

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»
ПРИВОЛЖСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МАДИ**

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

Методические указания по выполнению
курсовой работы
по дисциплине «Вертикальная планировка городских улиц и дорог»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
(профиль «Автомобильные дороги»)
всех форм обучения

Чебоксары, 2026

Вязова Е.В., Еремеева С.С

Вертикальная планировка строительной площадки. Методические указания по выполнению курсовой работы для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство (профиль «Автомобильные дороги») всех форм обучения / Е.В. Вязова, С.С. Еремеева - Чебоксары: Приволжский институт (филиал) МАДИ - 19 с.

Рецензенты:

Михайлов А.Л. - директор ООО «НПФ «Эскиз»

Криворучко С.В. - кандидат технических наук, доцент кафедры строительства дорог и инженерной экологии Приволжского института (филиала) МАДИ.

В методических указаниях приведены данные, последовательность выполнения, образцы расчетов и графического оформления работы.

Данное методическое указание предназначено для приобретения студентами знаний, умений, навыков профессиональной деятельности, умения самостоятельно обосновывать инженерные решения.

©Вязова Е.В.
© Еремеева С.С.
© Приволжский институт
(филиал) МАДИ

ОГЛАВЛЕНИЕ:

	Стр
1. Цели и задачи курсовой работы	3
2. Требования к структуре курсовой работы	3
3. Организация выполнения курсовой работы	3
4. Рекомендации по оформлению курсовой работы	4
5. Общие положения и исходные данные	5
6. Указания к выполнению работы	7
6.1. Построение схемы нивелирования площадки	7
6.2. Обработка измерений замкнутого нивелирного хода	7
6.3. Вычисление отметок промежуточных точек	9
6.4. Составление плана нивелирования площадки	9
6.5. Проектирование вертикальной площадки	10
7. Оформление работы	14
Приложение 1-4	15-18

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Цель курсовой работы - составление проекта вертикальной планировки строительной площадки.

Задачи:

- 1) Вычисление результатов нивелирования площадки, составление и вычерчивание плана этой площадки.
- 2) Приобретение студентами навыков для решения задач при составлении проекта вертикальной планировки по плану нивелирования площадки.

Перед началом работы необходимо проработать материал лекций по данной теме.

Работа выполняется студентом по заданию преподавателя.

Выполненная работа предъявляется преподавателю для проверки. После исправления замечаний, отмеченных преподавателем, работа принимается при условии усвоении студентом теоретического раздела по курсу.

2. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

По структуре курсовая работа состоит из:

- введения, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируется цель и задачи работы, указываются используемые прикладные программы (при их использовании);
- расчетно–пояснительной записки, в которой приводятся все необходимые проектные решения, соответствующие расчеты, ведомости, схемы и пояснения;
- заключения;
- списка используемых информационных источников;
- чертежей - по разработанным проектным решениям.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Общее руководство и контроль хода выполнения курсовой работы осуществляет преподаватель соответствующей дисциплины.

Задание выдается преподавателем индивидуально каждому студенту. Приветствуется разработка проектных решений на основании действующих норм с применением различных программных комплексов.

По завершении студентом курсовой работы руководитель проверяет, подписывает его и вместе с письменным отзывом отдает студенту для ознакомления.

После исправления замечаний студент допускается к защите курсовой работы.

Курсовая работа оценивается по пятибалльной системе.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа разрабатывается студентом самостоятельно согласно выданного преподавателем задания.

Курсовая работа должна содержать:

- титульный лист (Приложение 1);
- содержание;
- расчетно-пояснительную записку (исходные данные; журнал геометрического нивелирования; план нивелирования площадки; картограмма земляных работ; ведомость вычисления объемов земляных работ),
- графическую часть (формат листов A_3/A_4),
- перечень использованных при проектировании информационных источников.

Титульный лист должен содержать:

- наименование образовательного учреждения;
- наименование специальности;
- наименование учебной дисциплины;
- тему работы;
- учебную группу, фамилию и инициалы студента;
- фамилию и инициалы руководителя проекта;
- год разработки проекта.

Титульный лист не нумеруется.

Расчетно–пояснительная записка должна быть отпечатана в рамке (Приложение 2) с одной стороны листа A_4 (210 x 297мм) с полями: левое 20мм, правое – 5мм, верхнее – 5мм, нижнее – 5мм.

Размер шрифта - 14, пробел между строками - 1,0 интервал. В таблицах размер шрифта – читаемый, на усмотрение студента.

Таблицы, формулы, рисунки нумеруются по порядку для всей работы.

Заголовки и подзаголовки, как и весь текст, набираются только строчными буквами - по центру, жирным шрифтом.

Текст расчетно–пояснительной записки должен быть выровнен по ширине листа.

Для наглядности в данных методических указаниях примеры приведены курсивом. Курсив в расчетно-пояснительной записке – не разрешается.

Пример оформления рамки расчетно-пояснительной записки и содержания (1 лист) представлен (Приложение 2,3).

Графическая часть выполняется на листах формата A_3/A_4), с заполнением штампа (Приложение 4).

5. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Необходимость вертикальной планировки возникает при строительстве:

- аэродромов,
- разворотных площадок в населенных пунктах,

- площадках остановки автомобилей на автомобильной дороге,
- планировке городской территории (площади, пересечения и примыкания).

Под вертикальной планировкой городской территории следует понимать планировочные земляные работы, связанные с приведением естественного рельефа к состоянию, удовлетворяющему требованиям городского строительства и благоустройства, а также позволяющему придать застройке наибольшую архитектурную выразительность.

Естественный рельеф с крутизной от 0 до 3 ‰ и более 80 ‰ следует считать сложным, требующим более дорогих мероприятий по вертикальной планировке для использования его в градостроительстве.

При топографических съемках площадок под аэродромы в качестве опорной сети принимают сетку квадратов со сторонами большого квадрата посадочной полосы проектируемого аэродрома и аэропорта. Разбивка сети начинается с прокладки прямоугольников с длинами сторон 800 – 1200 м, которые и разбивают на квадраты со сторонами 400 м.

Все вершины, которые являются точками планово-высотного обоснования для топографической съемки местности и перенесения проекта в натуру. Внутри сетки планово-высотного обоснования разбивают заполняющую сетку квадратов со сторонами 40 и 20 м. При этом съемку ситуации местности с ведением абриса.

Для составления проекта вертикальной планировки строительной площадки на местности произведено нивелирование по квадратам. Размеры площадки составляют 60х80 м, на которой разбиты квадраты со сторонами равными 20 м.

По вершинам квадратов произведено геометрическое нивелирование с трех станций. При этом точки IV/2, III/2, II/2 – связывающие, а остальные – промежуточные.

Отсчеты на связующих точках взяты по двум сторонам рейки, а на промежуточных – по основной (черной) стороне, которые приведены на схеме нивелирования площадки (рис.1) и являются общими для всех вариантов. В данном случае схема нивелирования площадки заменяет «Полевой журнал нивелирования».

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

За исходную принимается отметка точки IV/2, определяемая из шифра студента:

- число целых метров соответствует трем последним цифрам зачетной книжки студента. После запятой повторяются эти же цифры.

Например:

<i>Номер зачетки</i>	<i>Отметка $H_{IV/2}$, м</i>
891218	218,218
891112	112,112

Масштаб составляемого плана 1:500, высота сечения рельефа 0,25 м – общие для всех вариантов.

6.УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

6.1. Построение схемы нивелирования площадки

В масштабе 1:1000 вычерчиваем сетку из 12 квадратов (3х4 см) на листе чертежной бумаги размером 210 х 290 мм.

В соответствии с образцом (рис.1):

- нумеруют вершины квадратов;
- кружочками диаметром 1,5 мм показывают места установки нивелира (станции);
- линейным пунктиром обозначают нивелирный ход (замкнутый) и точечным пунктиром – границы площадей, нивелировка которых производилась со станции I, II, III.

Записи производятся простым карандашом.

6.2. Обработка измерений замкнутого нивелирного хода

Вычислительную обработку выполняют в типовом журнале геометрического нивелирования, образец которого представлен (табл.1).

Вычисления ведут в следующем порядке:

1. Пользуясь схемой нивелирования площадки, в журнал выписывают отсчеты по рейкам на связующие точки, образующие замкнутый ход.

2. Вычисляют превышения дважды на каждой станции из отсчетов по черной и красной сторонам рейки, по формуле:

$$h = a - b \quad (1)$$

где: а – задний отсчет; в – передний отсчет.

Если расхождения между двумя превышениями не более 5 мм, то находят среднее значение и записывают в соответствующую графу.

3. Для замкнутого хода теоретически должно быть $\sum h_{cp} = 0$.

4. Суммируя средние превышения с учетом их знаков, определяют их невязку в ходе:

$$f_h = \sum h_{cp} \quad (2)$$

5. Вычисляют допустимую невязку по формуле:

$$\text{доп. } f_h = \pm 10 \text{ мм } \sqrt{n} \quad (3)$$

где n – число станций хода.

6. При $f_h \leq \text{доп. } f_h$ распределяют невязки с обратным знаком поровну на все превышения. Поправки с соответствующими знаками записывают над средними значениями превышений.

7. Правильность вычисления исправленных превышений контролируется их суммой, которая должна равняться нулю, т.е.

$$\sum h_{п с пр} = 0 \quad (4)$$

8. Используя исходную отметку точки и исправленные превышения, вычисляют отметки связующих точек:

$$H_{i+1} = H_i + h_{п с пр} \quad (5)$$

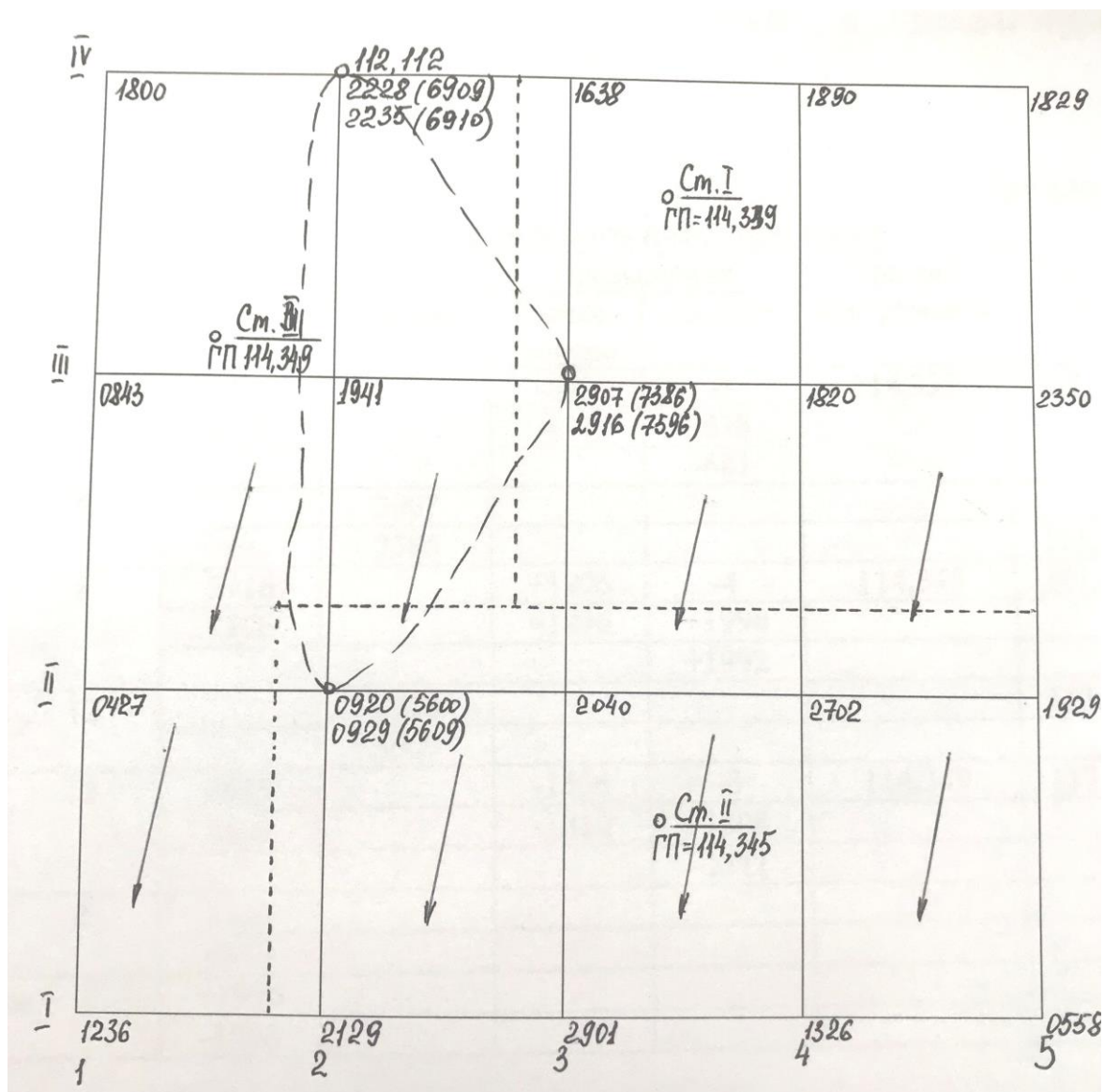


Рис.1. Схема нивелирования

Таблица 1

Журнал геометрического нивелирования

Номер станции	Номер пикета	Отсчеты		Превышения		Горизонт инструмента	Отметки, м
		Задний	Передний	Вычисленные	средние		
1	2	2228		-679	-3	114,339	123,770
		6909		-677	-678		
					-681		
	8		2907				
			7586				111,431
2	8	2916		+1996	-4	114,345	111,431
		7596		+1996	+1996		
					+1992		
	12		0920				113,423
			5600				
3	12	0929		-1306	-3	114,349	113,423
		5609		-1310	-1308		
					-1311		
	2	2235					
		6919					
Σ h _{ср}		+1996					
		-1996					

$$f_h = +10 \text{ мм},$$

$$\text{доп. } f_h = \pm 10 \text{ мм } \sqrt{3} = \pm 34 \text{ мм}.$$

6.3. Вычисление отметок промежуточных точек

Для каждой станции вычисляют горизонт прибора по формуле (6)

$$\text{ГП} = H_3 + a = H_n + b \quad (6)$$

где: H_3 и H_n - отметки задней и передней связующих точек; а и b – отсчеты по черной стороне реек на заднюю и переднюю связующие точки.

Если расхождения между двумя значениями горизонта прибора не превышает 5 мм, то находят их среднее значение с округлением до целых миллиметров, выписывают на схему нивелирования (рис.1).

$$H_i = \text{ГП} + B_i \quad (7)$$

где ГП – среднее значение горизонта инструмента; B_i – отсчеты по рейке на промежуточных точках.

Вычисленные отметки выписывают чернилами (тушью) на схему нивелирования при соответствующих вершинах квадратов, справа от них.

6.4. Составление плана нивелирования площадки

Работы по составлению плана производят в следующем порядке:

1. На листе чертежной бумаги размером 210x290 мм в масштабе 1:500 вычерчивают сетку квадратов.

2. Подпись сетки (№ ее линий) выполняют снизу вверх и слева направо (рис.3).

3. Выписывают отметки всех вершин квадратов со схемы нивелирования с округлением до 0,01 м. При этом значения отметки располагают так, как показано на рис.3.

4. Графической интерполяцией на сторонах квадратов и заданных диагоналях находят положения горизонталей с высотой сечения рельефа 0,25 м.

На практике графическую интерполяцию чаще всего производят при помощи палетки, которую удобно изготовить из кальки. На листе кальки произвольного размера не менее (15х15 см) проводят параллельные линии через 5 мм и подписывают эти линии отметками, кратными высоте сечения рельефа, начиная от наименьшей отметки плана до наибольшей (рис.2).

Для интерполяции палетку накладывают на план так, чтобы вершина квадрата (например, IV/1), имеющая отметку 112,55м, заняла соответствующее положение между линиями 112,50м и 112,75м.

В данной точке осторожно прокладывают палетку иглой и, удерживая иглоу, вращают палетку вокруг нее так, чтобы вершина III/1, например, имеющая отметку 113,50м, совместилаcь с линией, имеющую эту же отметку. В этом положении палетку закрепляют иглой на план точки *a* и *в*. Снимают палетку и подписывают высоты этих точек, равные отметкам соответствующих параллельных линий. Так поступают по всем сторонам квадратов и заданным диагоналям.

5. Соединяя одноименные точки, прочерчивают горизонтали. При окончательном вычерчивании горизонтали, кратные целым значениям метров, утолщают и подписывают. В необходимых местах на горизонталях ставят бергштрихи.

6. Горизонтали в плане необходимы для детального изучения рельефа участка и окончательного выбора места расположения строительной площадки.

6.5. Проектирование вертикальной площадки

Естественная поверхность участка, где будет построено сооружение, часто не удовлетворяет требованиям, связанным с эксплуатацией возведенного сооружения. В связи с этим возникает необходимость преобразования этой естественной поверхности в искусственную.

Работы, выполняемые при преобразовании рельефа, называют *вертикальной планировкой*.

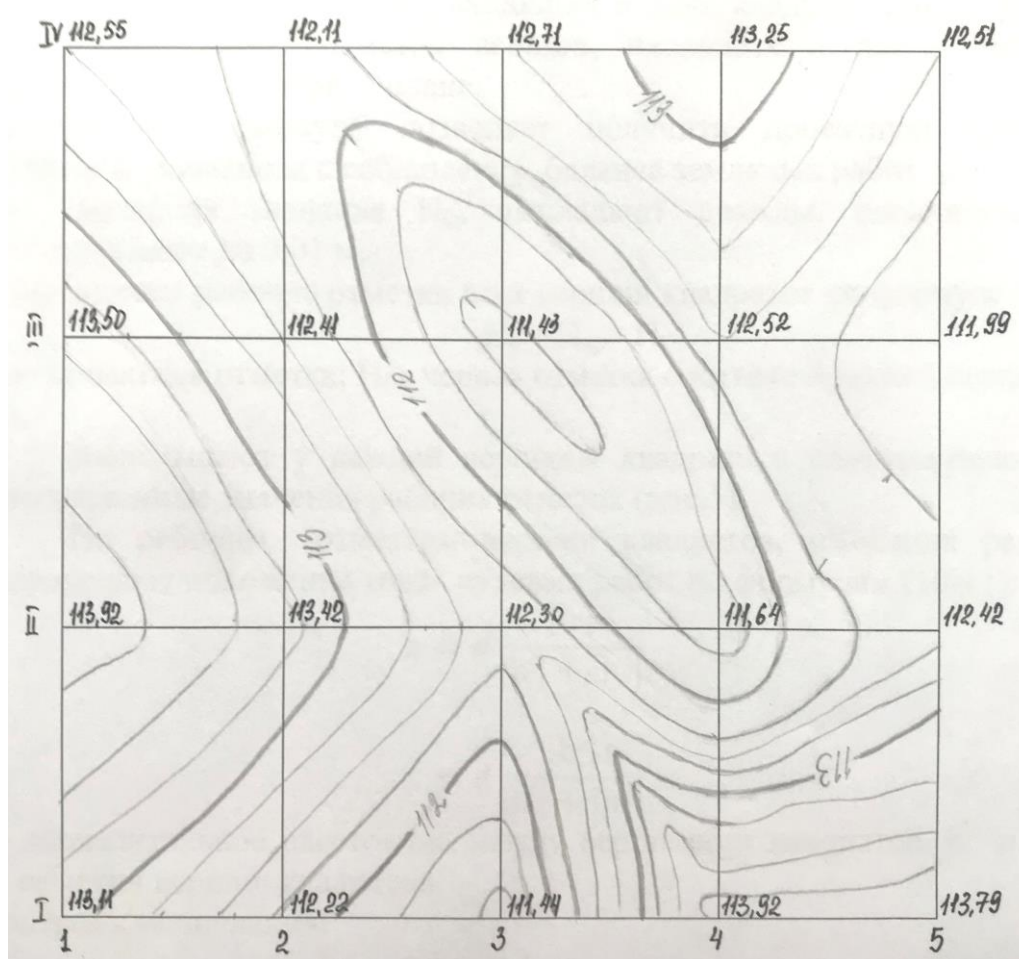
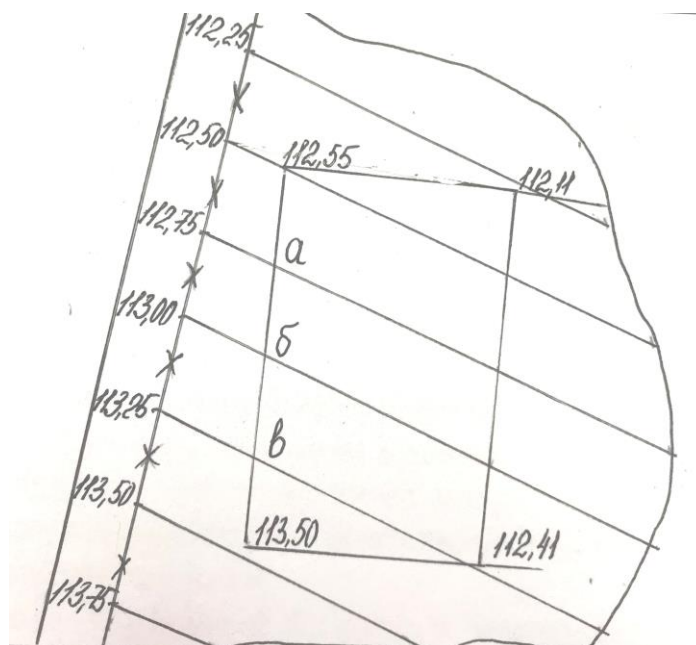
Вертикальная планировка производится путем перемещения на участке земляных масс, которые называются *выемками и насыпями*.

Объемы выемок и насыпей бывают разные, и их разность называется *балансом земляных масс*.

В данной работе преобразованная (искусственная) поверхность должна быть горизонтальной плоскостью с нулевым балансом земляных работ.

Проект вертикальной планировки составляется на шести квадратах в северо-западной части участка, где располагается строительная площадка.

Рис.2. Палетка



М 1:500

Сплошные горизонталы проведены через 0,25 м

Рис.3. План вертикальной съемки площадки

Работа выполняется в следующем порядке:

1. На заданном формате чертежной бумаги в масштабе 1:500 вычерчивается сетка квадратов (рис.5), на которой в дальнейшем будет составляться картограмма земляных работ. Номера квадратов обозначаются римскими цифрами.

2. По отметкам вершин квадратов вычисляют проектную отметку горизонтальной площадки, используя формулу (8)

$$H = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 4 \sum H_4}{4n} \quad (8)$$

где $\sum H_1$ - сумма отметок вершин, входящих в один квадрат; $\sum H_2$, $\sum H_4$ - соответствующие суммы отметок вершин, входящих в два и четыре квадрата; n - число квадратов в плане.

Приведенная формула позволяет получить проектную отметку горизонтальной плоскости с соблюдением баланса земляных работ.

Для контроля значение $H_{пр}$ вычисляют дважды, окончательный результат округляют до 0,01 м.

3. Вычисляют рабочие отметки всех вершин квадратов по формуле (9)

$$H_p = H_{пр} - H_i \quad (9)$$

где $H_{пр}$ - проектная отметка; H_i - черная отметка соответствующей вершины квадрата.

4. Выписывают у каждой вершины квадрата с соответствующим знаком вычисленные значения рабочих отметок (рис.5).

5. По рабочим отметкам вершин квадратов, имеющих разные знаки, определяют положение точек нулевых работ по формулам (10-11):

$$x = d \frac{|h'|}{|h'| + |h''|} \quad (10)$$

$$y = d \frac{|h''|}{|h'| + |h''|} \quad (11)$$

где: d – горизонтальное расстояние между вершинами квадратов; h' и h'' - рабочие отметки вершин квадратов.

Контроль вычисления:

$$x + y = d \quad (12)$$

6. По значениям x и y на соответствующих сторонах квадратов находят положение нулевых точек в масштабе картограммы. Последовательно соединяем точки нулевых работ, т.е. пересечения проектной плоскости с поверхностью земли (рис.4)

7. Подсчитывают объемы насыпей или выемки по каждому полному и неполному квадрату, и по участку в целом.

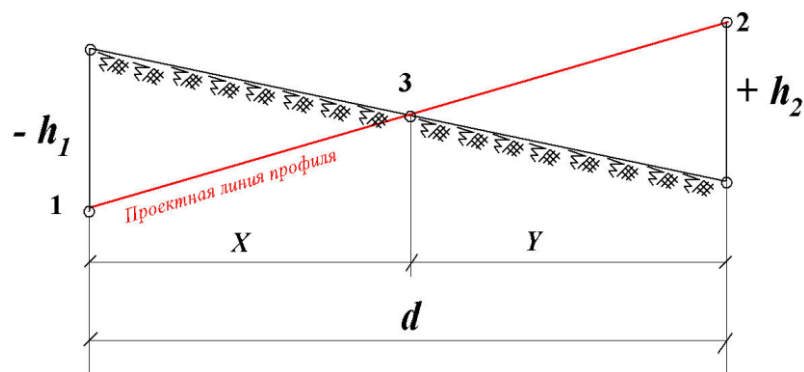


Рис.4. Определение положения точки нулевых работ

Для полного квадрата объем насыпи или выемки определяют по формуле (13)

$$V = \frac{d^2}{4} \sum h_p \quad (13)$$

где: d – сторона квадрата; h_p – рабочие отметки вершин данного квадрата.

Для трапеции объем насыпи или выемки определяется по формуле (14):

$$V = \frac{(a + b)}{8} \sum h_p \quad (14)$$

где: d – высота трапеции (сторона квадрата); a, b – основание трапеции.

Для треугольника объем насыпи или выемки определяют по формуле (15)

$$V = \frac{(b + h)}{6} \sum h_p \quad (15)$$

Где: b – высота треугольника; h – высота треугольника.

Длины оснований трапеции, а также оснований и высот треугольников определяют графически по плану (картограмме).

Для определения объемов земляных работ в неполных квадратах целесообразно применять формулы И.В. Стрельчевского, формулы (16-17):

$$V_B = \frac{d^2 (\sum h_p^B)^2}{4 \sum |h_p|} \quad V_H = \frac{d^2 (\sum h_p^H)^2}{4 \sum |h_p|}$$

где V_B, V_H – объемы выемки и насыпи; d – сторона квадрата, м; $\sum h_p^B$ и $\sum h_p^H$ – сумма соответственно отрицательных и положительных рабочих отметок данного квадрата; $\sum |h_p|$ – сумма абсолютных величин рабочих отметок всех вершин квадрата (без учета знаков).

8. Вычисления сводят в табл.2.

Ввиду того, что проектирование площади производится с соблюдением нулевого баланса земработ, то *итоговая сумма насыпи и выемки должна быть одинаковой*.

Соблюдение этого условия является контролем вычисления объемов. Расхождение в объемах насыпи и выемки допускается не более 5% от общего объема земляных работ на данной площадке.

Таблица 2

Ведомость вычисления объемов земляных работ

Номер квадрата	$\sum h_p^H$	$(\sum h_p^H)^2$	$\sum h_p $	$\frac{(\sum h_p^H)^2}{\sum h_p }$	$\frac{d^2}{4}$	Объемы	
	$\sum h_p^B$	$(\sum h_p^B)^2$		$\frac{(\sum h_p^B)^2}{\sum h_p }$		насыпи	выемки
1	+0,48	0,2304	1,53	0,16	100	16	73
	-1,05	1,1025		0,73			
2	+1,56	2,4336	1,77	1,37	100	137	2
	-0,21	0,00441		0,02			
3	+1,07	1,1449	2,06	0,55	100	55	47
	-0,99	0,9801		0,47			
4	-3,34	11,1556	3,43	3,25	100	0	325
	+0,09	0,0081		0,00			
5	+1,36	1,8496	2,28	0,81	100	81	37
	-0,92	0,8464		0,37			
6	+2,0	4,2025	2,08	2,02	100	202	0
	-0,03	0,0009		0,00			

7. Оформление работы

Все документы, предъявляемые преподавателю по окончании работы должны быть оформлены согласно образцам, приводимых в данных методических указаниях.

В составе курсовой работы сдаче преподавателю подлежат:

- 1) исходные данные;
- 2) журнал геометрического нивелирования;
- 3) план нивелирования площадки;
- 4) картограмма земляных работ;
- 5) ведомость вычисления объемов земляных работ;
- 6) графическая часть.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Титульный лист

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»**
ПРИВОЛЖСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МАДИ

Кафедра **Строительство дорог и инженерной экологии**

Дисциплина **Вертикальная планировка улиц и дорог**

КУРСОВАЯ РАБОТА

тема: **Вертикальная планировка строительной площадки**

Выполнил студент:
факультета _____
курса ____ группы _____

Ф.И.О.

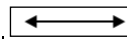
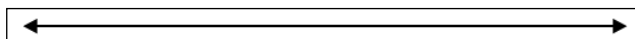
Руководитель

оценка _____
« ____ » _____ 202__

Чебоксары, 202__

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рамка пояснительной записки

*образец углового штампа
на листах
пояснительной записки*



15

ВПУ_{иД}. КР-01-26

Лист

№ п/п

5

10

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
РАМКА ЛИСТА СОДЕРЖАНИЯ

*Образец углового штампа
на 1-м листе содержания
пояснительной записки*

Должность	Ф.И.О.	Подпись	Дата	ВПГУиД. КП-01-26			
Зав. каф							
Н.контроль							
Консультант				Вертикальная планировка строительной площадки	Стадия	Лист	Листов
Консультант					у		
Разработал				Пояснительная записка	Приволжский институт (филиал) МАДИ Направление 08.03.01 Группа		
Проверил							
Утвердил							

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
ШТАМП ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

*образец углового штампа на листах
графической части КР*

65				120				
55	Должность	Ф.И.О.	Подпись	Дата	ВПГУиД. КР-01-26			
				5				
				5				
	Зав. кафедрой			5	Строительная площадка			
	Н.контроль			5				
	Консультант			5	Вертикальная планировка строительной площадки	Стадия	Лист	Листов
	Консультант			5		15	17	18
	Руководитель			5				
	Разработал			5	Наименование чертежа	Приволжский институт (филиал) МАДИ Направление 08.03.01 группа		
	Выдал			5				
Утвердил			5					
				70		50		

Вязова Е.В., Еремеева С.С.

**ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА
СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ**

Методические указания по выполнению
курсовой работы
по дисциплине «Вертикальная планировка городских улиц и дорог»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
(профиль «Автомобильные дороги»)
всех форм обучения

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)» Приволжский институт (филиал) МАДИ
428000, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. Тракторостроителей,
д. 101, корп.30