

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Кафедра горного дела**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению практической работы

**«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ»**

для студентов направления специальности

**08.03.01. СТРОИТЕЛЬСТВО**

**МАГАДАН**

**2020**

УДК 622.1 ББК 33.12

К93

Составители: канд. техн. наук, В.В. Курбатова

## **СОДЕРЖАНИЕ**

|   |   |
|---|---|
| 1.1 ЦЕЛЬ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ.....   | 4 |
| 1.2 МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ.....  | 6 |
| 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ПО ДАННЫМ<br>ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ (ПО КВАДРАТАМ) ..... | 7 |
| 2.1. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ .....  | 7 |
| 2.2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....  | 7 |
| 2.3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ. ....   | 8 |

## 1.1 ЦЕЛЬ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ.

Вертикальная планировка - это инженерное мероприятие по искусственному изменению, преобразованию и улучшению существующего рельефа местности срезкой или подсыпкой грунта для использования его в градостроительных целях. Основная цель вертикальной планировки заключается в создании спланированных поверхностей, удовлетворяющих требованиям застройки и инженерного благоустройства территории. Вертикальная планировка территории призвана создать благоприятные условия для размещения зданий и сооружений, прокладки улиц, проездов, подземных инженерных коммуникаций.

К основным задачам вертикальной планировки относятся:

- организация стока поверхностных вод (дождевых, ливневых и талых) с городских территорий;
- обеспечение допустимых уклонов улиц, площадей и перекрёстков для безопасного и удобного движения всех видов городского транспорта и пешеходов;
- создание благоприятных условий для размещения зданий и прокладки подземных инженерных сетей;
- организация рельефа при наличии неблагоприятных физико-геологических процессов (затопление территории, подтопление её грунтовыми водами, оврагообразование и т. д.);
- придание рельефу наибольшей архитектурной выразительности;
- создание в необходимых случаях искусственного рельефа;
- решение задач при сооружении крупных и уникальных плоскостных сооружений (спортивного центра, аэродрома и пр.).

Работы по проектированию вертикальной планировки территории проводятся на всех стадиях разработки горизонтальной планировки: проектов генеральных планов, проектов детальной планировки и проектов застройки. Этапы разработки вертикальной планировки заключаются в оценке рельефа, составлении схемы вертикальной планировки в зависимости от площади и сложности рельефа в масштабах 1 : 10 000 - 1 : 2 000 и рабочих чертежей в масштабах 1 : 1 000 - 1 : 500, на основании которых на местности производят геодезические разбивочные работы для преобразования рельефа.

Для разработки проектов вертикальной планировки необходимо располагать исходными материалами. Это - здания, планировочные решения, материалы предшествующей стадии проектирования и материалы изысканий, в которые входят геодезические, гидрологические, гидрогеологические исследования, данные о расположении в плане и в высотном отношении и типах подземных инженерных

сооружений, зелёных насаждений, наземных сооружений, составе и размерах транспортного и пешеходного движения и пр.

Отметки планируемой поверхности назначают таким образом, чтобы максимально сохранить существующий рельеф, зелёные насаждения и почвенный покров. Вертикальная планировка осуществляется с учетом осушения заболоченных и избыточно увлажненных территорий, орошения недостаточно увлажненных территорий, понижения уровня грунтовых вод, борьбы с селевыми потоками. К вертикальной планировке относятся обвалование и досыпки территории, применяемые для защиты города от затоплений, засыпка оврагов, террасирование склонов, выполняемое для предотвращения оползней и др.

При оценке территории основное внимание уделяется существующему рельефу. Определяют наличие и расположение водоразделов и тальвегов, основные направления стока поверхностных вод, участки территорий с различными уклонами, территории, требующие мероприятий по инженерной подготовке, и пр. Совокупность этих характеристик определяет природные условия территории по степени пригодности для строительства как благоприятные (с уклонами 0.005 - 0.100), неблагоприятные (0.100 - 0.200 или менее 0.005) и особо неблагоприятные (свыше 0.200).

Существенную роль вертикальная планировка играет при проектировании зданий, сооружений и подземных инженерных сетей. В настоящее время для жилищно-гражданского строительства используют типовые здания, и задача вертикальной планировки заключается в создании благоприятных условий для их размещения без изменения типовых проектов.

Эффективность работ по вертикальной планировке определяют следующие технико-экономические показатели [5]:

- наименьший объём земляных работ при наибольшей эффективности проектных решений;
- одинаковый объём выемок и насыпей (баланс земляных масс), когда отпадает необходимость в вывозе грунта с планируемой территории или привозе его;
- всемерное сокращение дальности перемещения грунта (транспортного объёма) с участков выемок в насыпи.

**Основными документами проекта вертикальной планировки являются план организации рельефа и картограмма земляных работ, которые составляются на основе топографического плана, рабочих чертежей поперечных профилей улиц и проездов.**

## 1.2 МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ

Составление плана организации рельефа ведется на проекте планировки и застройки с использованием плана "красных" линий, на которые выносятся все исходные данные со схемы вертикальной планировки.

В зависимости от местных условий и вида поверхности, проектирование вертикальной планировки выполняют методом проектных горизонталей, проектных отметок, профилей или комбинацией этих методов [3, 4, 6].

Метод проектных горизонталей позволяет наиболее полно отразить проектируемый рельеф и произвести планировку на всей территории с одинаковой степенью точности, что особенно важно при незначительных уклонах местности. Сущность метода состоит в том, что на план с геодезической подосновой, где показан фактический рельеф в горизонталях и нанесены все проектные решения в плане, наносят горизонтали, отображающие проектный рельеф. В зависимости от рельефа и масштаба составляемого плана, высоту сечения проектных горизонталей устанавливают равной 0.1; 0.2; 0.5 м. Преимуществом данного метода является совмещение горизонтального и вертикального решений, что обеспечивает наглядность проектного документа и упрощает подготовку и производство геодезических разбивочных и строительных работ.

Метод профилей применяется при вертикальной планировке проездов, улиц, дорог или площадок. По результатам полевых геодезических работ составляют продольные и поперечные профили через 20, 40 или 100 м, в зависимости от стадии проектирования и характера рельефа. Продольные профили следует проектировать в тех же масштабах, что и рабочие чертежи, принимая для большей точности графических построений вертикальный масштаб в 10 раз больше горизонтального. Поперечные профили строят в масштабе 1 : 200 с учетом соотношения горизонтального и вертикального масштабов как 1 : 10. Этот метод недостаточно нагляден и требует большого объема графических работ, поэтому он используется для частичного решения вертикальной планировки.

В дальнейшем применяются другие методы.

Метод проектных отметок заключается в изображении преобразованного рельефа в виде системы точек с подписанными на них красными и рабочими отметками. Такой способ применяется в случаях слабо выраженного проектного рельефа, т. е. тогда, когда изображение проектной поверхности проектными горизонталями становится недостаточно наглядным.

Комбинированный метод проектирования вертикальной планировки одновременно использует методы проектных горизонталей и отметок. Методом отметок проектируют опорные или характерные точки, отметки которых должны быть сохранены в процессе дальнейшего преобразования рельефа, выполняемого методом проектных горизонталей.

## **2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ПО ДАННЫМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ (ПО КВАДРАТАМ)**

### **2.1. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

1. Составить план строительной площадки в масштабе 1 : 200: <sup>1</sup>
2. Построить картограмму земляных работ в масштабе 1 : 200<sup>2</sup>
3. Составить ведомость вычисления объемов земляных работ для данного участка с учетом нулевого баланса<sup>3</sup>.

### **2.2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

Для построения плана строительной площадки необходимо:

1. На листе ф-А4 построить сеть квадратов со сторонами 5х5см.
2. В вершинах квадратов записать значения высот точек полученных по результатам геометрического нивелирования. <sup>4</sup>

3. Построить рельеф с высотой сечения  $h = 1$  м способом горизонталей.

Для построения картограммы земляных работ необходимо:

1. На листе ф-А4 построить сеть квадратов со сторонами 5х5см.
2. В вершинах квадратов записать значения рабочих отметок [a].
3. Вычислить проектную отметку [ $H_{пр}$ ]
4. Нанести точки нулевых работ и провести линию нулевых работ.
5. Обозначить общую площадь насыпи и выемки.
6. Пронумеровать фигуры в пределах квадрата сквозной нумерацией сначала для насыпи потом для выемки<sup>5</sup>.

Для составления ведомости объемов земляных работ необходимо:

1. Вычислить площадь каждой фигуры [ $S_n$ ], [ $S_v$ ]. <sup>6</sup>
2. Вычислить среднюю рабочую отметку для каждой фигуры [ $a_{ср}$ ]<sup>7</sup>
3. Вычислить объем земляных работ [ $V_n$ ], [ $V_v$ ]<sup>8</sup>

---

<sup>1</sup> Образец оформления приведен в приложении №1

<sup>2</sup> Образец оформления приведен в приложении №2

<sup>3</sup> Образец оформления приведен в приложении №3

<sup>4</sup> Значения высот даны согласно № варианта и приведены в приложении №4 - № варианта это порядковый (списочный) номер студента по журналу (приказу и т.д.)

<sup>5</sup> Номера фигуры занести в бланк ведомости в 1-ый и 5-ый столбцы для выемки и насыпи соответственно

<sup>6</sup> Значения площади занести в бланк в ведомости во 2-ой и 6-ой столбцы для выемки и насыпи соответственно.

<sup>7</sup> Значение  $a_{ср}$  занести в бланк ведомости в 3-й и 7-ой столбцы для выемки и насыпи соответственно.

<sup>8</sup> Значения объема занести в бланк в ведомости 4-ый и 8-ой столбцы для выемки и насыпи соответственно.

### 2.3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

1. После построения плана строительной площадки (сеть квадратов с вынесенными отметками высот точек и рельефом), необходимо вычислить проектную (среднюю) отметка участка работ по формулам 2.1:

$$H_0 = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_n}{n}$$

или

$$H_0 = \frac{\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + \dots + 4\Sigma H_n}{4n}$$
2.1

где  $n$  – число квадратов,  $\Sigma H_1$  – сумма отметок вершин, входящих в один квадрат,  $\Sigma H_2$  – сумма отметок вершин, общих для двух квадратов;  $\Sigma H_4$  – сумма отметок вершин, общих для четырех квадратов.<sup>9</sup>

2. Для составления картограммы земляных работ (рис.1) необходимо построить сеть квадратов, а в вершинах квадратов отметить рабочие отметки.<sup>10</sup>

Рабочие отметки всех вершин квадратов вычисляются по формулам 2.2:

$$\left. \begin{aligned} \Delta a^I &= H_0 - H_1^I \\ \Delta a^{II} &= H_0 - H_1^{II} \\ \Delta a^{III} &= H_0 - H_1^{III} \\ \Delta a^{IV} &= H_0 - H_1^{IV} \end{aligned} \right\}$$
2.2.

Контроль правильности вычисления рабочих отметок производим по формуле 2.3:

$$\Delta h_0 = \frac{\Sigma \Delta a_1 + 2\Sigma \Delta a_2 + 4\Sigma \Delta a_4}{4n} = 0$$
2.3

3. Определить положение точек нулевых работ на сторонах квадратов аналитическим способом по формуле 2.4:

$$X = \frac{d}{|\Delta h_1| + |\Delta h_2|} \times |\Delta h_1|$$
2.4

где  $d$  – длина стороны квадрата;  $\Delta h_1$  и  $\Delta h_2$  – рабочие отметки.

Определение точек нулевых работ, расположенных на сторонах квадратов, необходимо производить между смежными рабочими отметками, имеющими разные знаки.<sup>11</sup>

4. Построить линию нулевых работ, соединив ломаной точки нулевых работ.

5. Выделить согласно условным обозначениям площадь выемки и насыпи.

<sup>9</sup> Графическим документом по вертикальной планировке является картограмма земляных работ, составленная на основе нивелированного плана крупного масштаба

<sup>10</sup> На картограмме указываются фактические проектные и рабочие отметки, положение линии нулевых работ.

<sup>11</sup> Квадраты, имеющие в своих вершинах рабочие отметки с разными знаками, называются смешанными, а с одинаковыми – одногодными или чистыми.



6. Пронумеровать фигуры в пределах квадрата, отдельно для выемки и насыпи, при этом нумерация сквозная (см. прил. №2)

7. Вычислить площадь получившихся фигур в пределах квадрата результаты занести в ведомость вычисления объемов земляных работ.

8. Для заполнения ведомости (см. прил. №3) необходимо вычислить среднюю рабочую отметку каждой фигуры  $a_{cp}$  по формуле 2.5:

$$a_{cp} = \frac{\Sigma a}{n} \quad 2.5$$

где  $\Sigma a$  - сумма всех рабочих отметок фигуры, а  $n$  – количество вершин обрабатываемой фигуры

9. Вычислить объем каждой фигуры. Объем земляных работ наиболее часто вычисляли методом четырехгранных или методом трехгранных призм. Объем четырехгранных призм определяется по формуле 2.6:

$$V = \frac{\Sigma \Delta a_1}{4} \times S \quad 2.6$$

где  $\frac{\Sigma \Delta a_1}{4}$  - высота однородной призмы, равная среднему арифметическому из рабочих отметок;  $S$  – площадь основания призмы.

Объем трехгранной призмы вычисляется по формуле 2.7:

$$V = \frac{\Sigma \Delta a}{3} \times S \quad 2.7$$

Объем пятигранных призм в смешанных квадратах целесообразно вычислять как разность объемов четырехгранных и трехгранных призм.

Подсчет объемов земляных работ, насыпей и выемок по методу квадратов производился для каждого квадрата.

После подсчетов объемов для отдельных квадратов вычислили общий объем насыпи и выемки. Разница в объемах насыпи и выемки допустима до 3 %. Результаты вычислений отражены в ведомости определения объемов земляных работ.

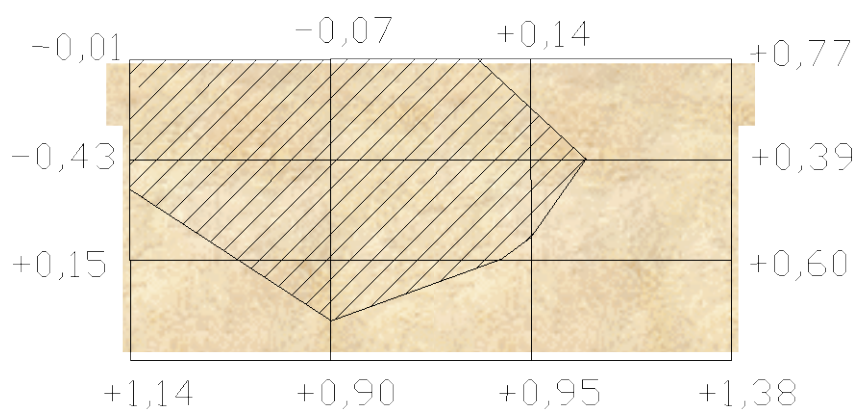


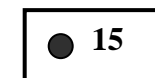
Рис.1

# План строительной площадки

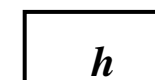
Условные обозначения:



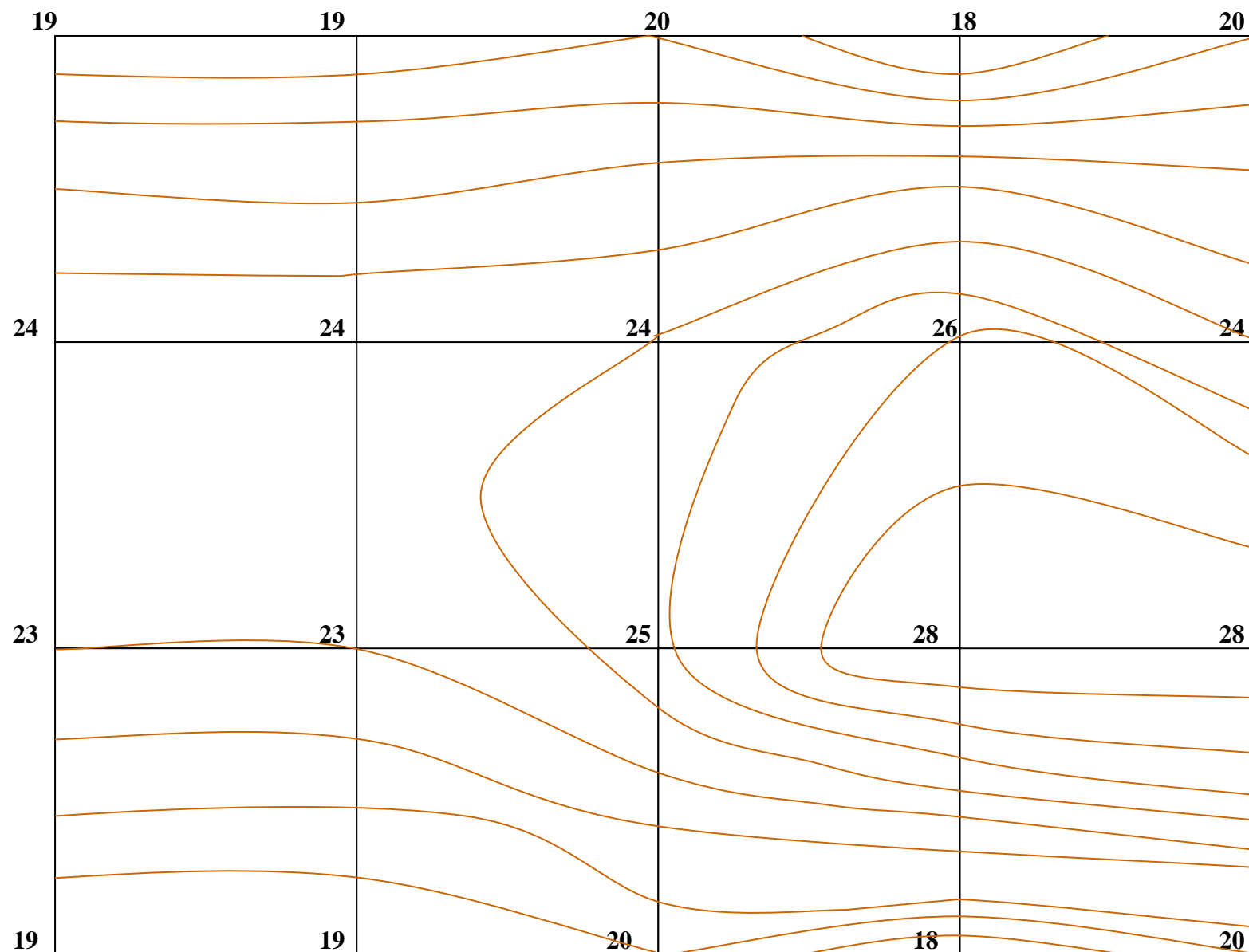
- горизонтали



- отметки высот



- высота сечения  
рельефа

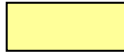


*M-б 1:200*

*h = 1 м*

# Картограмма земляных работ

Условные обозначения:

-  - выемка
-  - насыпь
-  - точки и линия нулевых работ

$H_{np(0)} = 23 \text{ м.}$

проектная отметка

$$H_0 = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_n}{n}$$

или

$$H_0 = \frac{\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + \dots + 4\Sigma H_n}{4n}$$

где n –  
сумма

ма отметок вершин, входящих  
в четырех квадратов.

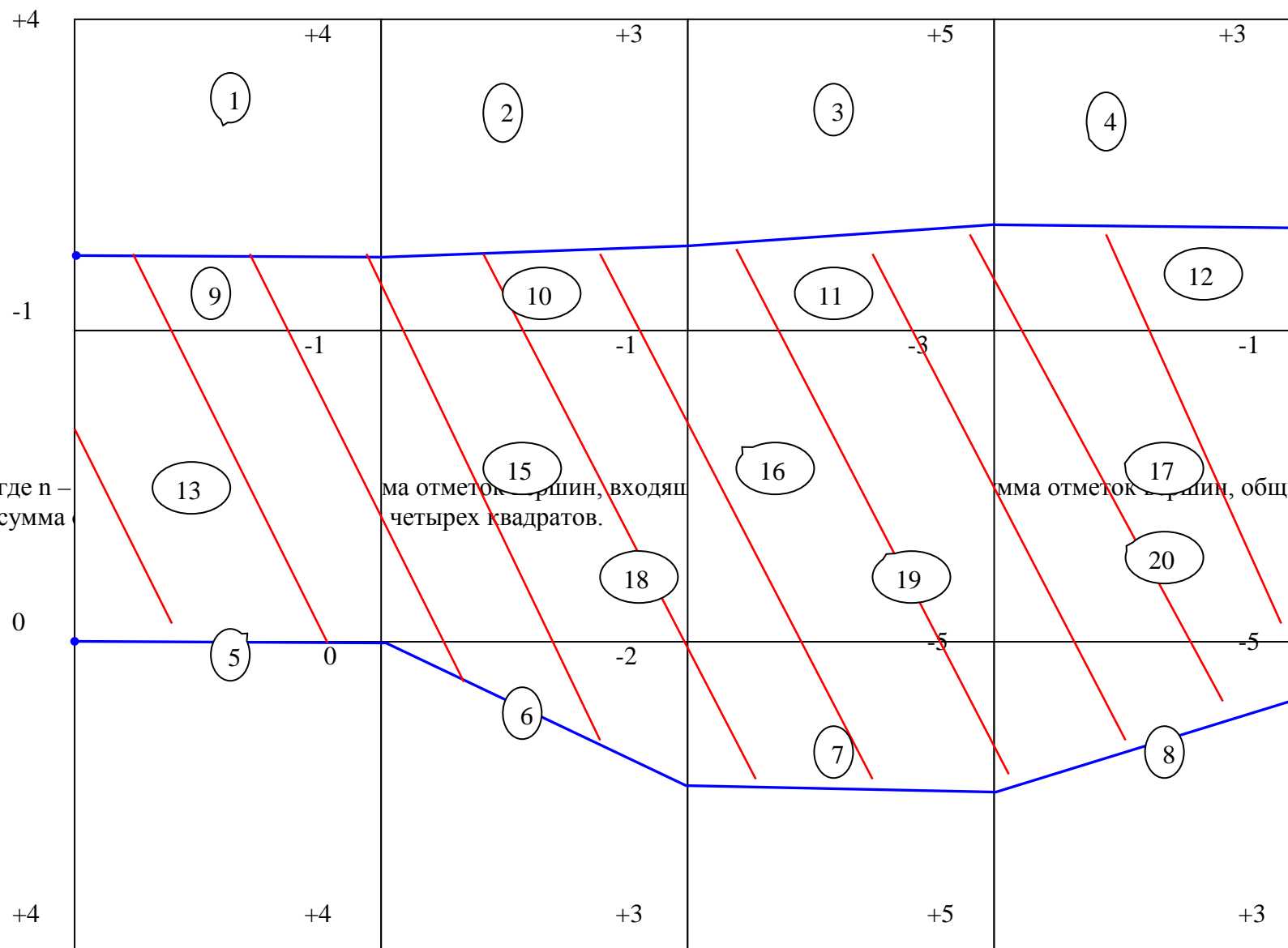
сумма отметок вершин, общих для двух квадратов;  $\Sigma H_4$  –

$a[\Delta h]$ -рабочие отметки

$$a = H_{np} - H_{\phi}$$

Положение точек нулевых работ на  
сторонах квадратов определяем  
аналитическим способом по формуле:

$$X = \frac{d}{|\Delta h_1| + |\Delta h_2|} \times |\Delta h_1|$$



# ВЕДОМОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯННЫХ РАБОТ

| Выемка   |                       |      |                       | Насыпь   |                       |      |                       |
|----------|-----------------------|------|-----------------------|----------|-----------------------|------|-----------------------|
| №№<br>ф. | Sф                    | аср  | Vф                    | №№<br>ф. | Sф                    | аср  | Vф                    |
| 1        | 20                    | 0,5  | 10                    | 12       | 80                    | 2    | 160                   |
| 2        | 22,5                  | 0,5  | 11,25                 | 13       | 77,5                  | 1,75 | 135,625               |
| 3        | 31,25                 | 1    | 31,25                 | 14       | 68,75                 | 2    | 137,5                 |
| 4        | 31,25                 | 1    | 31,25                 | 15       | 68,75                 | 2    | 137,5                 |
| 5        | 100                   | 0,5  | 50                    | 16       | 100                   | 2    | 200                   |
| 6        | 100                   | 0,5  | 50                    | 17       | 80                    | 1,75 | 140                   |
| 7        | 100                   | 1    | 100                   | 18       | 55                    | 2    | 110                   |
| 8        | 100                   | 1    | 100                   | 19       | 43,75                 | 2    | 87,5                  |
| 9        | 20                    | 0,7  | 14                    |          |                       |      | 0                     |
| 10       | 45                    | 1,75 | 78,75                 |          |                       |      |                       |
| 11       | 56,25                 | 2,5  | 140,625               |          |                       |      |                       |
|          |                       |      |                       |          |                       |      |                       |
|          |                       |      |                       |          |                       |      |                       |
|          |                       |      |                       |          |                       |      |                       |
|          |                       |      |                       |          |                       |      |                       |
|          |                       |      |                       |          |                       |      |                       |
|          |                       |      |                       |          |                       |      |                       |
|          |                       |      |                       |          |                       |      |                       |
|          | 626,25                |      | 617,125               |          | 573,75                |      | 1108,13               |
|          | $\Sigma S_{\text{в}}$ |      | $\Sigma V_{\text{в}}$ |          | $\Sigma S_{\text{н}}$ |      | $\Sigma V_{\text{н}}$ |

$$S_{\text{общ.}} = \Sigma S_{\text{в}} + \Sigma S_{\text{н}} = 1200 \text{ м}^2$$

$$\Delta V = \Sigma V_{\text{в}} - \Sigma V_{\text{н}} = -491,01 \text{ м}^2$$

Баланс земляных работ

$$Б = \frac{|\Delta V|}{\Sigma |V_{\text{в}}| + \Sigma |V_{\text{н}}|} \ll 5\% = 0 \text{ баланс земляных работ}$$

$$Б = 28\%$$

