предложением его просмотра.



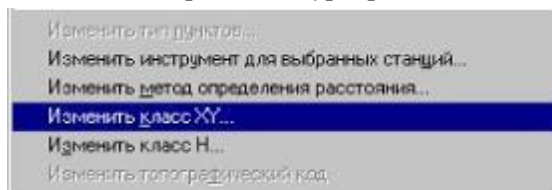
- Нажмите кнопку [Да] (при этом автоматически запустится блокнот CredoPad) и просмотрите сообщения протокола.
- Активизируйте вкладку «Измерения» табличного окна. В группе «Тип съемки» установите переключатель в положение «ПВО». Обратите внимание на то, что в таблице измерений (нижняя) некоторые отсчеты по горизонтальному лимбу выделены красным цветом - это измерения, выполненные при двух кругах, расхождения в отсчетах которых превышают инструктивный допуск.
- Ошибки предобработки возникли по причине того, что в системе по умолчанию установлен класс точности плановых измерений «1-й разряд». Соответственно для этого класса были взяты допустимые расхождения между полуприемами при предобработке, в то время как наши измерения были выполнены с точностью для теодолитных ходов. Для того, чтобы изменить класс точности необходимо выполнить следующее:
- Выделите все строки таблицы «Станции ПВО» (верхняя), при этом они подсвелятся синим цветом.

В системе CREDO_DAT 3.0, как и в любом WINDOWS-приложении, выделение всех элементов таблицы можно осуществить несколькими способами:

- с помощью сочетания клавиш [Ctrl] + [A];
- с помощью мыши, как показано на рисунке.

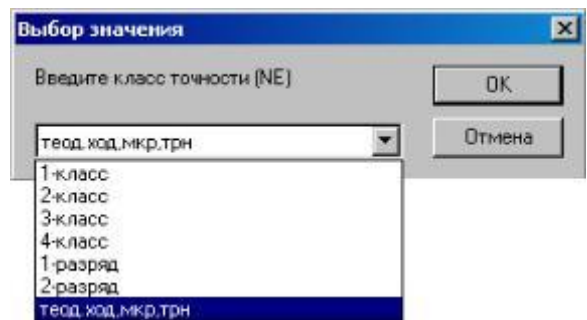


Любое количество идущих подряд строк можно выделить, нажав [левую] клавишу мыши на кнопке для выделения одной строки и, удерживая ее нажатой, провести курсором по тем строкам, которые необходимо выделить. Для выделения строк, доступны также комбинированные способы. К ним можно отнести указание первой и последней строк нужного блока при нажатой клавише [Shift], а также выбор произвольных строк при нажатой клавише [Ctrl].



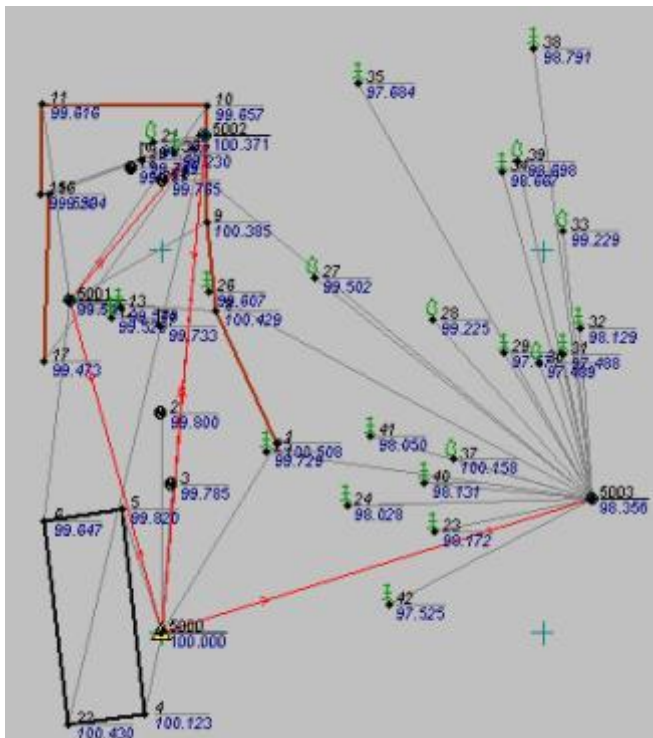
- Нажмите [правую] клавишу мыши, курсор при этом должен находиться в пределах табличного окна. В раскрывшемся контекстном меню выберите пункт «Изменить класс XY...».

- В окне «**Выбор значения**» из выпадающего списка выберите пункт «теод. ход, мкр. трн» и нажмите кнопку [ОК].



Для того, что бы просмотреть значения СКО плановых измерений и допустимые высотные невязки для всех классов точности, необходимо выбрать вкладку «Точность» окна «Свойства проекта», которое вызывается одноименной командой из меню «Данные». Значения ошибок и невязок в таблицах точности, можно отредактировать согласно требованиям, принятым в Вашей организации или для данного проекта. Данные таблиц при необходимости можно сохранять на диске компьютера (кнопка [Экспорт]) и подгружать ранее сохраненные (кнопка [Импорт]). Вывести на печать данные таблиц можно с помощью утилиты «Genot», вызываемой по кнопке [Ведомость].

- Повторите предобработку. По ее окончании сообщений в протоколе быть не должно.
- Выберите команду «Показать все» в меню «Вид» или в контекстном меню, либо нажмите кнопку  на панели инструментов.
- Активизируйте вкладку «Карточка проекта» окна «Свойства проекта» и в выпадающем списке «Масштаб съемки» выберите значение масштаба «1 : 500» после чего нажмите кнопку [ОК]. В графическом окне Вы увидите отображение проекта в масштабе съемки.



Видимостью элементов можно управлять с помощью флажков окна «**Фильтры**», которое вызывается одноименной командой из меню «Установки» или из контекстного меню. Окно состоит из двух вкладок: «Планово-высотное обоснование» и «Вспомогательные элементы». В свою очередь вкладки разбиты на группы:

- «Условные знаки». Группа управляет видимостью точечных, линейных и площадных объектов.
- «Элементы чертежа». Среди прочих, в ней настраивается отображение имен и высотных отметок пунктов.
- «Плановое обоснование» и «Высотное обоснование». Расположенные в них флажки отвечают за видимость пунктов и связей планового и высотного обоснования, полярных пунктов и дирекционных углов.
- «Тахеометрия» - видимость пунктов и связей тахеометрии.

Проведем анализ нашего теодолитного хода на наличие грубых ошибок в угловых, линейных и высотных

измерениях. Предварительно выполним настройку параметров, по которым производится поиск ошибок, причем для ознакомления с механизмом работы требования к параметрам выберем более жесткие, чем необходимо на практике.

- В меню «Расчеты» выберите команду «Анализ / Настройка».

- В раскрывшемся окне **«Настройка параметров анализа»** введите новые значения в следующие редактируемые поля: «Порог на грубую линейную ошибку» - 0.02м, а в поле «Порог на грубую высотную ошибку» - 0.01м.

 В группе **«Тип измерений»**, с помощью флажков можно назначить поиск ошибок в соответствующих типах измерений.

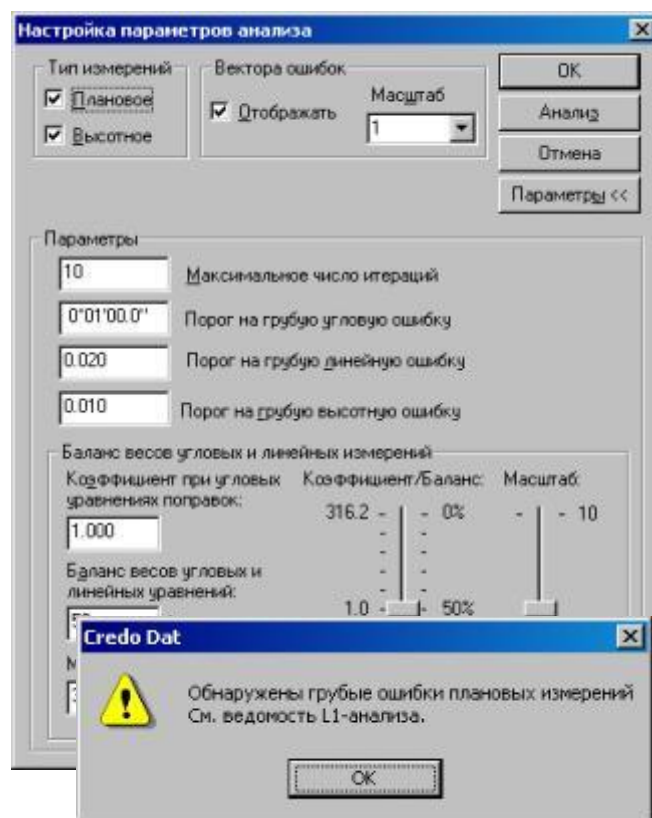
- Для запуска процесса поиска грубых ошибок нажмите кнопку **[Анализ]**. После чего, на экране появится информационное окно **«Монитор L-1 анализа»**, в котором отображается выполнение процесса и его параметры.
- По завершении анализа на экран будет выведено сообщение об ошибках в плановых измерениях. Нажмите кнопку **[OK]** в этом окне и в следующем (окно об отсутствии ошибок высотных измерений).
- Закройте окно настроек и просмотрите ведомость анализа. Для этого нажмите кнопку **[OK]** окна настроек и затем активизируйте команду **«Ведомость L1-анализа (по ходам)»** в меню **«Ведомости»** (при этом автоматически запустится генератор отчетов). Измерения с ошибками можно определить, проанализировав данные графы **«Невязка»**. Закройте окно генератора отчетов.

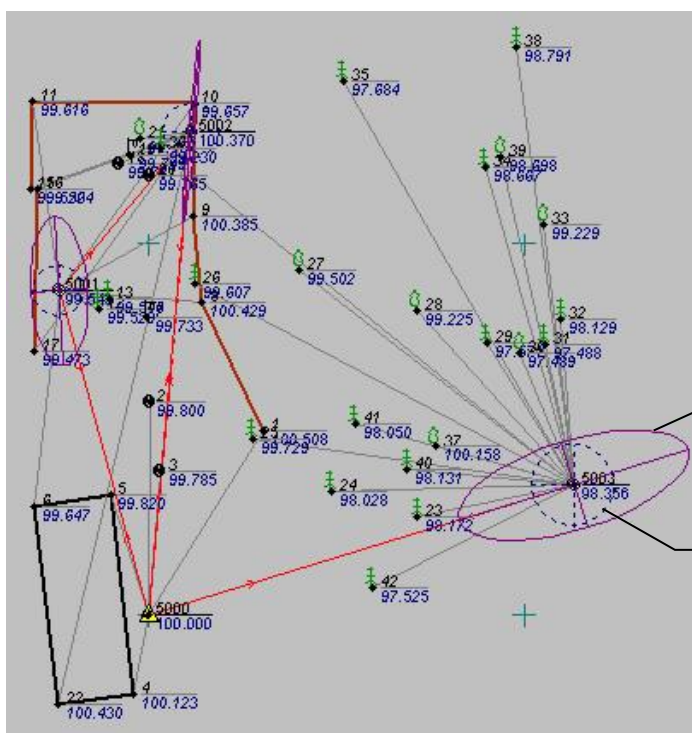
 Ведомости анализа создаются только в том случае, если в процессе его выполнения были обнаружены грубые ошибки измерений.

- Вновь вызовите окно настройки параметров анализа (**«Расчеты / Анализ / Настройка»**) и установите значения порога на грубую линейную ошибку равным **«0.05»**, а значение порога на грубую высотную ошибку **«0.02»**. Выполните анализ хода. В появившихся информационных окнах, должны быть сообщения об отсутствии ошибок в измерениях. Закрывайте их, нажимая кнопку **[OK]**.

Теперь можно приступить к уравниванию хода. Последовательность действий при этом следующая:

- В меню **«Расчеты»** выберите команду **«Уравнивание / Настройка»**. В раскрывшемся окне **«Настройка уравнивания»** в группе **«Уравнивание»** установите флажки **«Плановое»**, **«Высотное»** и **«Высотное тригонометрическое»**. Проверьте, установлены ли в соответствующих группах флажки отображения эллипсов ошибок и СКО абсолютных отметок, а также масштаб их отображения в выпадающих списках (должен быть 1:1000). Остальные параметры уравнивания оставьте без изменения.
- Нажмите кнопку **[Уравнивание]**. Стадия выполнения процесса уравнивания и его параметры отображаются в информационном окне **«Монитор уравнивания»**, которое автоматически закрывается по его окончании.
- После уравнивания в графическом окне Вы должны увидеть следующее:





На рисунке вокруг точек ПВО видны эллипсы ошибок плановых измерений и окружности среднеквадратических ошибок определения абсолютных отметок, которые наглядно отображают результаты уравнивания и качество полевых измерений.

Эллипс ошибок плановых

Окружность СКО высотных

–Просмотрите результаты уравнивания, а при необходимости распечатайте их.

Для этого в меню «Ведомости» последовательно выбирайте нужные Вам названия, при этом автоматически будет запускаться генератор отчетов.

Созданные в генераторе отчетов документы при необходимости можно сохранить в формате RTF, и позже работать с ними, например, в редакторе Microsoft Word.

На этом обработка данных измерений в рамках настоящей Практической Работы закончена. Но рассмотрим некоторые аспекты работы с данными таблиц вкладки «Измерения» табличного окна:

- Активизируйте вкладку. Над таблицами расположены переключатели типов съемки - «ПВО» и «Тахеометрия», а так же флажок «Приемы». По умолчанию включен переключатель «ПВО» и таблицы, расположенные ниже, показывают данные по станциям и измерения, относящиеся к ПВО, сделанные с них.
- Установите переключатель в положение «Тахеометрия», видимость флажка «Приемы» при этом пропадет. В нижней таблице, Вы увидите выделенные курсивом номера точек - это данные по тахеометрии.

Проект1.gds				
Пункты...	Дирек...	Измер...	Теодел...	Нивели...
Тип съемки: ПВО Тахеометрия				
Станция	Hi	Место нуля	Инструмент	X
5000	1.535	89°59'50.8"	1	1000.00
5001	1.493	89°59'39.8"	1	1043.58
5002	1.490	89°59'39.8"	1	1085.15
5003	1.545	90°00'10.0"	1	1017.52

Цель	Круг	Гор. лнб	Верт. лнб	Превышение	Расст.
5001	Левое	0°00'32.0"	90°34'40.0"		45.166
5001	Правое	180°00'26.0"	269°24'55.0"		45.233
5002	Левое	20°22'45.0"	89°40'07.0"		65.393
5002	Правое	200°23'15.0"	270°19'08.0"		65.408
7	Левое	46°45'10.0"	88°59'51.0"		29.136
2	Левое	15°31'14.0"	90°23'56.0"		28.608
3	Левое	19°44'21.0"	90°37'41.0"		19.524
4	Левое	206°30'30.0"	89°20'51.0"		10.847

Разнесение данных измерений по таблицам сделано для удобства работы с ними в программе. Часто возникает ситуация, когда бывает сложно визуально определить, к какому типу относятся измерения - ПВО или тахеометрии.

Лабораторная работа 8. Цифровая обработка геоанных

Программы для цифровой обработки геоданных. Уравнивание геодезических сетей и единичных измерений

Цель: познакомиться с применением материалов дистанционного зондирования, научиться дешифрировать аэрофотоснимки.

Распознавание по фотоизображению объектов местности, необходимых для составления плана или других целей, и выявление содержания с обозначением их на снимках (ортофотопланах) в условных знаках с учётом качественных и количественных характеристик называется дешифрированием.

При топографическом дешифрировании выявляют и показывают условными знаками все элементы местности, необходимые для создания топографической карты в заданном масштабе. Это населенные пункты и отдельные постройки; закрепленные на местности опорные геодезические пункты; гидрографическая и дорожная сети, линии связи с характеризующими их данными и относящимися к ним сооружениями; естественный и культурный растительный покров и грунты; рельеф местности и др.

Дешифрированию объектов местности способствуют изобразительные свойства фотоснимков, складывающиеся из прямых и косвенных дешифровочных признаков.

В зависимости от техники исполнения дешифрирование делят на камеральное, полевое, комбинированное и аэровизуальное.

Камеральное дешифрирование основано на использовании изобразительных свойств фотоснимков и изучении различных вспомогательных материалов, а также на знаниях данной территории опытного исполнителя.

Прямые дешифровочные признаки присущи практически всем объектам местности, изображающимся на снимках данного масштаба. Они

характеризуют объект непосредственно и включают форму, размер, тон, цвет, тень, структуру и др.

Косвенные дешифровочные признаки возникают из закономерностей взаимного расположения объектов местности в силу природных условий, их назначения, хозяйственного использования и т. д. К косвенным признакам относятся существующая в природе и отразившаяся на снимках взаимосвязь, взаимозависимость или взаимообусловленность различных объектов и явлений и сопутствующих им характеристик.

ЗАДАНИЕ

Используя прямые и косвенные дешифровочные признаки, аналитическим способом составить ведомость камерального дешифрирования на десять различных по видам площадных контуров и точечных объектов. Выполнить топографическое дешифрирование одного аэрофотоснимка с целью обновления и выпуска карты масштаба 1:10000. Вычертить шариковой ручкой или карандашом всю контурную нагрузку в пределах рабочей площади аэрофотоснимка № 555 или № 596 в условных топографических знаках масштаба 1:10000.

Исходные данные

1. Три маршрута, в каждом три-четыре аэрофотоснимка.
2. Высота фотографирования $H = 860-900$ м. $f_k = 70,0$ мм.
3. Чертежные принадлежности, условные знаки.
4. Топографическая карта масштаба 1:10000.

Задача I. Выполнить аналитическое дешифрирование отдельных контуров, отображённых на аэрофотоснимках, с учётом доминирующих прямых и косвенных дешифровочных признаков. При дешифрировании использовать топографическую карту в виде эталона данной местности, а также усвоенные знания по характеристикам прямых и косвенных признаков конкретных объектов для данного участка местности. При качественном дешифрировании необходимо привлекать и другие вспомогательные всесторонние знания об объектах, которые известны дешифровщику.

Порядок выполнения работы

1. Из смежных перекрывающихся аэрофотоснимков маршрута составить стереопару и взаимно ориентировать под стереоскопом до достижения устойчивого прямого стереоэффекта.

2. Тщательно изучить под стереоскопом ситуацию полученных стереоскопических моделей и содержание контуров с помощью лупы.

3. В пределах полезной площади аэрофотоснимка вычертить границы площадных контуров простым карандашом. Каждому контуру точечному, линейному или площадному присвоить порядковый номер и занести в графу 1 табл. 1.

Ведомость камерального дешифрирования Таблица 1

№№ п/п	Форма	Раз- мер	Тень падаю- щая	Тон	Струк- тура изобра- жения	Косвен- ный при- знак	Домини- рующие признаки (№№ столбцов)	Объект опозна- вания
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Прямоли- нейная	Двухко- лейная ж/д	От насыпи у мостов через реку	Серый	–	Железно- дорожный состав	1, 2, 7	Железная дорога
2	Криволи- нейная	Средняя высота деревьев H = 15 м	От взрослых деревьев	Темно- серый	Крупнозер- нистая от крон деревьев и теней	–	1, 2, 6	Лес
3	Прямо- угольная	Поля зернового севообо- рота	Отражена в структуре изображе- ния	Свет- ло- серый	Линейно- полосчатая	–	1, 2, 6	Пашня
4	Прямоли- нейная	Средняя высота H=4 м	От поросли	Темно- серый	Среднезерни- стая от крон лиственной поросли	Местополо- жение	1, 2, 6, 7	Лесополо- са
5								

4. Описать форму контура (криволинейная, прямолинейная, прямоугольная, квадратная и т.п.) в графе 2 табл. 1. Форма – один из основных дешифровочных признаков, по которому устанавливается наличие объекта и его основные свойства. Именно очертания объекта, или его форма, воспринимаются при дешифрировании в первую очередь. Форма, однако, не является решающим дешифровочным признаком: извилистый контур может быть речкой и полевой дорогой; круглый контур может быть изображением бассейна и стога сена и т. п.

5. Размер уточняет сведения, которые дает его форма. При этом важно знать масштаб снимка, определяющий размер изображения. Для целей топографии важно дать тот размер дешифрируемому контуру в графе 3, который должен быть отражён в качестве количественной характеристики на топографических или специальных картах. Например, для железной дороги размер - это однокорейная или двухкорейная дорога; для лесополосы - это

средняя высота деревьев, поросли или кустарника, из которых состоит лесополоса.

6. Описать падающую тень (столбец 4), по которой определяются относительные высоты объектов. Определив высоту одного объекта, легко определить высоту другого объекта по соотношению длин теней. У ряда точечных объектов, таких как опоры ЛЭП, всевозможные вышки, геодезические знаки, различного назначения столбы и т.п., основным доминирующим признаком является падающая тень, без которой в ряде случаев невозможно опознать такие объекты.

7. Фототон – это степень почернения фотоматериала в соответствующем месте изображения объекта, зависящая от целого ряда факторов – отражательной способности объекта, его внешнего строения, освещенности, времени съемки, влажности, режима фотопечати и т. п. Описать тон изображения в градациях от белого до черного. Для дешифрирования вполне достаточно семи градаций (белый, почти белый, светло-серый, серый, темно-

серый, почти черный и черный). Для смежных площадных контуров по разнице в полутонах дешифрируется граница между ними. Если изображение водной поверхности, например реки, проходит через площадь снимка с одной стороны на другую противоположную, то тон изображения меняется от более светлых полутонов к более тёмному в зависимости от положения солнца относительно объектива АФА в момент фотосъёмки. В этом случае тон описывается в столбце 5 как переменный от... – до..., что характерно для таких водных поверхностей. Учитывая нестабильность показателя, при дешифрировании фототон оценивают только в сочетании с другими дешифровочными признаками (например, структурой). Тем не менее именно фототон выступает как основной дешифровочный признак, формирующий очертания границ, размеры и структуру изображения объекта.

8. Структура изображения – наиболее устойчивый прямой дешифровочный признак, практически не зависящий от условий съёмки. Структура представляет собой сложный признак, объединяющий некоторые другие прямые дешифровочные признаки (форму, тон, размер, тень) компактной группы однородных и разнородных деталей изображения местности на снимке. Повторяемость, размещение и количество этих деталей приводят к выявлению новых свойств и способствуют повышению достоверности дешифрирования. Важность этого признака повышается с уменьшением масштаба снимка. Необходимо описать характерную структуру площадных контуров (например: линейно-полосчатая, по которой определяют контура пашни; крупнозернистая структура характерна для контура леса; среднезернистая структура – для контуров поросли; мелкозернистая – характерна для контуров кустарника). Описание занести в столбец 6.

9. К косвенным признакам относится существующая в природе и отразившаяся на снимках взаимосвязь, взаимозависимость или взаимообусловленность различных объектов и явлений и сопутствующих им характеристик. Косвенный признак для конкретного объекта опознавания заносится в столбец 7.

10. Используя прямые и косвенные дешифровочные признаки, приведенные в табл. 1. и имеющийся эталон съёмки прежних лет в виде карты, а также знания о других особенностях объектов опознавания, например о комплексе зернового тока, определить содержание дешифрируемого контура.

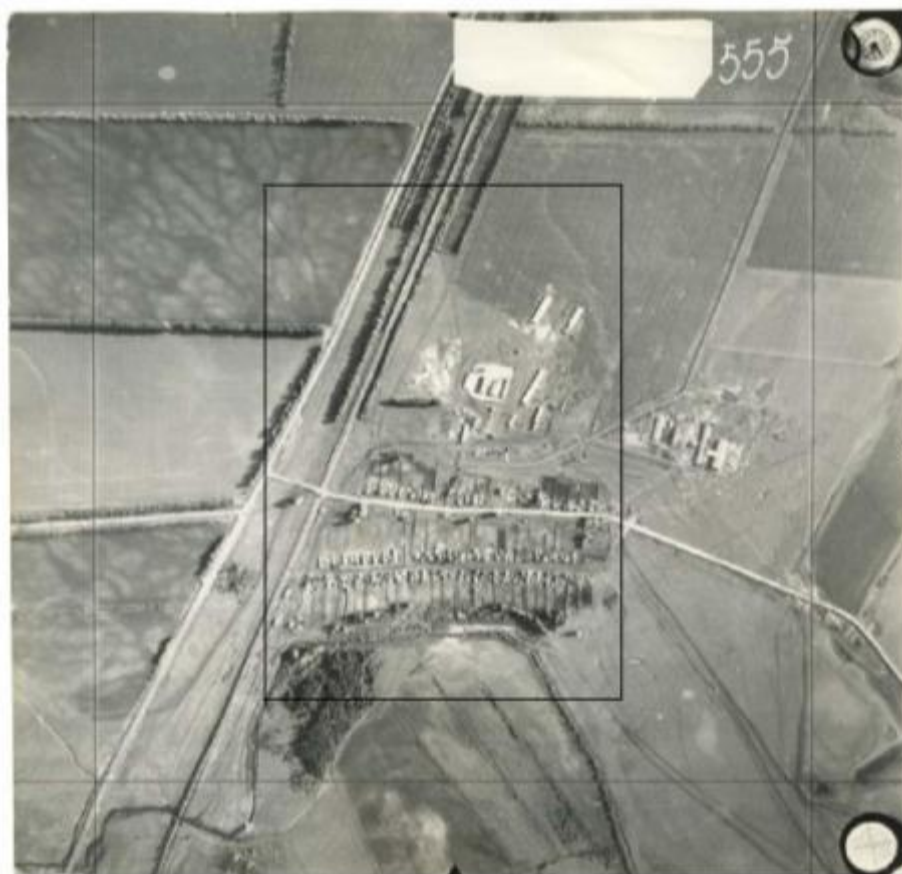
11. Из ведомости камерального дешифрирования выбрать те признаки, по которым раскрывается содержание объекта опознавания и занести номера столбцов этих признаков в ячейку столбца 8, отведённую для доминирующих признаков.

12. В столбце 9 дать названия объекта опознавания.

Задача II. Выполнить дешифрирование контуров для обновления картографических материалов съёмок прежних лет с целью выпуска топографических карт масштаба 1:10 000. Топографическое дешифрирование выполнить индивидуально в пределах рабочей площади.

Порядок выполнения работы

1. Отбить границу рабочей площади на аэрофотоснимке, ограниченную средними линиями продольного и поперечного перекрытий, и вычертить ее границы.



Фоторисунок 1

3. На аэрофотоснимке (Фоторисунок 1) третьего маршрута мягким карандашом провести с помощью линейки прямые линии по середине зон продольных и поперечных перекрытий со смежными снимками.

Середина зон продольного и поперечного перекрытия находится путем деления отрезков l_x и l_y пополам. Полученные точки пересечения средних линий продольных и поперечных перекрытий будут являться углами, а сами линии – границами рабочей площади этого снимка.

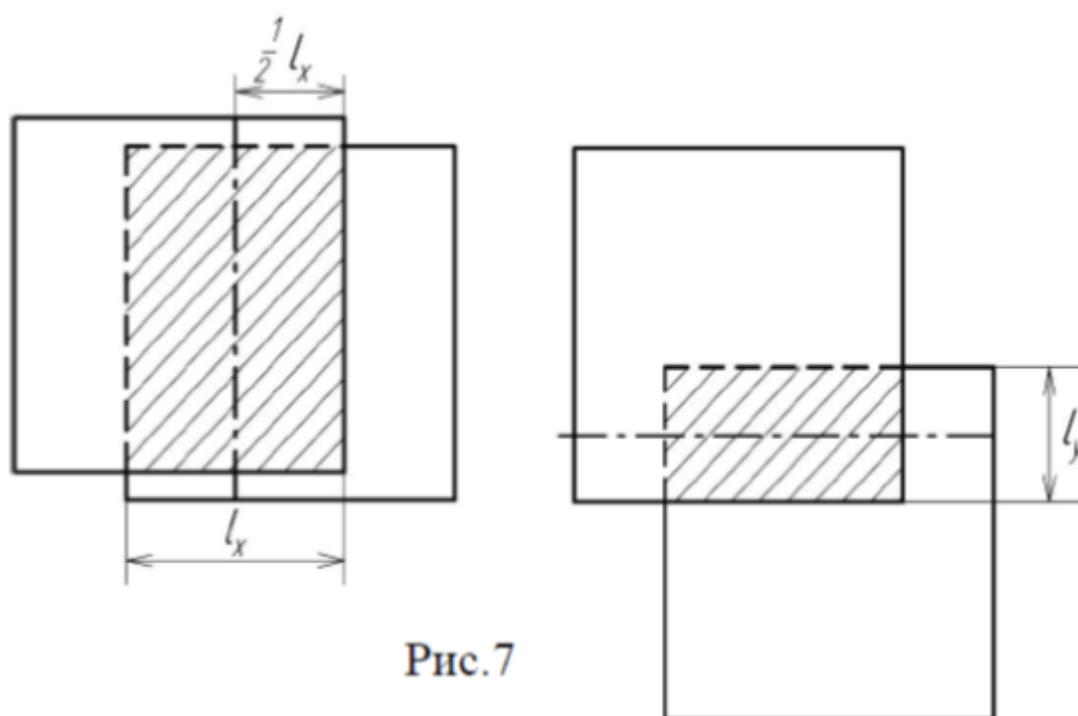


Рис. 7

4. Дешифровать и вычертить контуры в пределах рабочей площади аэрофотоснимка в соответствии с условными обозначениями, данными в таблицах условных знаков для масштаба 1:10 000.
5. При дешифрировании для целей обновления следует эффективно использовать карту съёмок прежних лет, на которой остались неизменными многие объекты дешифрирования. Произошли изменения, которые необходимо выявить в процессе дешифрирования.

Лабораторная работа 9. Классы точности геодезических измерений

Необходимая точность измерений в различных областях: нормативные требования и практический опыт

Цель работы: закрепить полученные знания по детальной разбивке трасы линейного сооружения на примере круговой кривой.

Порядок разбивки кривой

В способе прямоугольных координат точки кривой выносят на местность по координатам (рис. 3.1). Координату x_i откладывают от начала (НК) или конца (КК) кривой по линии тангенса (Т) в направлении на вершину угла (ВУ), а y_i – перпендикулярно линии тангенса в сторону поворота трассы.

В способе углов откладывают теодолитом в точке НК или КК от линии тангенса угол α_1 (рис. 3.2), отмеряют по полученному направлению хорду l и получают точку 1. Затем теодолитом откладывают второе направление под углом α_2 от линии тангенса, откладывают хорду l от уже вынесенной точки 1 так, чтобы конец отложенного отрезка лежал на вынесенном направлении. Получают точку 2. Точку 3 выносят от точки 2, отмерив вновь хорду l и отложив угол α_3 от линии тангенса.

В способе продолженных хорд (рис. 3.3) вначале находят на линии тангенса положение конца базиса $1'$, отложив от точки НК (или КК) хорду l . Затем линейной засечкой находят точку 1, вновь отложив от НК хорду l , а от точки $1'$ – крайнее перемещение a . Конец второго базиса $2'$ находят на продолжении предыдущей хорды, отложив по створу от точки 1 хорду l . Точку 2 находят, отложив от точки 1 хорду l , а от точки $2'$ – промежуточное перемещение b . Следующую точку 3 находят так же, как и точку 2.

Разбивка кривой на плане

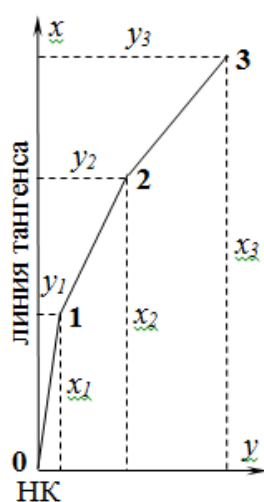


Рисунок 3.1- Способ прямоугольных координат

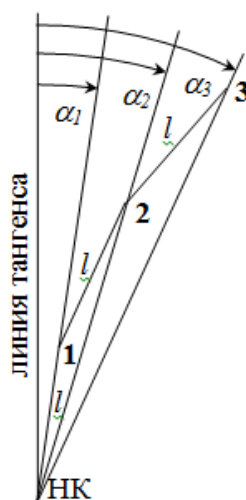


Рисунок 3.2 - Способ углов

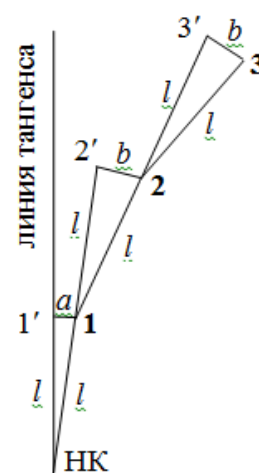


Рисунок 3.3 - Способ продолженных хорд

С целью закрепления знаний по данной теме студенты выполняют детальную разбивку круговой кривой тремя способами на плане в масштабе 1:1000 по подготовленным исходным данным. Построения начинают с прочерчивания на отдельном листе отчёта линии тангенса (рис. 3.4) и нанесения на ней точек НК и ВУ (расстояние между ними равно тангенсу Т). Затем с помощью карандаша, линейки с миллиметровыми делениями и транспортира делают такие же построения, как и на местности при разбивке кривой с помощью мерного прибора и теодолита. Каждый способ разбивки оформляют на отдельном листе.

Для каждого способа положение точки 3 контролируют дополнительным построением: через вершину угла проводят биссектрису (откладывают от линии тангенса угол $\chi = 90^\circ - \theta / 2$) и откладывают по ней длину Б. Конец отрезка должен совпасть с точкой 3. Это середина кривой СК.

Способ прямоугольных координат

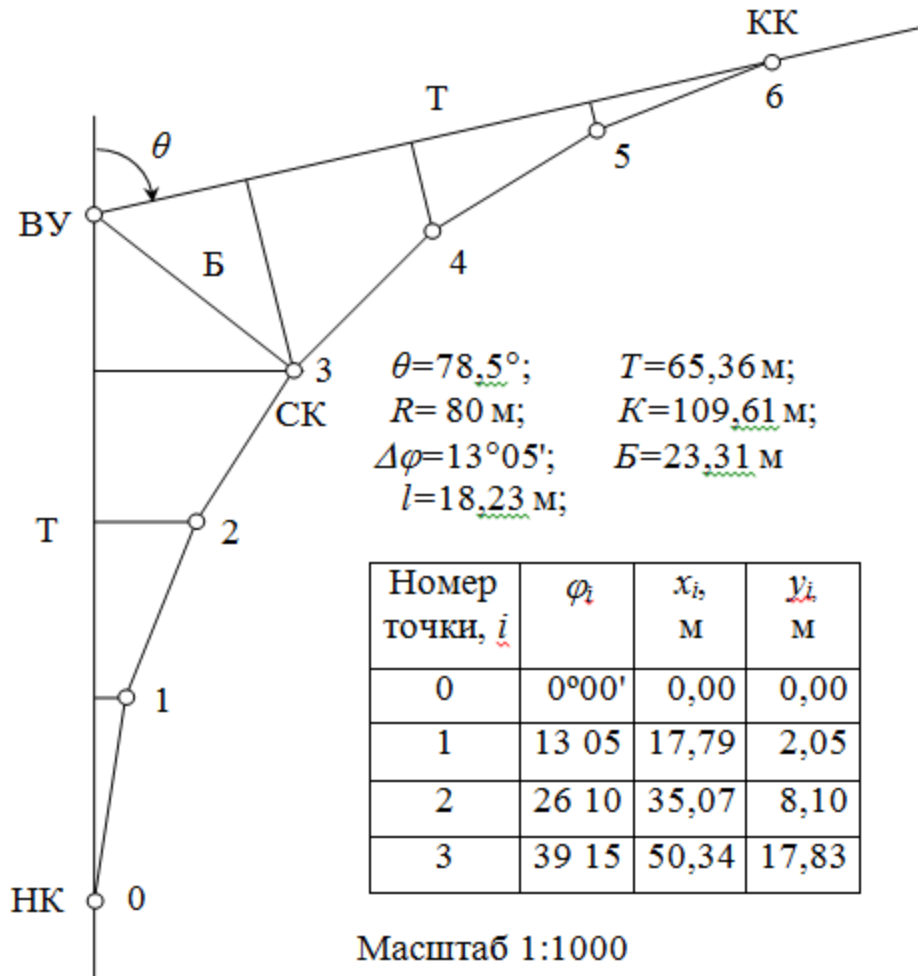


Рисунок 3.4 - Пример оформления рисунка

В отчёте приводят исходные данные, результаты подготовки данных для детальной разбивки тремя способами и три рисунка. Линейные величины вычисляют с точностью до 0,01 м, а угловые – до 1'. Рисунки оформляют подобно рисунку 3.4. На каждом рисунке должны быть приведены все исходные данные и оставлены в карандаше вспомогательные построения. Окружность и центр окружности, соответствующие выносимой круговой кривой, находить и рисовать не нужно.

Далее необходимо выполнить детальную разбивку круговой кривой. Параметры рассчитать по формуле:

$$\theta = 40^\circ + k_0, \quad R = 45_{\text{м}}, \quad (4.1)$$

Кривую делят на 8 частей. Для работы можно принять указанные ниже данные.

Общие данные:

$\theta = 40^\circ 45'$, $R = 45 \text{ м}$,

$T = 16,71 \text{ м}$, $K = 32,01 \text{ м}$, $B = 3,00 \text{ м}$, $\Delta\varphi = 5^\circ 05,6'$, $l = 4,00 \text{ м}$.

Для способа прямоугольных координат:

$x_1 = 4,00 \text{ м}$; $x_2 = 7,96 \text{ м}$; $x_3 = 11,86 \text{ м}$; $x_4 = 15,67 \text{ м}$;

$y_1 = 0,18 \text{ м}$; $y_2 = 0,71 \text{ м}$; $y_3 = 1,59 \text{ м}$; $y_4 = 2,82 \text{ м}$.

Для способа углов:

$\alpha_1 = 2^\circ 33'$; $\alpha_2 = 5^\circ 06'$; $\alpha_3 = 7^\circ 38'$; $\alpha_4 = 10^\circ 11'$.

Для способа продолженных хорд:

$a=0,18$ м; $b=0,36$ м.

Вначале выбирают и закрепляют на местности колышками вершину угла ВУ и одну линию тангенса. От неё теодолитом откладывают угол $180^\circ-\theta$ и получают вторую линию тангенса. По обеим линиям от ВУ откладывают длину Т и закрепляют колышками точки НК и КК. Затем выполняют детальную разбивку.

Половину кривой (точки 1÷4) разбивают способом прямоугольных координат, вторую половину – способом углов. Измеряют несовпадение двух положений точки 4, вынесенной обоими способами. Расхождение не должно превышать $2\div6$ см. Способом продолженных хорд контролируют вынос всех точек путём измерения крайнего а и промежуточного б перемещений и сравнения их с вычисленными значениями. Допустимое расхождение $1\div3$ см. Положение точки 4 или СК дополнительно проверяют откладыванием длины Б от вершины угла по его биссектрисе. Точки кривой закрепляют колышками или вешками.

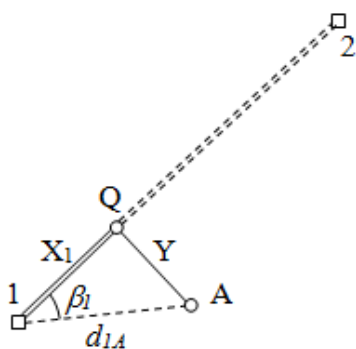


Рисунок 1.4 - Способ прямоугольных координат

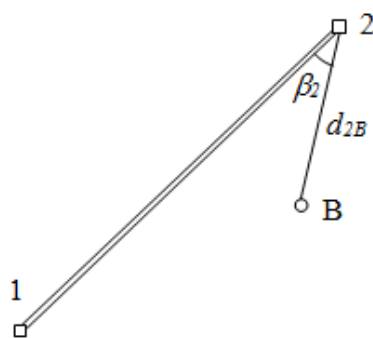


Рисунок 1.5 - Полярный способ

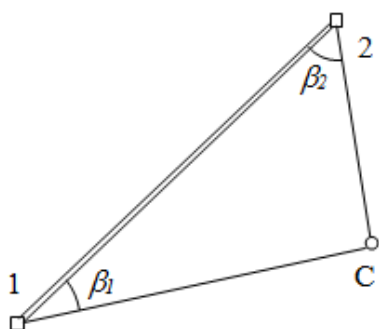


Рисунок 1.6 - Угловая засечка

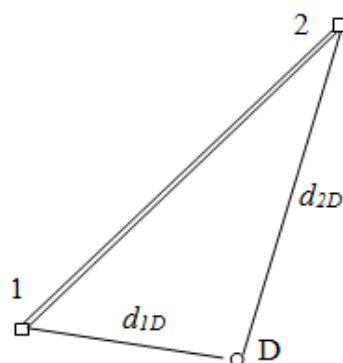


Рисунок 1.7 - Линейная засечка

После составления таблицы и плана найдём разбивочные элементы. Возьмём для примера 2-й вариант по таблице 1.4.

- Способ прямоугольных координат для точки В:

Вспомогательные величины:

$$\beta_2 = \alpha_{21} - \alpha_{2B} = \arctg \frac{-16,96}{-10,60} - \arctg \frac{-3,37}{-5,80} = 238^\circ 00' - 210^\circ 09' = 27^\circ 51',$$

$$d_2 = \sqrt{5,80^2 + 3,37^2} = 6,71.$$

Разбивочные элементы:

$$X_1 = 6,71 \cdot \cos 27^\circ 51' = 5,93, \quad Y_1 = 6,71 \cdot \sin 27^\circ 51' = 3,17.$$

- Полярный способ для точки А:

$$\beta_1 = \alpha_{1A} - \alpha_{12} = \arctg \frac{6,66}{0,80} - \arctg \frac{16,96}{10,60} = 83^\circ 09' - 58^\circ 00' = 25^\circ 09',$$

$$d_1 = \sqrt{0,80^2 + 6,66^2} = 6,71.$$

• Угловая засечка для точки D:

$$\beta_1 = \alpha_{1D} - \alpha_{12} = 107^\circ 04' - 58^\circ 00' = 49^\circ 04',$$

$$\beta_2 = \alpha_{21} - \alpha_{2D} = 238^\circ 00' - 212^\circ 03' = 25^\circ 57'.$$

• Линейная засечка для точки C:

$$d_1 = \sqrt{\Delta x_{1C}^2 + \Delta y_{1C}^2} = \sqrt{1,34^2 + 15,59^2} = 15,65,$$

$$d_2 = \sqrt{\Delta x_{2C}^2 + \Delta y_{2C}^2} = \sqrt{9,26^2 + 1,37^2} = 9,36.$$

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации самостоятельной работы
по дисциплине
«Цифровые методы обработки геодезических измерений»
для студентов направления подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры

Ставрополь
2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Общая характеристика самостоятельной работы
2. План-график выполнения самостоятельной работы
3. Задания для самостоятельной работы
4. Список литературы, рекомендуемый к использованию в самостоятельной работе студентов

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Цифровые методы обработки геодезических измерений» относится к блоку 1 «Дисциплины (модули)» (Часть, формируемая участниками образовательных отношений). Реализуется в 5 семестре.

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины «Цифровые методы обработки геодезических измерений» является теоретическое освоение основных разделов дисциплины и обоснованное понимание возможности и роли курса при решении народнохозяйственных задач. Освоение дисциплины направлено на формирование у студентов профессиональных компетенций, направленных на овладение современными геодезическими приборами и методами автоматизированной камеральной обработки геодезических измерений на основе использования передового программного обеспечения.

Задачи освоения дисциплины:

Теоретические задачи:

- обобщение представлений о методологии камеральной обработки геодезических измерений;
- уточнение и проведение сравнительного анализа функциональных характеристик программного обеспечения и геодезических приборов ведущих производителей.
- отработка полного цикла цифровой обработки геодезических измерений

Практические задачи:

- формирование навыков получения конечного результата обработки геодезических измерений в виде законченного варианта землеустроительной или кадастровой документации;
- формирование навыков работы в ключевых программных продуктах по обработке геодезических измерений.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Цель освоения дисциплины заключается в формировании набора универсальных компетенций.

Самостоятельная работа студентов (СРС) выражает одну из значимых форм образовательного процесса, которая способствует формированию творческой личности будущего специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности.

Самостоятельная работа студента содействует развитию умения учиться, формировать у студента способности к саморазвитию, творческому применению полученных знаний, способам адаптации к профессиональной деятельности в современном мире.

Самостоятельная работа студентов – это деятельность, связанная с воспитанием мышления будущего профессионала, всякий вид занятий, создающий условия для зарождения самостоятельной мысли, познавательной активности. Это совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне её, в контакте с преподавателем и в его отсутствие.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях, лабораторных (семинарских) занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих работ, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных и творческих задач.

Самостоятельная работа студентов может осуществляться как в аудитории, так и вне её, обычно это в основном внеаудиторная деятельность студента. Для активного владения знаниями в процессе аудиторной работы необходимо не только понимание учебного материала, но и творческое его восприятие.

Основные формами реализации самостоятельной работы и контроля знаний являются:

Комплект разноуровневых задач и заданий – индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков студентов по темам дисциплины. Процедура проведения этой формы учебной деятельности студента включает в себя письменное выполнение заданий трех уровней и защиту их на практическом занятии. При проверке задания, оцениваются полнота и самостоятельность выполнения заданий, оригинальность решения.

Опорный конспект темы – письменный текст, в котором кратко и последовательно изложено содержание основного источника информации. Конспектировать – значит приводить к некоему порядку сведения, почерпнутые из оригинала. В основе процесса лежит систематизация прочитанного или услышанного. Записи могут делаться как в виде точных выдержек, цитат, так и в форме свободной подачи смысла. Данный вид самостоятельной работы направлен на формирование представлений о конфликтах.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Текущий контроль осуществляется в процессе индивидуальных и групповых консультаций, собеседований, в процессе анализа и самоанализа самостоятельной работы.

ПЛАН – ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Виды и содержание самостоятельной работы студента; формы контроля и сроки сдачи

Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых компетенций, индикатора (ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
5 семестр					
ПК-13 И-1, И-2, И-3	Основные цели и задачи дисциплины «Цифровые методы обработки геодезических измерений». Современное состояние отрасли. Обзор литературы	Собеседование	8	-	8
ПК-13 И-1, И-2, И-3	Математическая обработка результатов геодезических измерений. ПО для мат. Обработки, основные операции	Собеседование	8	-	8
ПК-13 И-1, И-2, И-3	Геодезическое использование спутниковых навигационных систем Виды современных спутниковых систем. Обработка данных спутниковых измерений	Собеседование	8	-	8
ПК-13 И-1, И-2, И-3	ПО для камеральной обработки геодезических измерений Классификация видов геодезического ПО. САПР, ГИС, кадастровые программы, вспомогательные утилиты	Собеседование	8	-	8
ПК-13 И-1, И-2, И-3	ГИС в земельном кадастре	Собеседование	8	-	8

	Возможности ГИС для работы в кадастре, землеустройстве, геодезии				
ПК-13 И-1, И-2, И-3	Данные дистанционного зондирования как основа для геодезических работ Классификация данных ДЗЗ по видам, типам, масштабам и т.д. Возможности применения данных ДЗЗ для целей кадастра, землеустройства, мониторинга	Собеседование	8	-	8
ПК-13 И-1, И-2, И-3	Геодезические сети как основа проведения и обработки измерений Виды геодезических сетей. Их классификация. Привязка к пунктам сетей для производства измерений	Собеседование	8	-	8
ПК-13 И-1, И-2, И-3	Цифровая обработка геоданных Программы для цифровой обработки геоданных. Уравнивание геодезических сетей и единичных измерений	Собеседование	8	-	8
ПК-13 И-1, И-2, И-3	Классы точности геодезических измерений Необходимая точность измерений в различных областях: нормативные требования и практический опыт	Собеседование	8	-	8
ИТОГО за 5 семестр			72		72
ИТОГО			72		72

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вопросы для собеседования

1. Геодезические измерения: полевые и камеральные работы
2. Источники получения геоанных
3. Импорт геоанных из геодезических приборов в прикладные программы
4. Геодезические сети в России, отдельных населенных пунктах
5. Привязка геодезических измерений к геодезическим сетям
6. Использование геодезических сетей для спутниковых измерений
7. Спутниковые методы в современной геодезии
8. Виды данных дистанционного зондирования для целей кадастра, геодезии, землеустройства
9. Особенности использования ГИС в земельном кадастре
10. Хранение и анализ кадастровой информации в ГИС
11. Прикладные программы для обработки геоанных
12. Мобильные приложения для обработки геоанных
13. Web-картография для целей кадастра
14. Особенности работы спутникового геодезического оборудования
15. Экономическая эффективность спутниковых навигационных систем
16. Особенности съемки застроенных территорий спутниковыми навигационными системами
17. Математическое вычисление координат точек
18. Вычисление длин линий
19. Вычисление румбов и дирекционных углов линий
20. Вычисление площадей земельных участков
21. Виды ошибок в геодезических измерениях
22. Нормативная точность геодезических измерений
23. Характеристика геодезических приборов по точности

Список рекомендуемой литературы:

1. Золотова Е.В. Геодезия с основами кадастра: учебник для студентов вузов / Е.В. Золотова, Р.Н. Скогорева. - [2-е изд., испр.]. - М.: Академический Проект: Фонд "Мир", 2012. - 414 с.: прил. - (Gaudeamus) (Библиотека геодезиста и картографа) (Единый гуманитарный мир. Естествознание). - Библиогр.: с. 407. - ISBN 978-5-8291-1355-1. - ISBN 978-5-919840-07-7

2. Поклад Г.Г. Геодезия: учеб. пособие для студентов вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев; М-во сельского хоз-ва Рос. Федерации, Воронеж. гос. аграр. ун-т им. К.Д. Глинки. - М.: Академический Проект: Парадигма, 2011. - 539 с. - (Gaudeamus) (Библиотека геодезиста и картографа). - Библиогр.: с. 525-526. - Предм. указ.: с. 527-531. - ISBN 978-5-8291-1321-6. - ISBN 978-5-902833-23-9

Интернет-ресурсы

1. [http:// biblioclub.ru](http://biblioclub.ru) - Университетская библиотека онлайн
2. <http://www.rsl.ru> - Российская государственная библиотека.
3. <http://gis-lab.info> - ГИС Лаборатория
4. <https://pbprog.ru> - Программный центр «Помощь образованию»
5. <https://rosreestr.ru> - Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр)