



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Факультет: Дорожно-транспортный

Кафедра: Геодезии

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Дисциплина «Прикладная геодезия»

Специальность 21.05.01 Прикладная геодезия

Специализация Инженерная геодезия

Номер зачетной книжки 1921555

Номер варианта

Группа ДТЗПГ31

Обучающийся


подпись, дата 26.06.25

Н.М. Юсупов

Контрольную работу проверил


подпись, дата 25.06.25

доцент, Л.Ф. Кирильчик



Ростов-на-Дону
2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Создание плановой разбивочной основы	4
2. Моделирование результатов полигонометрии	8
3. Вычисления элементов редукции пунктов полигонометрии	14
4. Нивелирование III класса	19
5. Вынос углов здания от пунктов строительной сетки	20
6. Проектирование горизонтальной площадки	22
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	25
Перечень использованных информационных ресурсов	26
Приложение А Копия карты масштаба 1:10000	27
Приложения Б Разбивочный чертеж основных осей здания полярным способом в системе координат СК42	28
Приложение В Разбивочный чертеж основных осей здания в условной системе координат	29
Приложение Г Топографический план строительного участка	30
Приложение Д Картограмма земляных работ для горизонтальной площадки	31

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной работы является проектирование геодезической разбивочной основы для выноса осей сооружения и вертикальной планировки на строительной площадке.

Задачей данной работы является проектирование плановой и высотной основы, а также выполнение детальной разбивки плановой основы. Составление топографического плана и картограммы земляных работ.

Геодезическая разбивочная основа для строительства состоит из разбивочной сети строительной площадки и внешней разбивочной сети здания. Для строительства промышленных комплексов разбивочную сеть создают в виде строительной сетки. Чертеж разбивочной сети строительной площадки составляется в масштабе генерального плана. К нему прилагаются: данные о точности построения разбивочной сети с учетом существующих пунктов геодезической сети и требований строительных норм и правил, государственных стандартов; описание типов центров геодезических пунктов и методики их заложения.

Системы координат для строительных площадок устанавливаются в период проектирования объектов и показываются на проектных чертежах. Привязки элементов зданий, сооружений, необходимые данные для производства разбивочных работ на проектных чертежах даются относительно осей в установленной для данной строительной площадки системе координат.

Высотные разбивочные сети создаются ходами нивелирования II, III, IV классов, а также ходами геометрического и тригонометрического нивелирования.

1 Создание плановой разбивочной основы

На стадии подготовки площадки к строительству была создана геодезическая разбивочная основа, служащая для планового и высотного обоснования при выносе проекта подлежащих возведению зданий и сооружений на местность, а также геодезического обеспечения на всех стадиях строительства и после его завершения.

Геодезическая разбивочная основа для определения объектов строительства в плане создана в виде строительной сетки, продольных и поперечных осей, определяющих положение на местности основных зданий и сооружений и их габаритов, для строительства предприятий и групп зданий и сооружений.

Строительная сетка была выполнена в виде квадратных фигур. Длина сторон фигур сетки 200 м.

При проектировании строительной сетки соблюдались требования:

- 1) Обеспечены максимальные удобства для выполнения разбивочных работ;
- 2) Основные возводимые здания и сооружения были расположены внутри фигур сетки;
- 3) Линии сетки параллельны основным осям возводимых зданий и расположены по возможности ближе к ним;
- 4) Обеспечены непосредственные линейные измерения по всем сторонам сетки;
- 5) Пункты сетки были расположены в местах, удобных для угловых измерений с видимостью на смежные пункты, а также в местах, обеспечивающих их сохранность и устойчивость;

Для данного случая был выбран наиболее оптимальный вариант геодезической разбивочной основы – строительная сетка продольных и поперечных осей. Была запроектирована сетка, состоящая из 20 квадратов со сторонами 200м. На сетке расположено 30 пунктов.

Исходными данными для проектирования строительной сетки являются

топографическая карта масштаба 1:10000, координаты точки 1 ($X=6066335,000\text{ м.}$, $Y=5311680,000\text{ м.}$) и дирекционный угол направления 1-2 $\alpha_{1-2}=195^{\circ}00'00''$.

Схема строительной сетки представлена на рисунке 1.

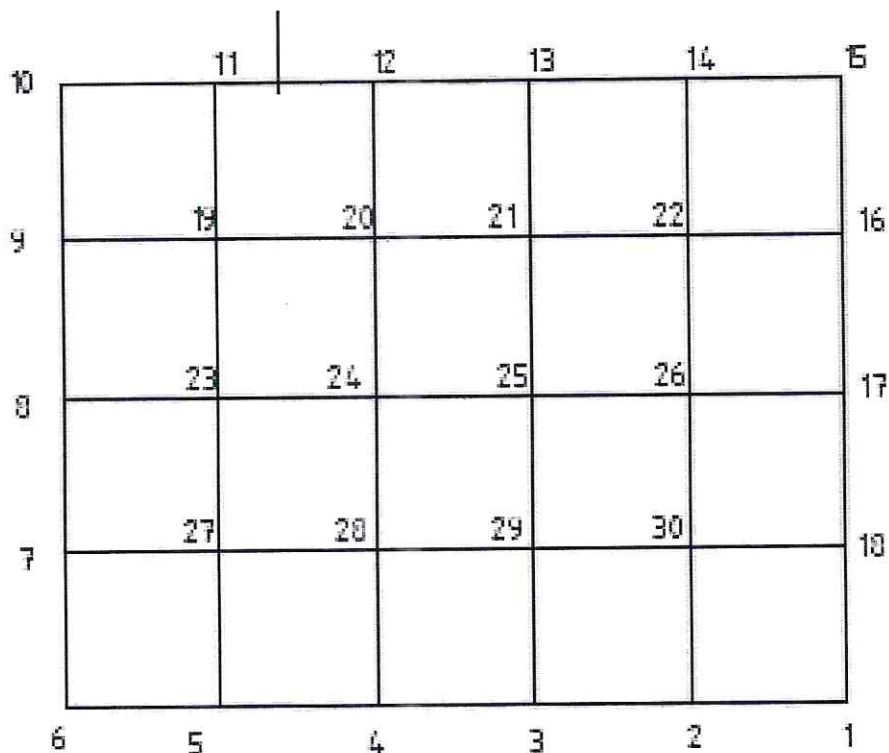


Рисунок 1 – Схема строительной сетки

Для обеспечения более высокой точности определяемых элементов строительной сетки, а также при проектировании и разбивки на местности больших предприятий по всей сетке прокладывают полигонометрические хода.

Исходя из характеристик объекта строительства (таблица 1), а именно из вида объекта и его площади, было проложено 4 полигонометрических хода 1-го разряда, один замкнутый по периметру сетки и три внутренних разомкнутых хода. Характеристики полигонометрических ходов представлены в таблице 2.

Таблица 1- Величины СКО построения разбивочных сетей

Характеристика объектов строительства	Величины СКО построения разбивочной сети строительной площадки		
	угловые измерения, с	линейные измерения	Определение превышения на 1 км хода, мм
Предприятия и группы зданий на участках площадью более 1 км; отдельно стоящие здания с площадью застройки более 100 тыс. м.	3	1/25000	4
Предприятия и группы зданий на участках площадью более 1 км; отдельно стоящие здания с площадью застройки от 10 до 100 тыс. м.	5	1/10000	6
Отдельно стоящие здания с площадью застройки менее 10 тыс. м.; дороги, инженерные сети в пределах застраиваемой территории	10	1/5000	10
Дороги, инженерные сети вне застраиваемой территории; земляные сооружения, в том числе вертикальная планировка	30	1/2000	15

Таблица 2- Характеристика полигонометрических ходов 4 класса, 1-го и 2-го разрядов

Показатели	4 класс	1разряд	2разряд
Предельная длина хода, км	10	5	3
Длина хода, км:			
- отдельного между исходной и узловой точкой	7	3	2
- между узловыми точками	5	2	1
Предельный периметр полигона, км	30	15	9
Длина линий хода, км:			
- наибольшая	2,0	0,80	0,35
- наименьшая	0,25	0,12	0,08
- оптимальная	50	0,30	0,20
Число сторон в ходе, не более	15	15	15
Относительная ошибка хода, не более	1:25000	1:10000	1:5000
Средняя квадратическая ошибка измерения угла (по невязкам в ходах и полигонах), не более	2"	5"	10"

Проектные координаты строительной сетки были вычислены в программе Credo_Dat (таблица 3).

Таблица 3 – Ведомость проектных координат

Имя пункта	X, м	Y, м
1	6066335,000	5311680,000
2	6066141,815	5311628,236
3	6065948,630	5311576,472
4	6065755,445	5311524,709
5	6065562,259	5311472,945
6	6065369,074	5311421,181
7	6065420,838	5311227,996
8	6065472,602	5311034,811
9	6065524,366	5310841,625
10	6065576,129	5310648,440
11	6065769,315	5310700,204
12	6065962,500	5310751,968
13	6066155,685	5310803,732
14	6066348,870	5310855,496
15	6066542,055	5310907,259
16	6066490,291	5311100,445
17	6066438,528	5311293,630
18	6066386,764	5311486,815
19	6066193,579	5311435,051
20	6066000,393	5311383,287
21	6065807,208	5311331,523
22	6065614,023	5311279,760
23	6066245,342	5311241,866
24	6066052,157	5311190,102
25	6065858,972	5311138,338
26	6065665,787	5311086,574
27	6066297,106	5311048,681
28	6066103,921	5310996,917
29	6065910,736	5310945,153
30	6065717,551	5310893,389

2 Моделирование результатов измерения полигонометрии

Измерения в геодезии рассматриваются с двух точек зрения: количественной, выражающей числовое значение измеренной величины, и качественный, характеризующей ее точность.

Случайные ошибки – это ошибки, размер и влияние которых на каждый отдельный результат измерения остается неизвестным.

Теория ошибок изучает только случайные ошибки. Под случайной ошибкой здесь и далее будем понимать разность

$$\Delta i = X - l_i, \quad (1)$$

где Δi - истинная случайная ошибка; X - истинная величина; l_i - измеренная величина

Случайные ошибки имеют следующие свойства:

1. Чем меньше по абсолютной величине случайная ошибка, тем чаще встречается при измерениях,
2. Одинаковые по абсолютной величине случайные ошибки одинаково часто встречаются при измерениях.
3. При данных условиях измерений величина случайной погрешности по абсолютной величине не превосходит некоторого предела. Под данными условиями подразумевается один и тот же прибор, один и тот же наблюдатель, одни те же параметры внешней среды. Такие измерения называются равноточными.
4. Среднее арифметическое из случайных ошибок стремится к нулю при неограниченном возрастании числа измерений.

Для обеспечения необходимой точности разбивки ошибки во взаимном положении пунктов строительной сетки со сторонами 200 м. не должны превышать 2 см. или относительной ошибки 1:10000.

Прямые углы должны быть построены с ошибкой 20".

Опираясь на свойства случайных ошибок, были смоделированы ряды ошибок для каждого полигонометрического хода (таблицы 4-7). Используя

программу Credo_Dat, произвели уравнивание результатов измерений полигонометрии. Полученные координаты представлены в таблице 8, характеристики полигонометрических ходов в таблице 9. Схемы полигонометрических ходов представлены на рисунках 2, 3.

Таблица 4

№	$\beta_{\text{пр}}$	Δ_{β}''	$\beta_{\text{факт}}$	$S_{\text{пр}}$	$\Delta_S, \text{мм}$	$S_{\text{факт}}$
1	90°00'00"	-5	89°59'55"			
				200,000	-2	199.998
2	180°00'00"	-3	179°59'58"			
				200,000	+16	200,016
3	180°00'00"	+1	180°00'01"			
				200,000	-18	199,982
4	180°00'00"	+8	180°00'06"			
				200,000	+11	200.011
5	180°00'00"	+2	180°00'02"			
				200,000	-9	199.991
6	90°00'00"	-1	89°59'59"			
				200,000	-4	199,996
7	180°00'00"	+4	180°00'04"			
				200,000	-6	199.994
8	180°00'00"	+5	180°00'05"			
				200,000	+9	200.009
9	180°00'00"	-1	179°59'59"			
				200,000	+8	200,008
10	90°00'00"	-2	89°59'58"			
				200,000	-8	199,992
11	180°00'00"	-4	179°59'56"			
				200,000	+20	200.020
12	180°00'00"	+1	180°00'01"			
				200,000	-10	199.990
13	180°00'00"	+6	180°00'06"			
				200,000	+2	200,002
14	180°00'00"	-6	179°59'54"			
				200,000	+4	200.004
15	90°00'00"	-4	89°59'56"			
				200,000	+5	200.005
16	180°00'00"	+3	180°00'03"			
				200,000	-8	199.992
17	180°00'00"	-8	179°59'52"			
				200,000	-15	199,985
18	180°00'00"	+4	180°00'04"			
				200,000	+5	200,005
1						
$\sum \Delta_{\beta}'' = 0$				$\sum \Delta_S = 0$		

Таблица 5

№	$\beta_{\text{пр}}$	Δ_{β}''	$\beta_{\text{факт}}$	$S_{\text{пр}}$	$\Delta_S, \text{мм}$	$S_{\text{факт}}$
9	90°00'00"	-7	89°59'53"			
				200,000	-6	199,994
19	180°00'00"	+4	180°00'04"			
				200,000	+10	200,010
20	180°00'00"	-4	179°59'56"			
				200,000	+18	200,018
21	180°00'00"	+2	180°00'02"			
				200,000	-12	199,988
22	180°00'00"	-3	179°59'57"			
				200,000	-10	199,990
16	90°00'00"	+8	90°00'08"			
$\sum \Delta_{\beta}'' = 0$				$\sum \Delta_S = 0$		

Таблица 6

№	$\beta_{\text{пр}}$	Δ_{β}''	$\beta_{\text{факт}}$	$S_{\text{пр}}$	$\Delta_S, \text{мм}$	$S_{\text{факт}}$
8	90°00'00"	+7	90°00'07"			
				200,000	-12	199,988
23	180°00'00"	-2	179°59'58"			
				200,000	-14	199,983
24	180°00'00"	+1	180°00'01"			
				200,000	+20	200,020
25	180°00'00"	-3	179°59'57"			
				200,000	+16	200,016
26	180°00'00"	+2	180°00'02"			
				200,000	-10	199,990
17	90°00'00"	-5	89°59'55"			
$\sum \Delta_{\beta}'' = 0$				$\sum \Delta_S = 0$		

Таблица 7

№	$\beta_{\text{пр}}$	Δ_{β}''	$\beta_{\text{факт}}$	$S_{\text{пр}}$	$\Delta_S, \text{мм}$	$S_{\text{факт}}$
7	90°00'00"	+8	90°00'08"			
				200,000	-10	199,990
27	180°00'00"	-3	179°59'57"			
				200,000	-12	199,988
28	180°00'00"	+2	180°00'02"			
				200,000	+18	200,018
29	180°00'00"	-4	179°59'56"			
				200,000	+10	200,010
30	180°00'00"	+4	180°00'04"			
				200,000	-6	199,994
18	90°00'00"	-7	89°59'53"			
$\sum \Delta_{\beta}'' = 0$				$\sum \Delta_S = 0$		

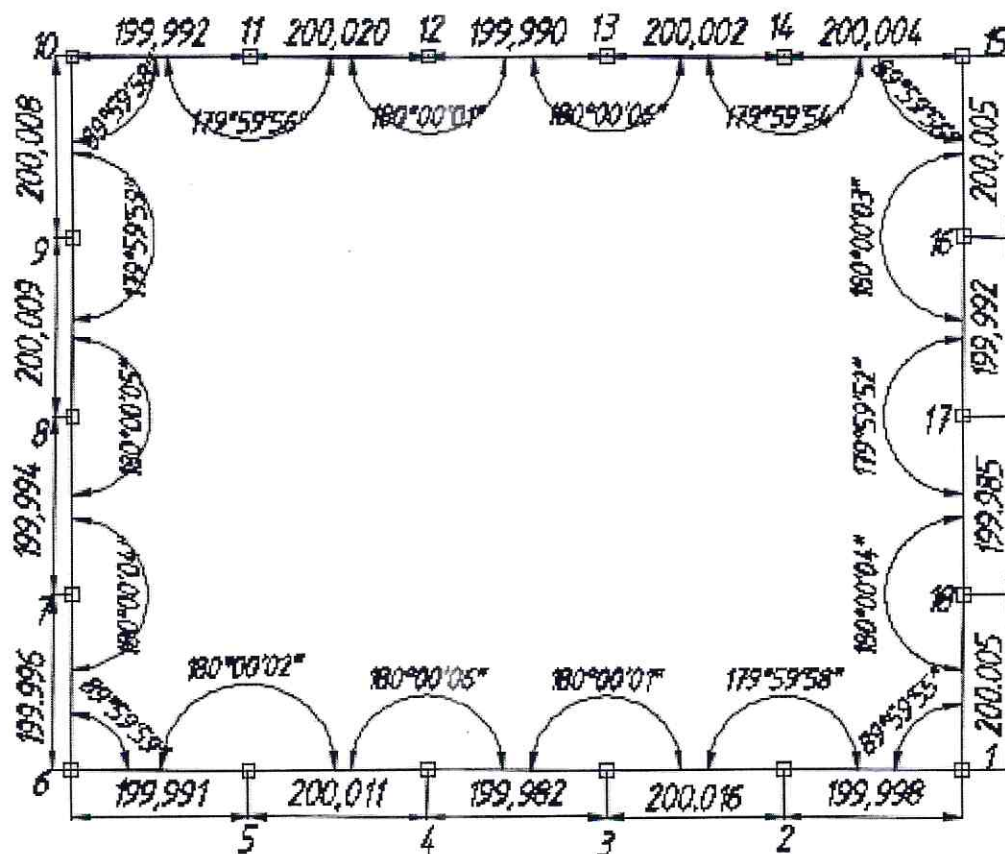


Рисунок 2 – Схема замкнутого полигонометрического хода 1-го разряда

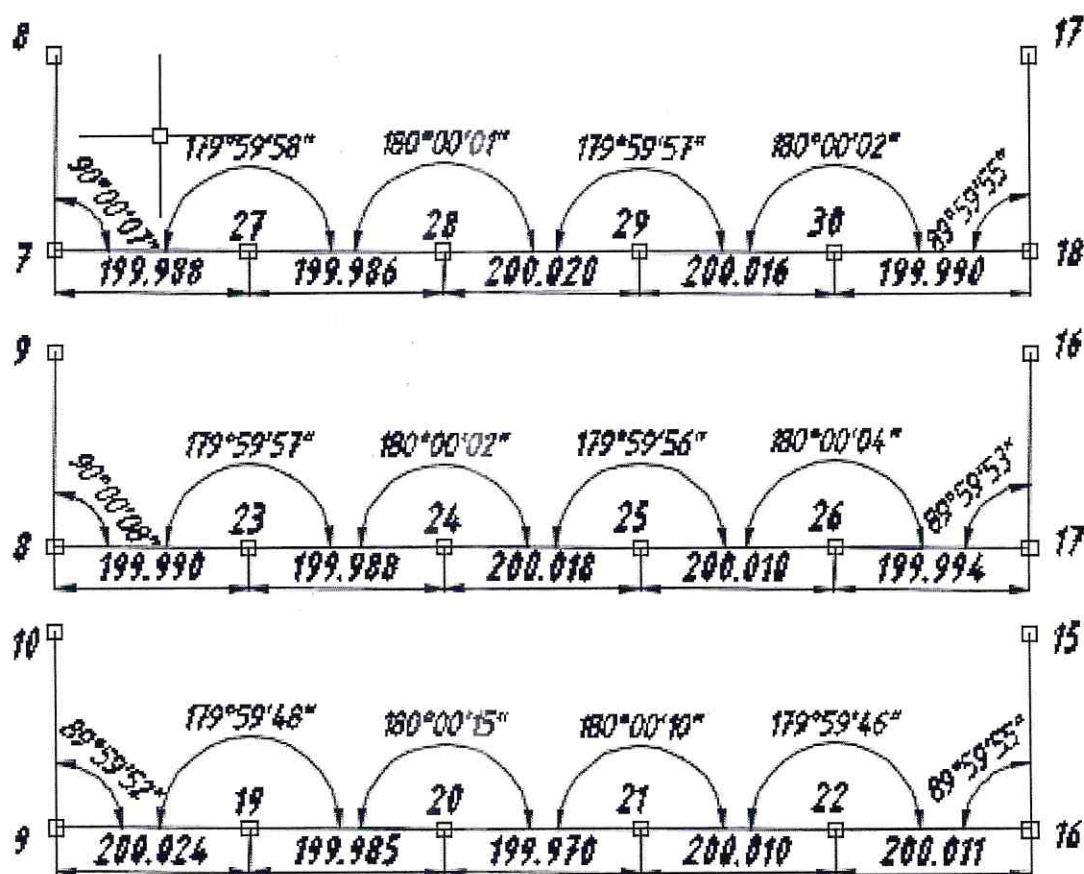


Рисунок 3 – Схема разомкнутых полигонометрических ходов 2-го разряда.

Таблица 8 – Ведомость фактических координат

Имя пункта	X, м	Y, м
1	6066335,000	5311680,000
2	6066141,811	5311628,235
3	6065948,628	5311576,475
4	6065755,427	5311524,710
5	6065562,261	5311472,948
6	6065369,067	5311421,178
7	6065420,832	5311228,003
8	6065472,604	5311034,810
9	6065524,378	5310841,621
10	6065576,149	5310648,436
11	6065769,338	5310700,209
12	6065962,511	5310751,975
13	6066155,711	5310803,750
14	6066348,881	5310855,523
15	6066542,064	5310907,294
16	6066490,293	5311100,490
17	6066438,525	5311293,666
18	6066386,766	5311486,829
19	6066193,584	5311435,067
20	6066000,389	5311383,295
21	6065807,185	5311331,525
22	6065614,010	5311279,762
23	6066245,352	5311241,898
24	6066052,181	5311190,131
25	6065858,978	5311138,354
26	6065665,778	5311086,580
27	6066297,121	5311048,716
28	6066103,949	5310996,947
29	6065910,748	5310945,169
30	6065717,554	5310893,396

Таблица 9 – Характеристики полигонометрических ходов

Ход	Класс	Точки хода	Длина	N	$F_{\beta\text{факт}}$	$F_{\beta\text{доп}}$	F_X	F_Y	F_S	$[S]/F_S$
1	1-разряд	18, 19, ..., 7	1000,000	6	2,95"	24,49"	0,001	0,031	0,031	31961
2	1-разряд	17, 23, ..., 8	1000,000	6	-4,48"	24,49"	0,000	0,017	0,017	59891
3	1-разряд	16, 27, ..., 9	1000,000	6	-2,36"	24,49"	0,009	-0,022	0,024	42401
4	1-разряд	1, 2, ..., 7	1200,003	7	-3,33"	26,46"	-0,009	0,012	0,015	82434
5	1-разряд	9, 10, ..., 16	1400,025	8	-3,10"	28,28"	-0,018	0,010	0,021	67558

3 Вычисление элементов редукции пунктов полигонометрии

Детальную разбивку строительной сетки выполняем способом редуцирования.

При способе редуцирования от исходного направления в натуре намечают положения пунктов строительной сетки с точностью $1/1000-1/2000$ и закрепляют их временными знаками. Если строительная сетка больших размеров, то координаты узловых пунктов и некоторых центральных определяют методом триангуляции или полигонометрии. Между ними, по периметру строительной сетки, прокладывают полигонометрические ходы первого разряда. По остальным пунктам сетки прокладывают полигонометрические ходы второго разряда, затем вычисляют точные значения координат временных знаков и сравнивают их с проектными. Решая обратные геодезические задачи, вычисляют значения редукций, на которые смещают центры пунктов строительной сетки, и закрепляют их постоянными знаками. По закрепленным пунктам выборочно в шахматном порядке выполняют контрольные измерения углов и линий. Расхождения в длинах сторон не должно превышать 10-15 мм, а в значениях углов 10-15".

Редуцирование – сравнительно простая операция, но чрезвычайно ответственная, так как ошибки приводят к неправильной установке постоянных знаков. Поэтому, отредуцировав несколько знаков и проконтролировав их расположение в створе переходят к установке постоянных знаков.

Способ редуцирования является основным при построении больших строительных сеток. Но он имеет существенный недостаток – до установки постоянных знаков возникает опасность повреждения временных знаков, а постоянные можно устанавливать только после того, как выполнены точные измерения, уравнены их результаты и вычислены элементы редукции. Поэтому работу нужно организовывать так, чтобы свести к минимуму разрыв во времени между установкой временных и постоянных знаков. Этого можно

достигнуть, лишь быстро выполнив точные измерения уровня их результаты. Схемы редукции пунктов строительной сетки представлены в рисунке 4.

Определяем элементы редукции пунктов каркасной полигонометрии по формулам:

$$l = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} ; \quad (2)$$

$$\alpha_{i-i+1} = \arctg \frac{\Delta y}{\Delta x} ; \quad (3)$$

$$\beta = \alpha_{\phi_i-\phi_{i+1}} - \alpha_{\phi_i-\pi_i}, \quad (4)$$

где $\alpha_{\phi_i-\phi_{i+1}}$ – дирекционный угол стороны разбивочной сетки с фактическими координатами пунктов, $\alpha_{\phi_i-\pi_i}$ – дирекционный угол пункта, для которого выполняется редукция.

Таблица 10 – Вычисление элементов редукции пунктов полигонометрии

№ пункта редуцирования	№ пункта ориентирования	Значение дирекционного угла	Угол редуцирования	Расстояние редуцирования, м
2	2'		0°57'47"	
		14°02'10"		0,004
		194°59'57"		
3	3		108°41'27"	
	3'			0,004
		303°41'24"		
		194°59'57"		
4	4		161°49'09"	
	4'			0,018
		356°49'12"		
		195°00'03"		
5	5		41°18'30"	
	5'			0,004
		236°18'35"		
		195°00'05"		
6	6		98°11'50"	
	6'			0,008
		23°11'54"		
		285°00'04"		
7	7		25°35'58"	
	7'			0,009
		310°36'04"		
		285°00'06"		
8	8		131°34'04"	
	8'			0,002
		153°26'05"		
		285°00'09"		

	9			
9	9'		123°26'14"	0,013
		161°33'54"		
		285°00'08"		
10	10		153°41'16"	0,020
	10'			
		168°41'24"		
		15°00'08"		
11	11		177°15'48"	0,024
	11'			
		192°15'53"		
		15°00'05"		
12	12		152°31'51"	0,013
	12'			
		212°28'16"		
		15°00'07"		
13	13		150°18'32"	0,032
	13'			
		214°41'42"		
		15°00'14"		
14	14		118°10'07"	0,029
	14'			
		247°50'01"		
		15°00'08"		
15	15		150°34'41"	0,036
	15'			
		255°34'45"		
		105°00'04"		
16	16		162°27'10"	0,045
	16'			
		267°27'18"		
		105°00'08"		
17	17		169°45'48"	0,036
	17'			
		274°45'49"		
		105°00'01"		
18	18		156°52'05"	0,014
	18'			
		261°52'11"		
		105°00'06"		
19	1		57°38'40"	0,017
	19'			
		252°38'45"		
		195°00'05"		
20	20		101°33'53"	0,009
	20'			
		296°33'54"		
		195°00'01"		

	21			
	21'			
21		355°01'48"	160°01'46"	0,023
		195°00'02"		
	22			
	22'			
22		351°15'13"	156°15'16"	0,013
		194°59'57"		
	7			
	23'			
23		252°38'45"	57°38'39"	0,033
		195°00'06"		
	24			
	24'			
24		230°23'21"	35°23'13"	0,037
		195°00'08"		
	25			
	25'			
25		249°26'38"	54°26'32"	0,018
		195°00'06"		
	26			
	26'			
26		326°18'35"	131°18'26"	0,011
		195°00'09"		
	8			
	27'			
27		246°48'05"	51°47'56"	0,038
		195°00'09"		
	28			
	28'			
28		226°58'29"	31°58'19"	0,041
		195°00'10"		
	29			
	29'			
29		233°07'48"	38°07'41"	0,020
		195°00'07"		
	30			
	30'			
30		246°48'05"	51°47'52"	0,008
		195°00'13"		
	9			

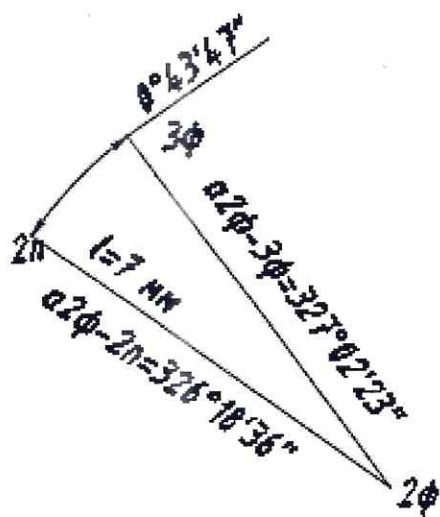


Рисунок 4 – Элемент редукции пункта

4 Нивелирование III класса

В качестве высотной разбивочной основы исходя из таблицы 1 предлагается выполнить нивелирование III класса. Нивелирование III класса выполняют нивелирами Н-3, Н-3К, используя по одной паре костылей в прямом и обратном направлениях. Рейки применяют шашечные двусторонние, с сантиметровыми делениями и штриховые односторонние, с делениями через 0,5 см. Нивелирование выполняют нивелирами с оптическим микрометром способом "совмещения", нивелирами без микрометра способом «средней нити».

По каркасу строительной сетки был проложен нивелирный ход III класса, опирающийся на три репера и две угловые точки. Схема нивелирования представлена на рисунке 5.

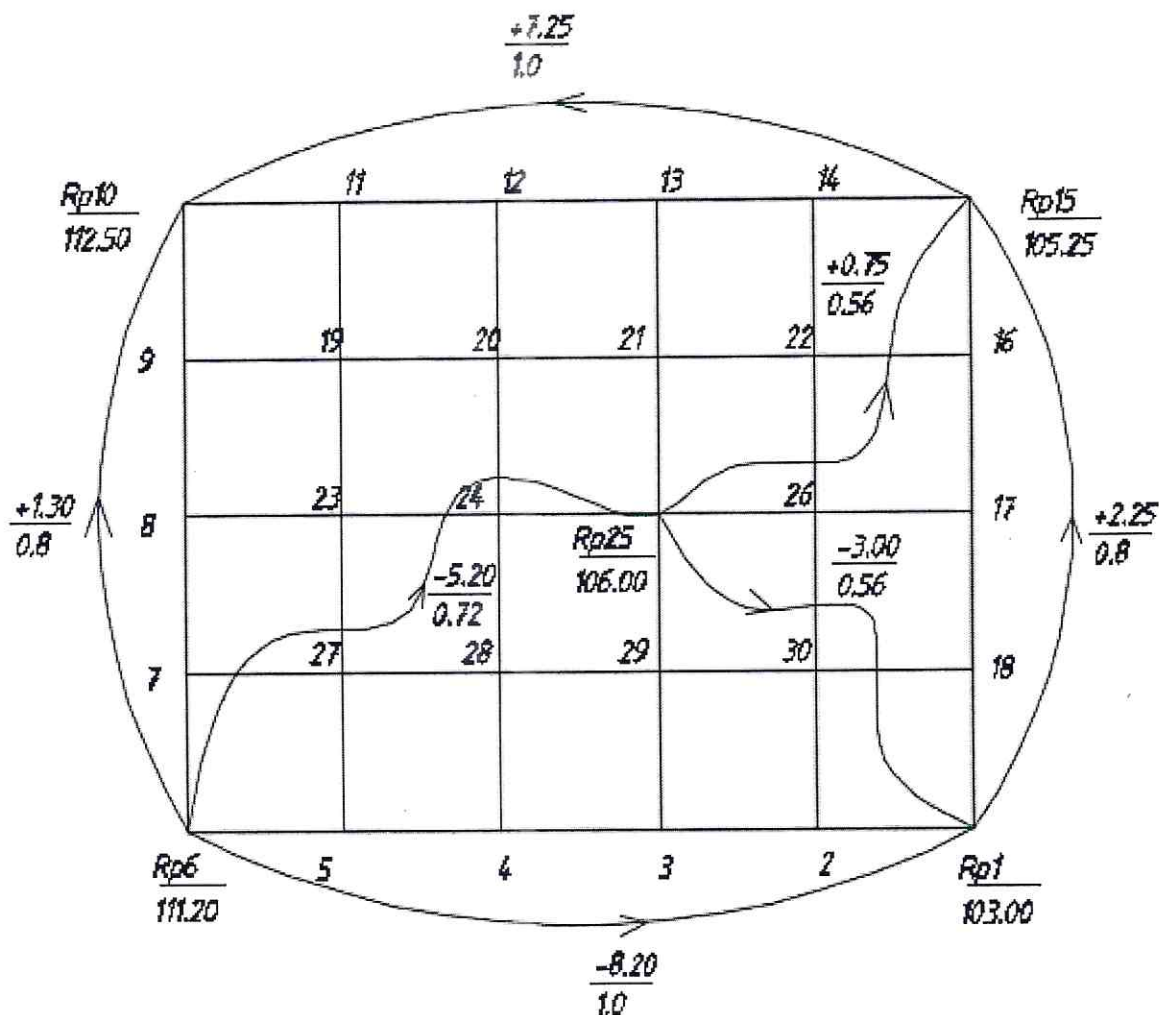


Рисунок 5 - Схема нивелирного хода III класса

5 Вынос углов здания от пунктов строительной сетки

Вынос основных осей здания пунктов строительной сетки выполнялся методами полярной засечки в системе координат СК42 (приложение Б) и перпендикуляров в условной системе координат (приложение В). В таблице 11 представлены координаты углов здания.

Таблица 11 – Ведомость координат углов здания

Углы здания	X,м	Y,м
I	6066180,000	5311530,000
II	6065716,356	5311405,767
III	6065809,530	5311058,034
IV	6066273,175	5311182,267

Оценка точности положения углов здания

Средняя квадратическая ошибка положения точки для полярного способа выражается формулой:

$$M = \sqrt{\left(\frac{m_{\beta}^2}{p}\right) * S^2 + m_s^2 + m_{ц.р}^2 + m_{и}^2 + m_{ф}^2}, \quad (5)$$

где m_{β} - СКО построения горизонтального угла (для рассматриваемого случая $m_{\beta}=5''$); m_s - СКО построения линии; S - расстояние от пункта строительной сетки до вершины проектируемого строения; $\frac{m_s}{S}$ - величина ошибки разбивочной основы (для данного случая 1/10000); $m_{п}$ - СКО положения определённой точки, обусловленная погрешностью исходных данных (1 разряд полигонометрии - $m_{и} = \pm 10$ мм); $m_{ф}$ - СКО фиксирования определенной точки $= \pm 2$ мм.

$$m_I = 3 \text{ мм}, m_{II} = 3 \text{ мм}, m_{III} = 3 \text{ мм}, m_{IV} = 3 \text{ мм}.$$

Средняя квадратическая ошибка положения точки для способа прямоугольных координат выражается формулой:

$$m^2 = \left(\frac{m_s}{S}\right)^2 * S_1^2 + \left(\frac{m_s}{S}\right)^2 * S_2^2 + \left(\frac{m_{\beta}}{p}\right)^2 * S^2 + m_{исх}^2 + m_{п}^2 + m_{ф}^2, \quad (6)$$

где m_s - СКО построения линии; S - расстояние от пункта строительной сетки до вершины проектируемого строения; $\frac{m_s}{S}$ - относительная величина ошибки разбивочной основы (для данного случая 1/10000); m_{β} - средняя

квадратическая ошибка построения прямого угла (для данного случая $m_\beta = 5''$, $m_{исх}$, m_π , m_ϕ - средние квадратические ошибки исходных данных, центрирования теодолита и фиксации точки соответственно. Центрирование теодолита и фиксирование точки обычно равны $m_\pi = m_\phi = 1$ мм, а ошибка исходных данных в нашем случае $m_{исх} = 10$ мм. S_1 - расстояние по стороне сетки, S_2 - расстояние по перпендикуляру от стороны сетки к выносимой точке. Как правило S_1 , должно быть больше чем S_2 .

$$m_I = 13 \text{ мм}, m_{II} = 13 \text{ мм}, m_{III} = 13 \text{ мм}, m_{IV} = 13 \text{ мм}.$$

6 Проектирование горизонтальной площадки

Нивелированием поверхности называют топографическую съёмку местности с применением геометрического нивелирования для съёмки рельефа. Нивелирование поверхности выполняется для получения крупномасштабных топографических планов равнинной местности. Плановое положение точек определяют путем проложения теодолитных ходов, высоты точек — геометрическим нивелированием с использованием технических нивелиров. Нивелирование поверхности может производиться двумя способами: по квадратам и путем проложения нивелирных ходов с разбивкой поперечников. Исходя из того что поверхность равнинная, предлагается выполнить нивелирование поверхности по квадратам.

Нивелирование поверхности по квадратам выполняют путем разбивки на местности с помощью теодолита и мерной ленты сетки квадратов со стороной 20 м при съёмке в масштабах 1:500 и 1:1000, 40 м и 100 м — при съёмке в масштабах 1:2000 и 1:5000 соответственно в целях составления проекта вертикальной планировки и подсчета объемов земляных работ.

Одновременно с разбивкой сетки квадратов производят съёмку ситуации местности и составляют абрис. Для съёмки ситуации применяют те же способы, что и в теодолитной съёмке. Кроме вершин квадратов на местности закрепляют характерные точки рельефа — плюсовые точки: бровки и дно ямы, основание и вершину холма, точки на линиях водораздела и водослива и др.

Съёмочное обоснование создают путем проложения по внешним сторонам сетки квадратов теодолитных и нивелирных ходов, которые привязывают к пунктам государственной сети.

Высоты вершин квадратов и плюсовых точек определяют методом геометрического нивелирования. При длине стороны квадрата 50 м и менее с одной станции нивелируют по возможности все определяемые точки. Расстояние от нивелира до рейки не должно быть более 100-150 м. При длине

стороны квадрата 100 м нивелир устанавливают в центре каждого квадрата.

По результатам нивелирования поверхности составляют топографический план с изображением рельефа горизонталями (Приложение Г).

Проектирование горизонтальной площадки при условиях минимума земляных работ и баланса массы является частной задачей вертикальной планировки.

По фактическим высотам вершин квадратов находят проектную отметку горизонтальной площадки по формуле:

$$H_{\pi} = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4 \cdot n}, \quad (7)$$

где $\sum H_1$ - сумма фактических отметок вершин, принадлежащих только одному квадрату; $\sum H_2$ - сумма фактических отметок вершин, общих для двух смежных квадратов; $\sum H_3$ - сумма фактических отметок вершин, общих для трех смежных квадратов; $\sum H_4$ - сумма фактических отметок вершин, общих для четырех смежных квадратов; n - число квадратов.

Для данного участка проектная отметка горизонтальной площадки составит: $H_{\pi} = 109,56$ м.

По величине H_{π} и значениям фактических отметок H_{ϕ} , вершин квадратов вычисляют рабочие отметки по формуле h по формуле:

$$h = H_{\pi} - H_{\phi}. \quad (8)$$

Числовые значения рабочих отметок показывают у соответствующих вершин квадратов на картограмме земляных работ красным цветом.

Далее определяют положение линии нулевых работ. Для этого находят положения точек нулевых работ на тех сторонах квадратов, вершины которых имеют рабочие отметки с противоположными знаками.

Расстояния до точек нулевых работ определяют по формулам:

$$\begin{aligned} l_1 &= \frac{a \cdot |h_1|}{|h_1| + |h_2|}; \\ l_2 &= \frac{a \cdot |h_2|}{|h_1| + |h_2|}, \end{aligned} \quad (9)$$

где $|h_1|$ и $|h_2|$ - абсолютные значения рабочих отметок двух соседних

вершин квадратов.

Контролем вычислений служит значение, определяемое и выражения:

$$\alpha = l_1 + l_2. \quad (10)$$

Соединяя смежные точки нулевых работ, получают линию нулевых работ, показывая её пунктирной синей линией.

В целом квадрате, не пересекаемом линией нулевых работ, объёмы вычисляют по формуле:

$$v = a^2 * \frac{\sum h_i}{4}, \quad (11)$$

где a - длина стороны квадрата; $\sum h_i$ - сумма рабочих отметок вершин квадрата.

Квадраты, пересекаемые линией нулевых работ, делят на простые фигуры (например треугольники). Объем треугольника вычисляют по формуле:

$$v = \Pi * \frac{\sum h_i}{3}, \quad (12)$$

где Π - площадь треугольника; $\sum h_i$ - сумма рабочих отметок вершин треугольника.

Контролем правильности вычислений является равенство суммы площадей всех фигур общей площади участка:

$$\Pi_{\text{общ}} = a^2 * n. \quad (13)$$

Далее проверяют баланс земляных работ по формуле:

$$\Delta V, \% = \frac{|V_B| - |V_H|}{|V_B| + |V_H|} * 100\%, \quad (14)$$

$$\Delta V \leq 3\%,$$

$$\Delta V = \frac{94310,023 - 94300,800}{94310,023 + 94300,800} * 100\% = 0,005\%.$$

Картограмма земляных работ представлена в приложении Д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения лабораторной работы было выполнено следующее.

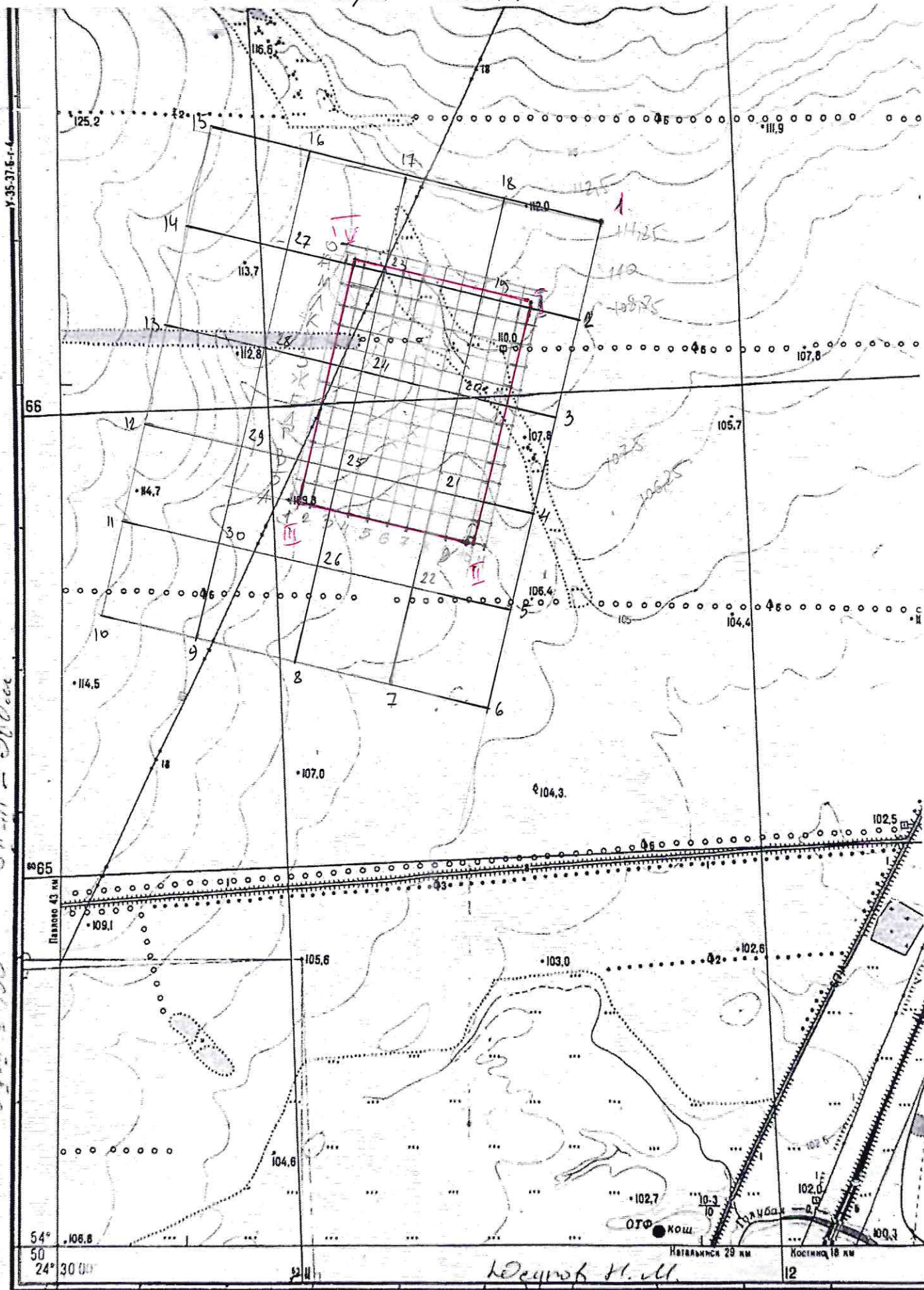
- 1) Проектирование геодезической разбивочной основы для выноса осей сооружения и вертикальной планировки на строительной площадке.
- 2) Был проложен замкнутый и 3 разомкнутых полигонометрических ходов 1-го разряда.
- 3) По пунктам полигонометрии был проложен нивелирный ход III класса.
- 4) Выполнен расчет для выноса осей сооружения.
- 5) Запроектирована горизонтальная площадка с учетом минимума земляных работ и баланса масс.
- 6) Построен топографический план и картограмма участка строительства масштаба 1:2000.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

1. Кирильчик, Л.Ф. Составление топографического плана по результатам нивелирования по квадратам: метод. указания / Л.Ф. Кирильчик, Г.А. Науменко. – Ростов н/Д: Рост. госуд. строит. ун-т, 2013.
2. Анисимов В.А., Макарова С.В. Инженерная геодезия. - Хабаровск: изд. ДВГУПС, 2009 г.
3. Инструкция по полигонометрии и трилатерации. – Москва: изд. «Недра», 1976 г.
4. Атрошко, Е.К. Геодезия в промышленном и гражданском строительстве / Е.К. Атрошко. – Гомель: БелГУТ, 2009.
5. Курошев, Г.Д. Топография / Г.Д Курошев. – Москва: Академия, 2011.
6. Куштин, И.Ф. Инженерная геодезия / И.Ф. Куштин, В.И. Куштин. – Ростов н/Д: Феникс, 2006.
7. Маилян, Л.Р. Справочник современного изыскателя / Л.Р. Маилян. – Ростов н/Д: Феникс, 2006.
8. Михаленко, Е.Б. Инженерная геодезия. Геодезические разбивочные работы / Е.Б. Михаленко, Н.Д. Беляев, В.В. Вилькевич. – СПб.: изд. Политехн. ун-та, 2007.

приложение VI
Копия карты масштаба 1:10000

$\alpha_{15-17} = 195^\circ$
 $\alpha_{17-18} = 195^\circ$
 $S_{15-17} = 480 \text{ м}$
 $S_{17-18} = 300 \text{ м}$

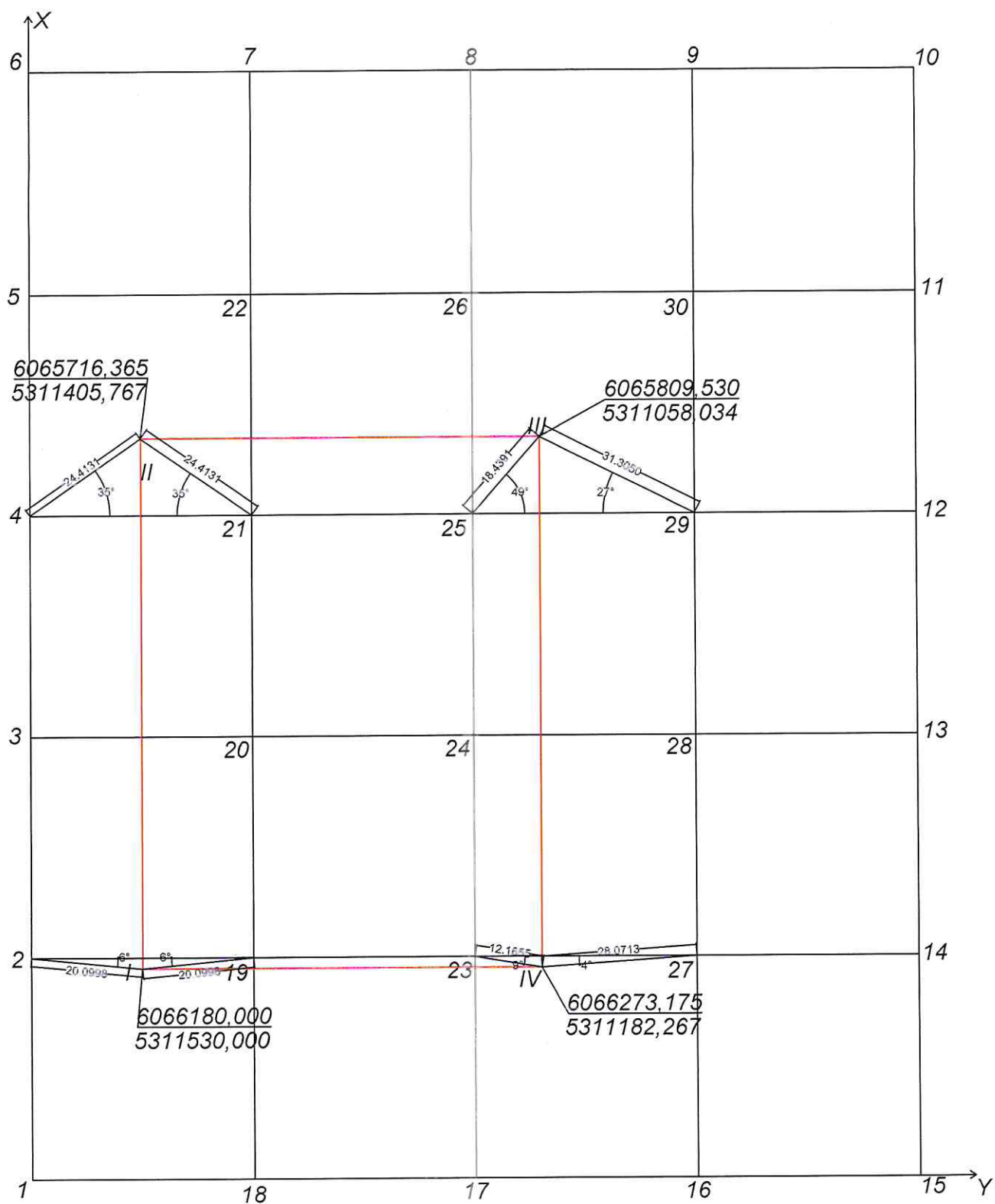


Склонение маг. стр. восточное $6^\circ 12'$. Среднее сближение меридианов западное $2^\circ 22'$. При приращении буссоли (компас) и вертикальным линиям координатной сетки среднее отклонение магнитной стрелки восточное $8^\circ 34'$. Годовое



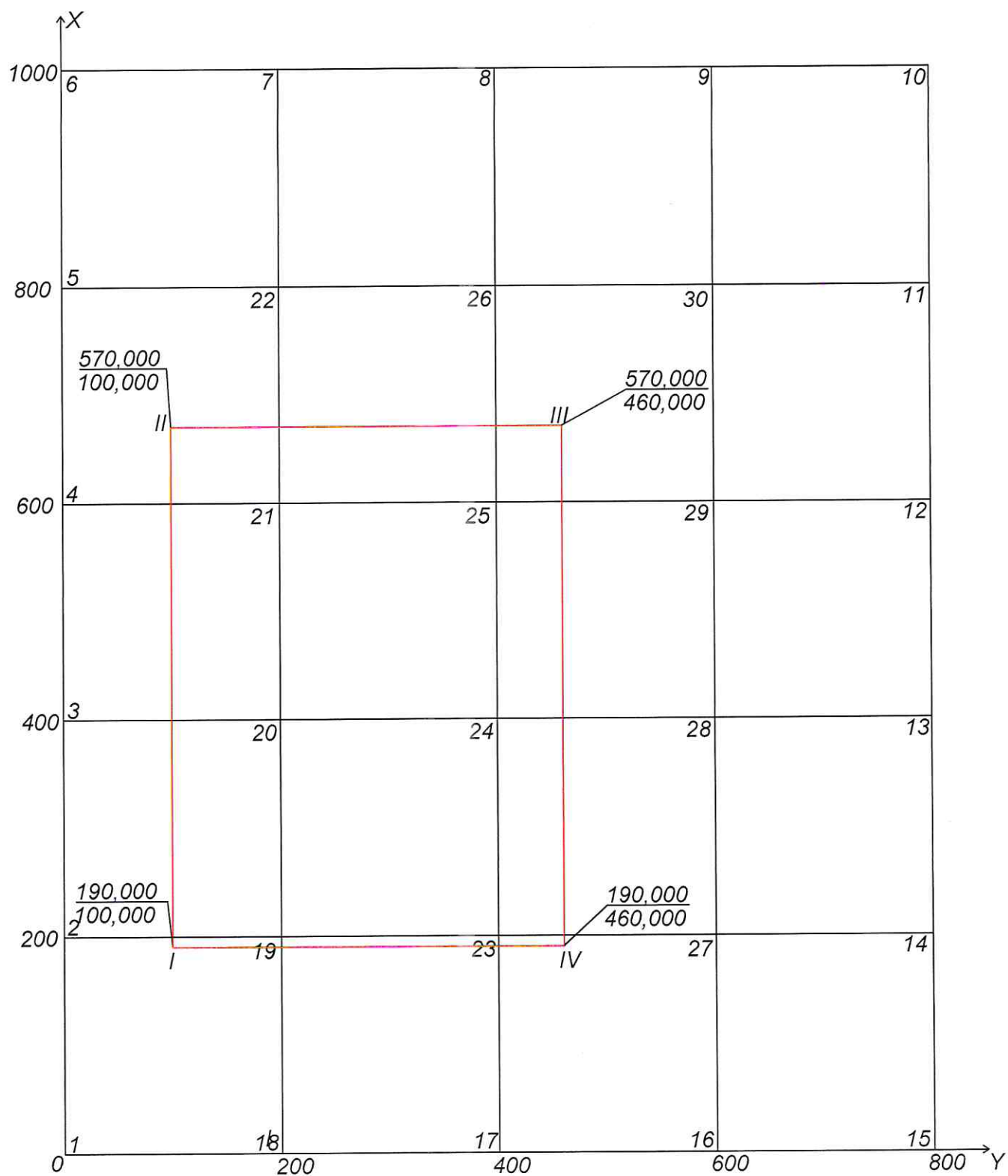
24.11.85. Матрица 200 мм 100 мм 50 мм 25 мм

Приложение Б
Разбивочный чертёж основных осей здания
полярным способом в системе координат СК-42

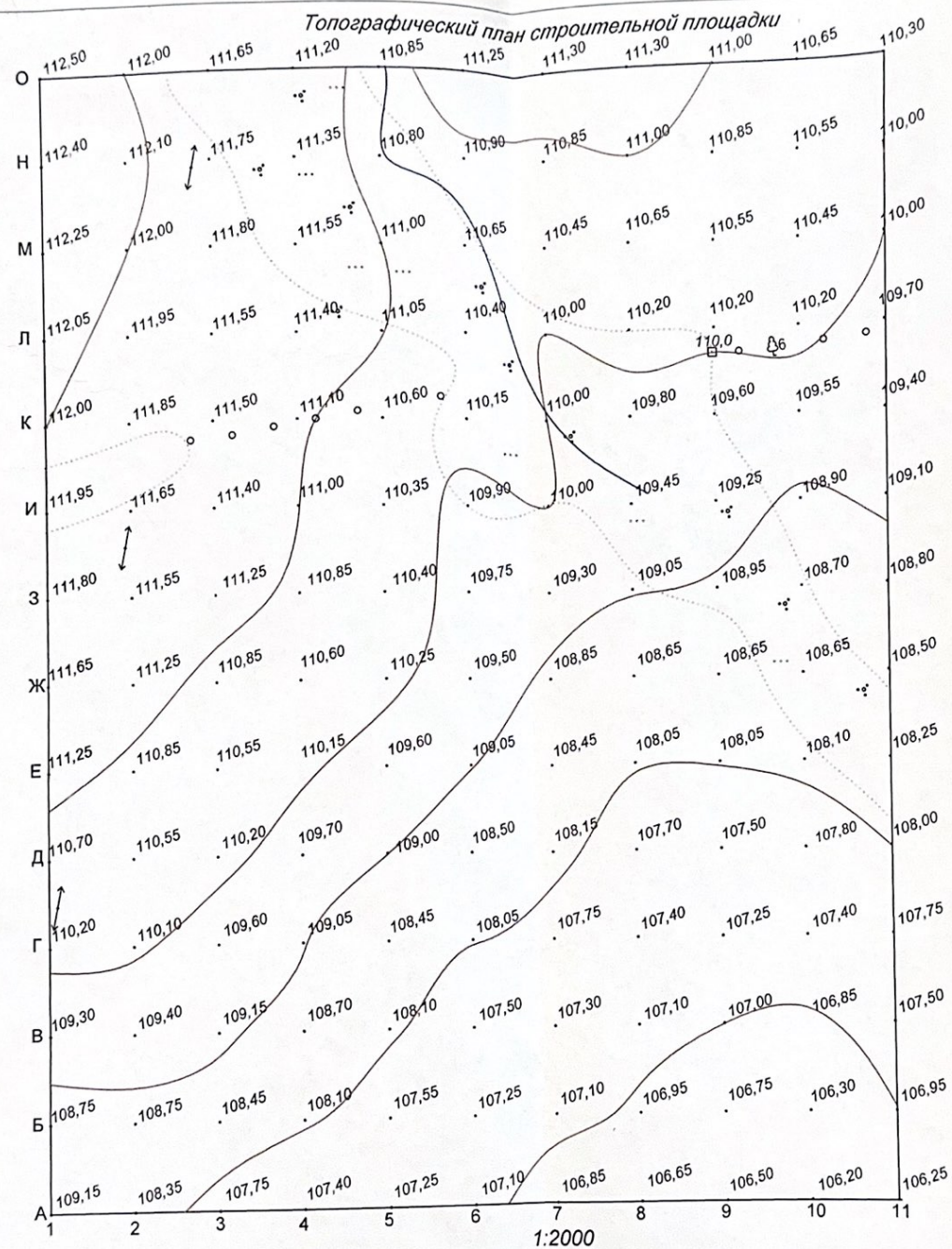


1:5000

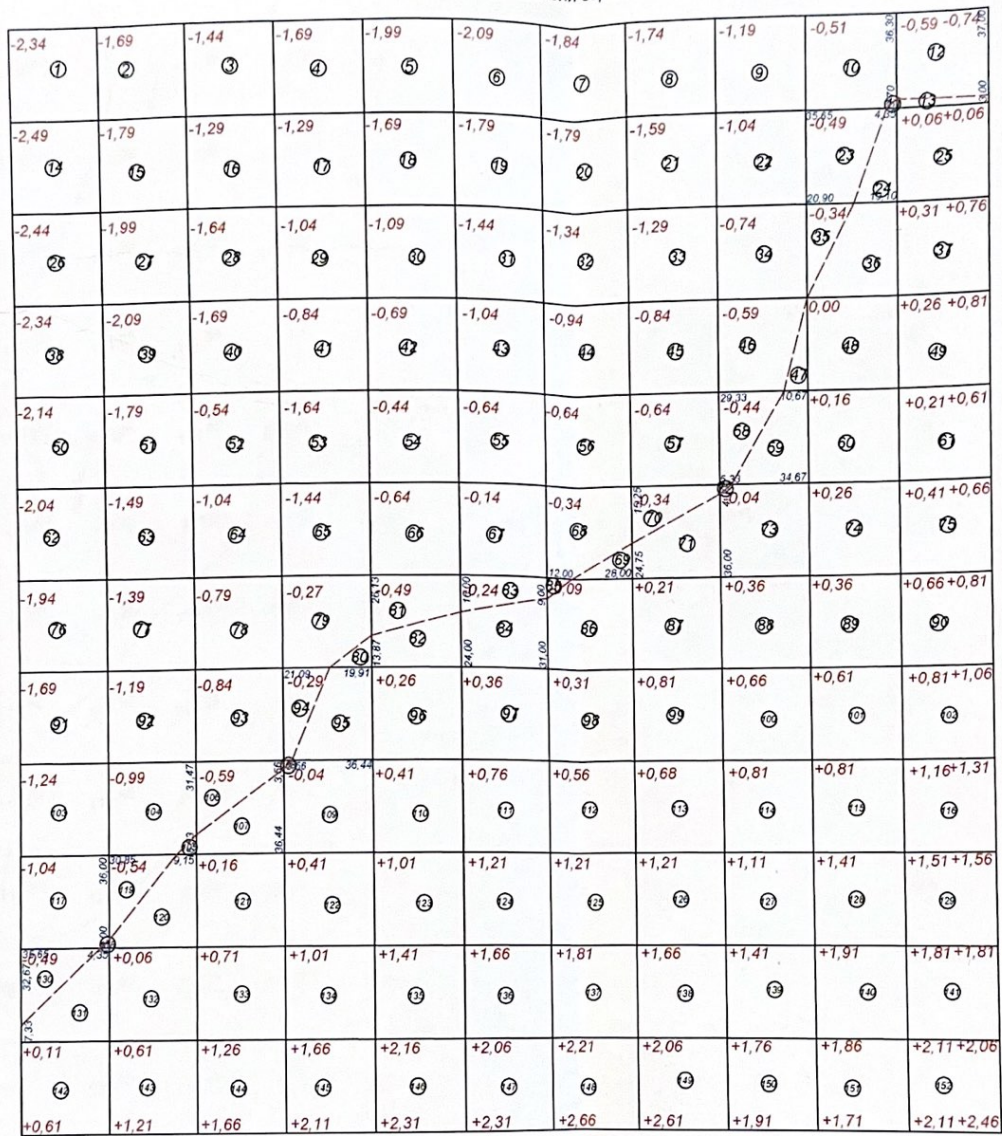
Приложение В
Разбивочный чертёж основных осей здания
в условной системе координат



1:5000



Картограмма земляных работ для горизонтальной площадки



1:2000

$$H_{np} = 109,65$$