

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

# ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Методические указания к курсовому  
и дипломному проектированию

*Составитель А. М. Ахмедов*



© Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Волгоградский государственный  
архитектурно-строительный университет», 2014

Волгоград ВолгГАСУ 2014

УДК 624.132(076.5)  
ББК 38.623я73  
П801

- Производство** земляных работ [Электронный ресурс]:  
П801 методические указания к курсовому и дипломному проектированию / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т ; сост. А. М. Ахмедов. — Электронные текстовые и графические данные (3,0 Мбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2014. — Учебное электронное издание. Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

Методические указания составлены для самостоятельного освоения студентами методики вертикальной планировки строительной площадки, а также подсчета объемов земляных работ при курсовом и дипломном проектировании. Дается содержание и порядок выполнения расчетов в виде последовательного алгоритма. Приводятся методики расчета параметров котлована, выбора экскаватора и автомобильного транспорта для вывоза грунта по требуемым техническим характеристикам, а также перечень основных требований техники безопасности при производстве земляных работ.

Для студентов всех форм обучения направления подготовки «Строительство».

Для удобства работы с изданием рекомендуется пользоваться функцией Bookmarks (Закладки) в боковом меню программы Adobe Reader.

Имеется бумажный аналог: Производство земляных работ : методические указания к курсовому и дипломному проектированию / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т ; сост. А. М. Ахмедов. Волгоград : ВолгГАСУ, 2014. 40, [2] с.

**УДК 624.132(076.5)**  
**ББК 38.623я73**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Подготовительные работы.....	4
2. Расчет объема земляных работ при вертикальной планировке строительной площадки.....	4
3. Расчет объема земляных работ при экскавации котлована.....	16
3.1. Подбор ведущей машины для разработки котлованов и траншей.....	24
3.2. Выбор вида и подсчет количества грузовых транспортных средств.....	25
4. Техника безопасности при выполнении земляных работ.....	28
5. Оформление курсового и дипломного проектов и перечень исходных данных.....	29
6. Задания для выполнения курсового проекта.....	30
Список использованной литературы.....	37
Список рекомендуемой литературы.....	37
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	38

## 1. Подготовительные работы

Подготовительные работы включают, прежде всего, очистку, осушение, разбивку территории, устройство подъездных путей дорог и другие работы, которые необходимо выполнить до начала экскавации котлована. К вспомогательным процессам относятся: водоотлив, водопонижение грунтовых вод, рыхление плотных и мерзлых грунтов, крепление стенок выемок и т. п.

Предварительно производится очистка территории строительного участка от деревьев, пней, кустарников, камней-валунов при помощи бульдозеров и кусторезов. Крупные камни, не поддающиеся перемещению, разделяют на мелкие части и выносят со стройплощадки.

Плодородный слой почвы до начала экскавации котлована необходимо срезать и переместить в отвал для использования его при восстановлении (рекультивации) нарушенных земель, а также при благоустройстве территории [1].

## 2. Расчет объема земляных работ при вертикальной планировке строительной площадки

Строительную площадку, на которой необходимо выполнить вертикальную планировку, разбивают на квадраты или прямоугольники, причем размеры сторон четырехугольников принимаются равными целым числам для более легкого подсчета.

### Пример

Рассчитать объемы насыпей и выемок при вертикальной планировке площадки размерами  $240 \times 180$  м с уклоном  $i=0,003$  и спланировать участок с соблюдением нулевого баланса земляных масс.

**I.** На листе бумаги в необходимом масштабе разбиваем строительную площадку на равные четырехугольники, например квадраты со стороной 60 м. Площадка, как уже сказано, будет иметь размеры  $240 \times 180$  м (рис. 1).

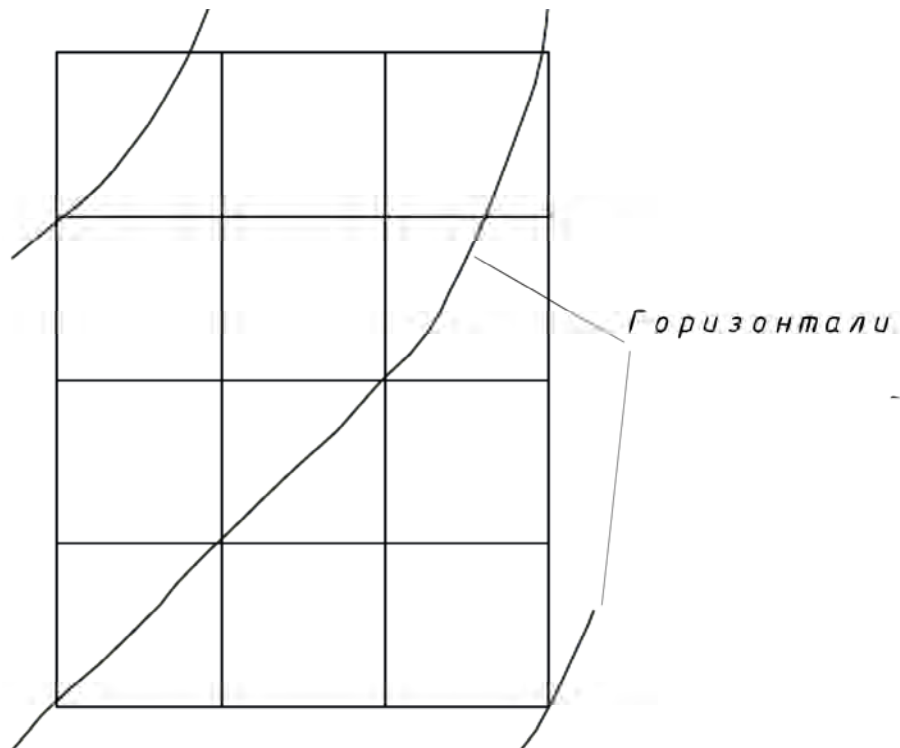


Рис. 1. Сетка квадратов с нанесенными на нее горизонталями

Основой для составления проекта вертикальной планировки является топографический план в масштабе 1:500 или 1:1000 [2].

При выполнении курсового проектирования план строительной площадки с нанесенными на нее горизонталями выдает преподаватель.

**II.** Наносим горизонтали на начерченную сетку квадратов (см. рис. 1) при помощи палетки. Для этого предварительно с плана (задания) на палетку (прозрачную бумагу) переносим горизонтали, затем эту палетку накладываем на сетку квадратов, сделанную ранее, и переносим горизонтали через копирку. При этом для наглядности, простоты визуального восприятия, а также верности последующих расчетов необходимо сделать так, чтобы масштаб горизонталей и начерченной сетки квадратов был одинаков.

**III.** Затем на чертеже показываем уклон рельефа  $i$ . Уклон  $i$  — это показатель крутизны склона, т. е. отношение превышения  $h$  к горизонтальному проложению  $l$  (рис. 2).

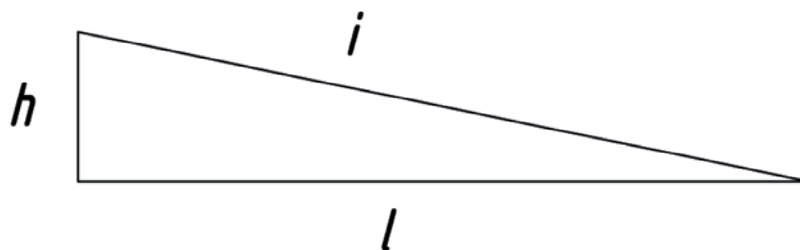


Рис. 2. Условная схема для определения уклона рельефа

Если он заранее не известен, то его определяют по следующим формулам [3]:  
уклон (безразмерная величина):

$$i = \frac{h}{l};$$

уклон, %:

$$i = \frac{h}{l}100;$$

уклон, промилле:

$$i = \frac{h}{l}1000.$$

**IV.** Далее в углах, а также на пересечениях сетки квадратов определяем значения черных отметок  $H_{ч}$  (рис. 3).

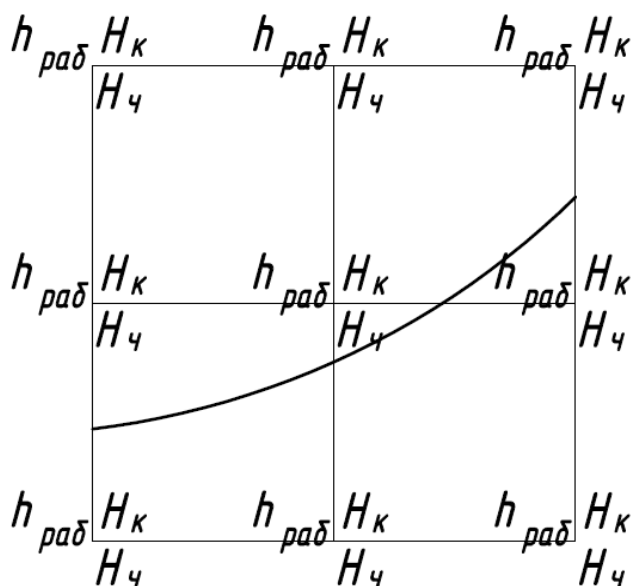


Рис. 3. Расстановка значений  $H_{ч}$   
для расчета вертикальной планировки

Черные отметки — это отметки естественного рельефа местности. Черные отметки можно определять несколькими способами.

#### **Способ 1. Определение черных отметок методом интерполяции**

При этом методе величину черной отметки определяют при помощи палетки (рис. 4).

Изготовить палетку можно с помощью подручных средств на листке прозрачной бумаги. Размеры палетки должны быть одинаковы с размерами чертежа сетки квадратов. На прозрачный лист бумаги наносятся параллельные линии с шагом от 2...5 мм. Шаг линий должен быть постоянным от первой до последней отметки.

Каждой линии должен быть присвоен свой порядковый номер (см. рис. 4). На представленной палетке принят шаг 0,05, все отметки на плане вертикальной планировки должны быть рассчитаны и написаны с точностью до второго знака.

## Палетка

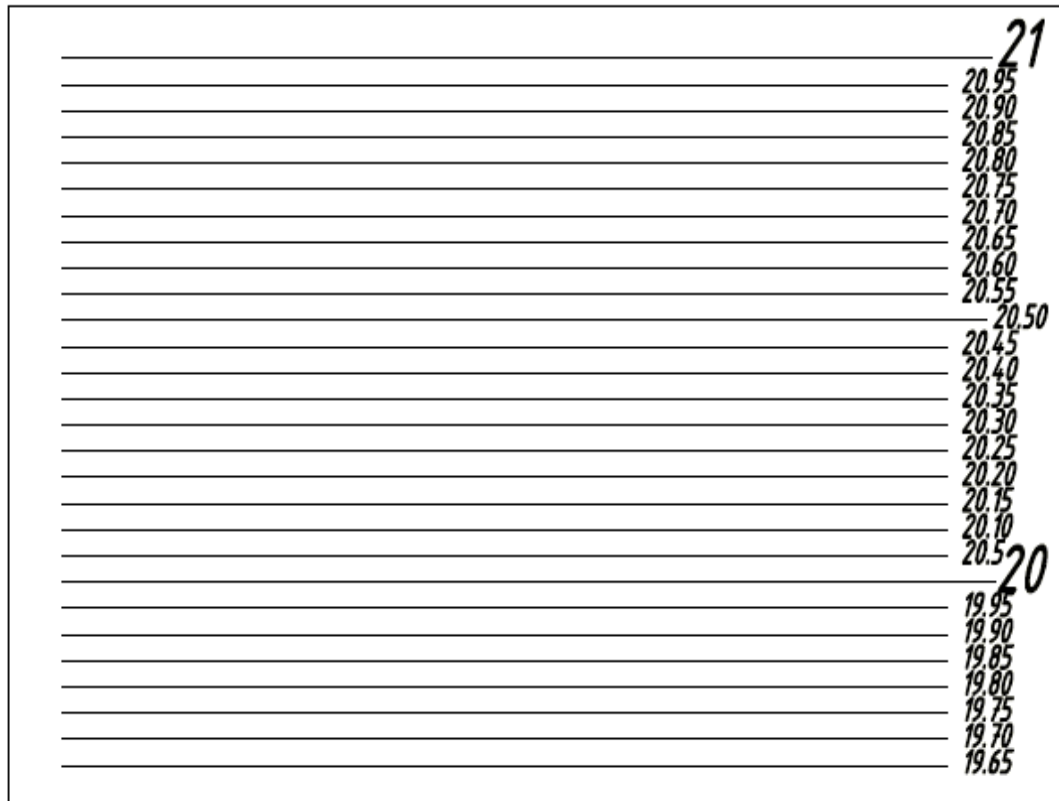


Рис. 4. Палетка

Последовательность действий:

1. Прикладываем палетку к точке А, отметка 20.53 (рис. 5).
2. Точка с отметкой 20.53 на сетке квадратов должна соответствовать точке 20.53 на палетке. В данном случае точка с отметкой 20.53 на палетке лежит между линиями с отметками 20.50 и 20.55.
3. После приложения палетки к сетке квадратов и совмещения по отметке 20.53 ставим в эту точку булавку или иголку.
4. Далее вращаем палетку вокруг точки А с отметкой 20.53, причем сетка квадратов остается неподвижной, вращается только палетка.
5. Совмещаем отметки 20.00 на сетке квадратов и палетке и останавливаем вращение палетки.
6. Промежуточные линии палетки между двумя отметками 20.00 и 20.53 покажут черные отметки вершин квадратов.

В данном примере (см. рис. 5) мы определили, что в т. В отметка  $H_v = 20.05$ , а в т. Г отметка  $H_v = 20.29$ .

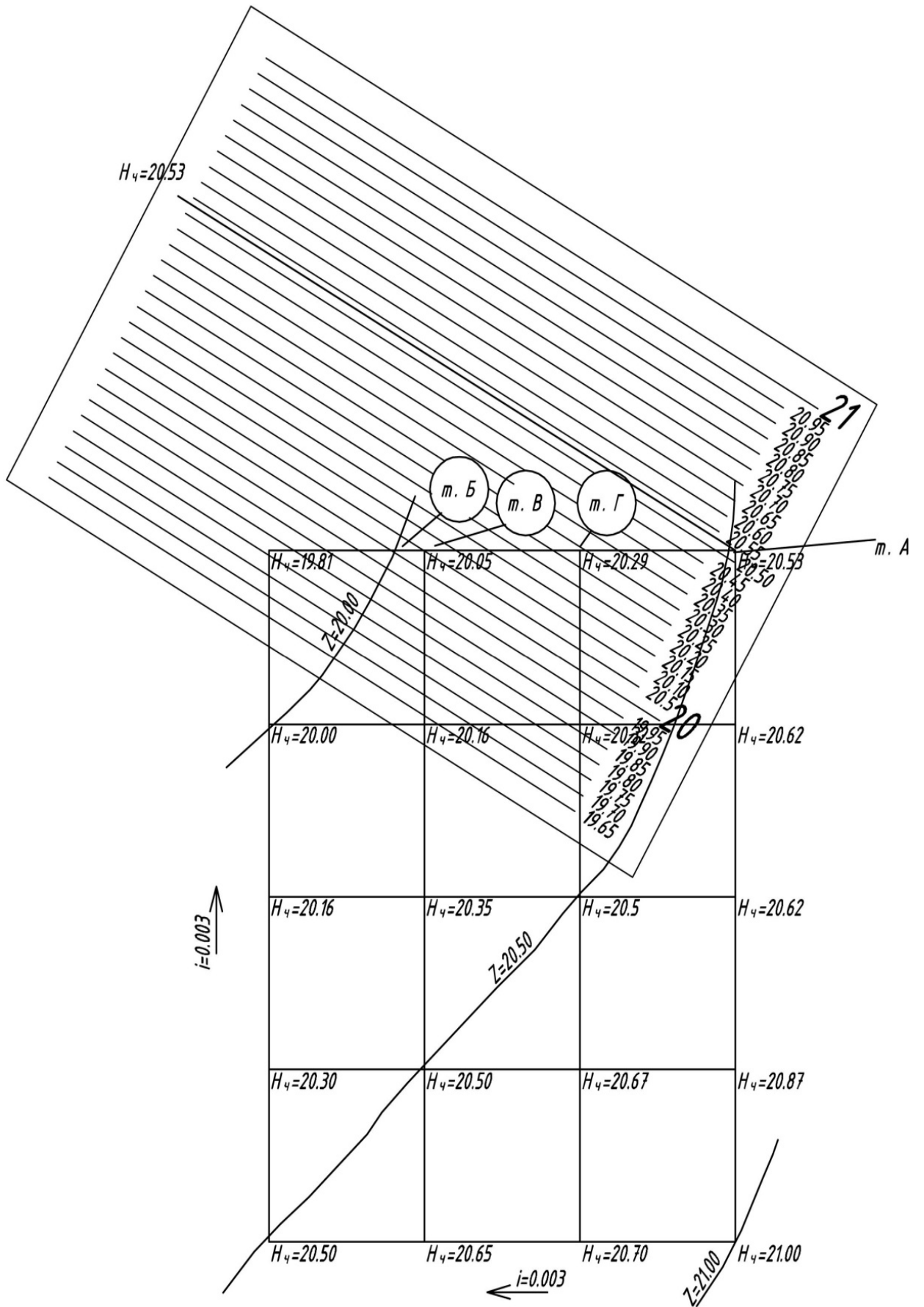


Рис. 5. Определение черных отметок при помощи палетки (способ 1)



**Способ 2. Определение черных отметок по формуле**

1. Для этого между двумя соседними горизонталями, между которыми необходимо определить черную отметку, по кратчайшему расстоянию, перпендикулярно, проводится прямая линия  $I-I$  (рис. 6).

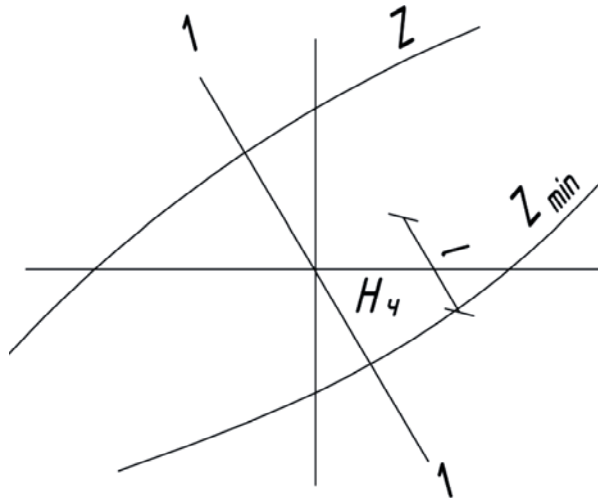


Рис. 6. Определение черных отметок по формуле (способ 2)

2. В зависимости от масштаба сетки квадратов и нанесенных на нее горизонталей находится расстояние  $l$  от одной из соседних горизонталей до искомой точки, для которой необходимо определить черную отметку.

3. После этого, зная превышение между горизонталями, черную отметку вершины находим по [4]:

$$H_{\text{ч}} = Z + \frac{\Delta h l}{L},$$

где  $Z$  — отметка горизонтали, м;  $\Delta h$  — шаг горизонталей ( $\Delta h = Z - Z_{\text{min}}$ ), м;  $Z_{\text{min}} = Z - \text{шаг горизонталей}$ ;  $l$  — расстояние от смежной горизонтали с наименьшей отметкой до вершины квадрата, м;  $L$  — минимальное расстояние между горизонталями по перпендикуляру, м.

**V.** После определения черных отметок вершин квадратов приступаем к определению среднепланировочной отметки [4]. Среднепланировочная отметка (при соблюдении нулевого баланса земляных масс и использовании метода квадратных призм) определяется по формуле

$$H_{\text{ср}} = (\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4) / 4n,$$

где  $\sum H_1$ ,  $2\sum H_2$ ,  $3\sum H_3$ ,  $4\sum H_4$  — суммы черных отметок квадратов, в которых сходятся соответственно один, два, три и четыре угла;  $n$  — количество квадратов на строительной площадке.

$$H_{\text{ср}} = ((21,00 + 20,05 + 19,81 + 20,53) + \\ + 2(20,05 + 20,29 + 20,62 + 20,62 + 20,87 + 20,70 + 20,65 + 20,30 + 20,16 + 20,00) + \\ + 4(20,16 + 20,32 + 20,5 + 20,35 + 20,5 + 20,67)) / 4 \cdot 12 = 20,42.$$

**VI.** Далее определяем красные (проектные) отметки вершин квадратов с учетом уклона строительной площадки по формуле

$$H_{\text{кр}} = H_{\text{ср}} \pm il,$$

где  $H_{\text{ср}}$  — среднепланировочная отметка поверхности, м;  $i$  — заданный уклон площадки;  $l$  — расстояние от вершин квадратов до условной оси симметрии площадки.

Уклон строительной площадки образуется путем поворота горизонтальной плоскости площадки на отметке  $H_{\text{ср}}$  вокруг оси, расположенной по центру площадки, на величину заданного уклона в сторону уменьшения черных отметок.

При нахождении красных отметок необходимо обращать внимание на приращение или уменьшение проектных отметок относительно горизонтальной плоскости с отметкой  $H_{\text{ср}}$ .

Выбираем линию поворота (показана пунктиром на рис. 7), которая проходит через центр тяжести всей площадки. В зависимости от уклона выбираем знак (если уклон сонаправлен со стрелкой поворота, ставится знак «+», а другая стрелка выбирается со знаком «-»).

$$H_{\text{кр1}} = 20,42 + 0,003 \cdot 30 = 20,51;$$

$$H_{\text{кр2}} = 20,42 - 0,003 \cdot 30 = 20,33;$$

$$H_{\text{кр3}} = 20,42 + 0,003 \cdot 90 = 20,69;$$

$$H_{\text{кр4}} = 20,42 - 0,003 \cdot 90 = 20,15.$$

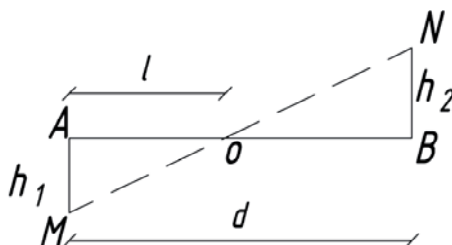


Рис. 7. Графический способ определения положения точки нулевых работ на стороне квадрата:  $h_1$  — отрицательное значение (откладывается в масштабе вниз);  $h_2$  — положительное значение (откладывается в таком же масштабе вверх);  $d$  — сторона четырехугольника;  $O$  — точка нулевых работ

**VII.** После этого вычисляем рабочие отметки по формуле

$$h_{\text{раб}} = H_{\text{кр}} - H_{\text{ч}}.$$

Знак «+» означает насыпь, знак «-» означает выемку [4].

**VIII.** Находим линию нулевых работ по рабочим отметкам. Для этого сначала нужно найти точки нулевых работ.

### Способ 1. По формуле

Положение точки нулевых работ на стороне квадрата можно определить по формуле [2]:

$$l = \frac{|h_1|}{|h_1| + |h_2|} d,$$

где  $l$  — расстояние до точки нулевых работ от вершины квадрата с рабочей отметкой  $|h_1|$ ;  $|h_2|$  — вершина 2-го квадрата с рабочей отметкой;  $d$  — длина стороны квадрата.

### Способ 2. Графический

Для того чтобы определить линию нулевых работ (л.н.р.), необходимо отложить отрезки, значения которых равны рабочим отметкам, причем значения откладываются в соответствии с правилом знаков, принятым заранее (например, вверх откладывается положительное значение, а вниз отрицательное), и для всех сторон четырехугольников, где определяются точки нулевых работ, масштаб должен быть одинаков. После масштабного отложения в противоположные стороны концы отрезков соединяются прямой линией. Точка пересечения этой прямой со стороной квадрата и будет точкой нулевых работ (т.н.р.). Точка нулевых работ будет находиться только на той стороне квадрата, где будут находиться положительная и отрицательная отметки (рис. 7, 8) [2].

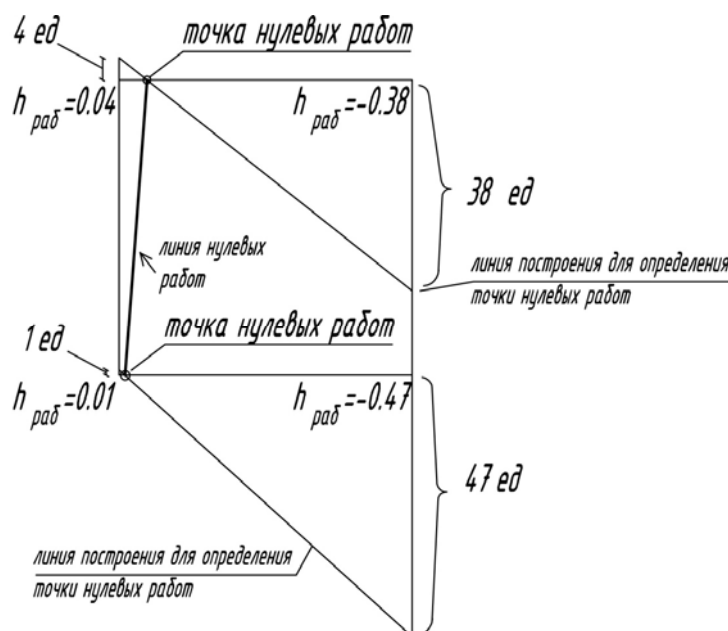


Рис. 8. Определение точек нулевых работ и линии нулевых работ

Определяем рабочие отметки насыпи и выемки. Начинаем с нижнего левого квадрата и идем вверх, все отрицательные значения для расчета берутся по модулю.

$$1. h_1=0,19, h_2=0,14;$$

$$l = \frac{0,19}{0,19 + 0,14} 60 = 34,545.$$

В масштабе от точки с рабочей отметкой  $h_{\text{раб}} = 0,19$  откладываем по направлению к точке с рабочей отметкой  $h_{\text{раб}} = 0,14$  значение  $l = 34,545$  м — это и будет точкой нулевых работ.

$$2. h_1=0,14, h_2=0,01;$$

$$l = \frac{0,14}{0,14 + 0,01} 60 = 56.$$

$$3. h_1=0,34, h_2=0,01;$$

$$l = \frac{0,34}{0,34 + 0,01} 60 = 58,29.$$

$$4. h_1=0,16, h_2=0,17;$$

$$l = \frac{0,16}{0,16 + 0,17} 60 = 29,09.$$

$$5. h_1=0,17, h_2=0,01;$$

$$l = \frac{0,17}{0,17 + 0,01} 60 = 56,67.$$

$$6. h_1=0,47, h_2=0,01;$$

$$l = \frac{0,47}{0,47 + 0,01} 60 = 58,75.$$

$$7. h_1=0,04, h_2=0,38;$$

$$l = \frac{0,04}{0,04 + 0,38} 60 = 5,7.$$

После определения точек нулевых работ они соединяются друг с другом последовательно прямой линией (см. рис. 8) — это и будет линия нулевых работ.

**IX.** Определяем объемы земляных работ.

**XI.1.** Нумеруем каждую получившуюся фигуру (рис. 9) после получения линии нулевых работ.

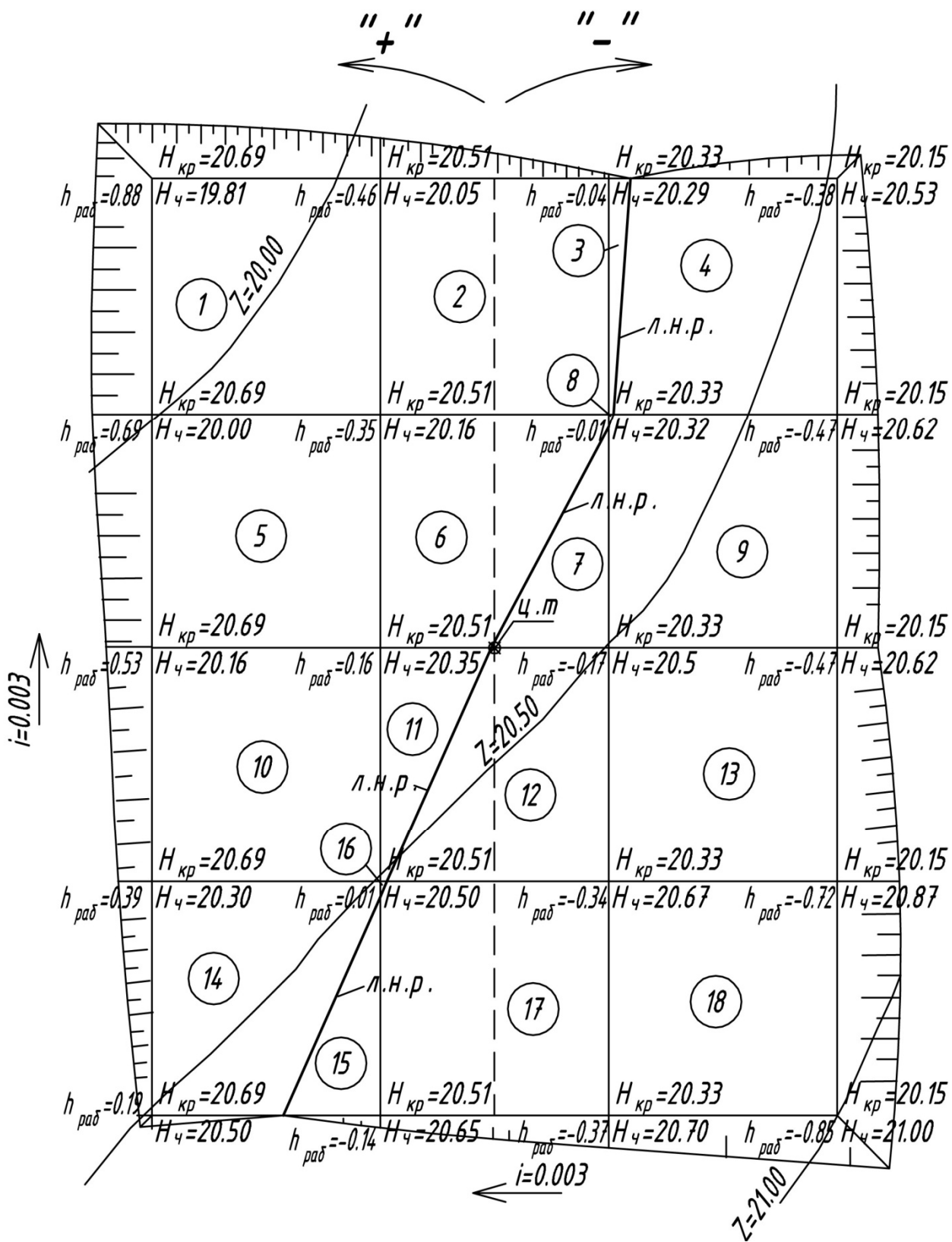


Рис. 9. План вертикальной планировки после определения всех отметок, нахождения точек нулевых работ и линии нулевых работ с проставленной нумерацией всех геометрических фигур, ц.т. — центр тяжести всей площадки

**IX.2.** Находим все объемы получившихся внутренних фигур (18 шт.).  
Например, для квадрата № 1:

$$V_1 = F \left( \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} \right) = 3600 \left( \frac{0,88 + 0,46 + 0,35 + 0,69}{4} \right) = 2142 \text{ м}^3;$$

где  $F$  — площадь квадрата;  $h_1, h_2, h_3, h_4$  — рабочие отметки по вершинам квадрата;

для трапеции № 3:

$$V_3 = aPh_{\text{cp}},$$

где  $a$  — сторона квадрата.

$$P = \frac{l + l_1}{2} = \frac{5,71 + 1,25}{2} = 3,48,$$

где  $l, l_1$  — параллельные стороны трапеции.

$$h_{\text{cp}} = \frac{h + h_2}{2} = \frac{0,04 + 0,01}{2} = 0,025;$$

$$V_3 = 60 \cdot 3,48 \cdot 0,025 = 5,22 \text{ м}^3;$$

для треугольника № 7:

$$V_7 = d \frac{l}{2} h_{\text{cp}};$$

$$h_{\text{cp}} = \frac{0,17 + 0 + 0}{3} = 0,06;$$

$$V_7 = 30,91 \cdot 56,67 / 2 \cdot 0,06 = 52,55.$$

Аналогично находятся объемы всех остальных фигур.

**IX.3.** Также для определения всех объемов и сведения результатов вычислений в таблицу находим объемы фигур по наружному контуру (рис. 10). Их 19 шт.

Для угловых призм  $V^1, V^{16}, V^{11}, V^6$  объем определяется по формуле

$$V_{\text{угл. призм}} = \frac{m^3 H^3}{3},$$

где  $m$  — коэффициент откоса;  $H$  — глубина котлована (в данном примере, когда мы определяем объемы крайних фигур,  $H$  — это значение рабочей отметки);

для треугольных призм:

$$V_{\text{треуг. призм}} = \frac{ma}{4} (H_1^2 + H_2^2).$$

Здесь  $H_1$  и  $H_2$  — высоты по углам призмы.

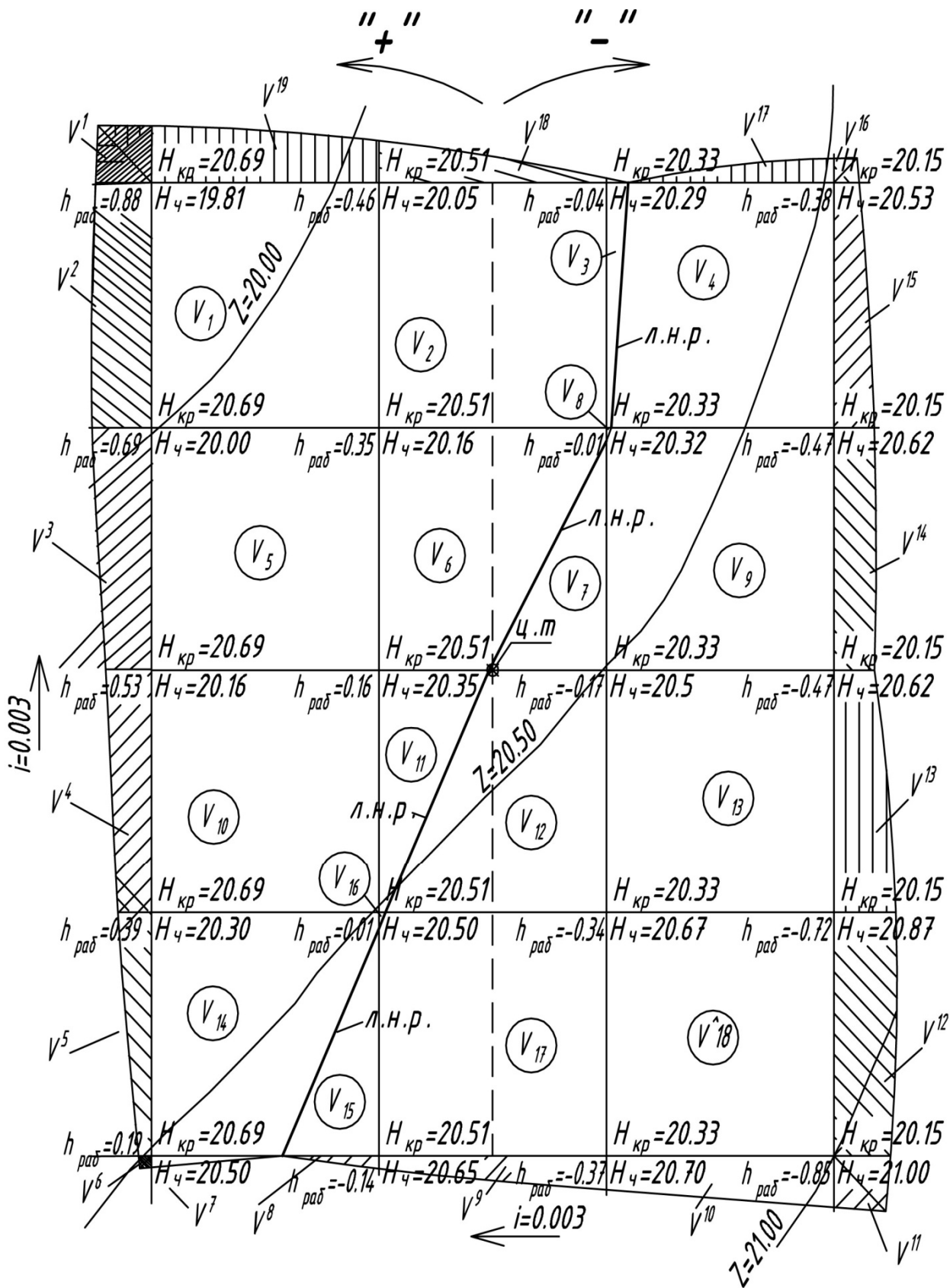


Рис. 10. План вертикальной планировки с обозначенными объемами, которые необходимо определить

Результаты всех значений сводим в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ фигуры	Формула для подсчета	Выемка «-»	Насыпь «+»
1	2	3	4
1	$V_1 = F \left( \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} \right)$		2142
2	$V_2 = F \left( \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} \right)$		774

Σ выемка

Σ насыпь

В данном примере значения всех фигур, лежащих правее линии нулевых работ, относятся к насыпи и вписываются в 4-й столбец таблицы, а все значения фигур, находящихся левее линии нулевых работ, относятся к выемке и вписываются в 3-й столбец.

$$\frac{\text{Больш. значение} - \text{меньш. значение}}{\text{Большее значение}} 100 \% < 5 \%$$

Разница между значением насыпи и значением выемки не должна превышать 5 %.

### 3. Расчет объема земляных работ при экскавации котлована

Подсчету объемов подлежат все виды разработки грунта в котлованах и траншеях, включая срезку растительного слоя грунта, разработку грунта в котлованах и траншеях и зачистку дна котлована. До подсчета объемов разработки грунта принимается решение, как будет выполняться отрывка траншей и котлованов — с креплением стенок или с откосами.

До начала работ по отрывке котлованов производят срезку растительного слоя грунта на площади, равной размерам котлована по верху + 10 м с каждой стороны.

Для того чтобы найти значение  $S$  — площади срезки растительного слоя грунта — необходимо выполнить следующие действия:



1. Найти размеры между крайними осями здания  $X$  и  $Y$  (рис. 11). Для примера возьмем  $X = 36$ ,  $Y = 12$ , глубина котлована  $H_k = 2,825$ .

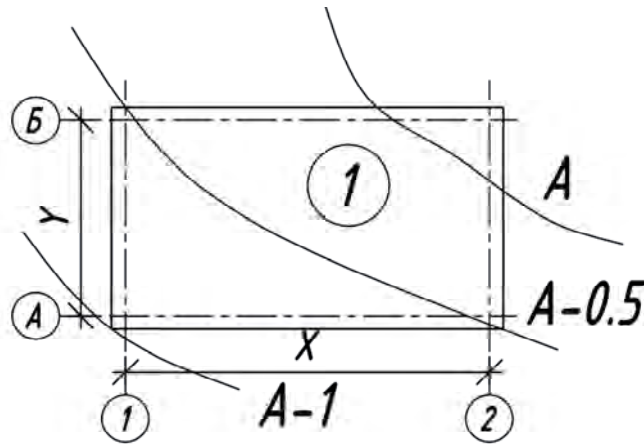


Рис. 11. Схема котлована с нанесенными горизонталями:  $A$  — номер горизонтали

2. Затем по чертежу плана фундамента определить  $f$  — расстояние от крайней оси до наружной грани фундамента (в данном случае зададим ширину фундамента 1 м) и  $l_1$  — расстояние между крайней гранью фундамента и линией основания откоса, которая принимается в интервале 0,8...1 м (рис. 12) [5].

3. Определить значения  $a$  и  $b$  — соответственно длины и ширины котлована по низу (рис. 12, 13) по формулам

$$a = X + 2f + 2l_1,$$

$$b = Y + 2f + 2l_1,$$

где  $X$  и  $Y$  — расстояния между крайними осями здания.

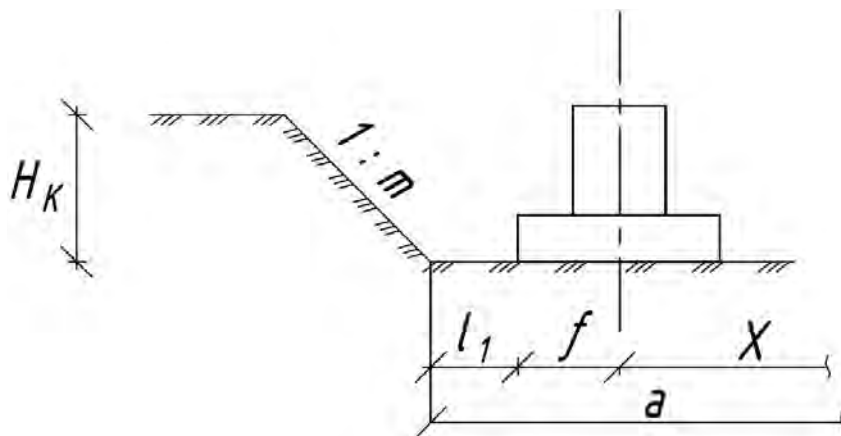


Рис. 12. Определение размеров котлована по низу

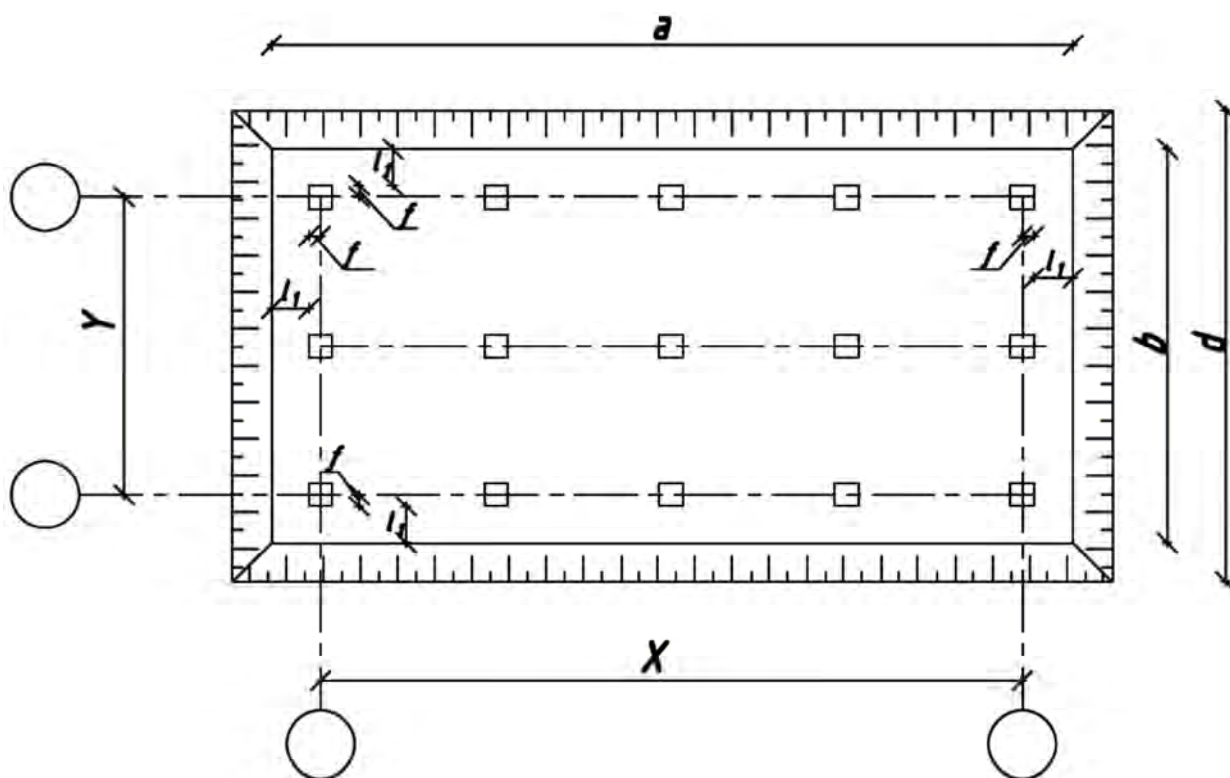


Рис. 13. Определение параметров котлована

4. Далее определить значения по верху —  $c$  и  $d$  — по формулам

$$c = a + 2mH_k,$$

$$d = b + 2mH_k,$$

где  $H_k$  — глубина котлована;  $m$  — показатель откоса котлована, выбирается по табл. 1 прил. в зависимости от категории грунта.

$$a = 36 + 2(0,5 + 0,5) + 2 \cdot 0,8 = 39,6 \text{ м};$$

$$b = 12 + 2(0,5 + 0,5) + 2 \cdot 0,8 = 15,6 \text{ м};$$

$$c = 39,6 + 2 \cdot 0,5 \cdot 2,825 = 42,425 \text{ м};$$

$$d = 15,6 + 2 \cdot 0,5 \cdot 2,825 = 18,425 \text{ м}.$$

5. Подсчет площади срезки растительного грунта,  $\text{м}^2$ , производится по формуле

$$S = (c + 10 \cdot 2)(d + 10 \cdot 2),$$

$$S = (42,425 + 10 \cdot 2)(18,425 + 10 \cdot 2) = 2398,7.$$

Площадь срезки равна **2398,7 м<sup>2</sup>**.

6. При расположении котлована в зоне насыпи со сложным рельефом местности его объем определяют методом поперечных профилей (рис. 14). Котлован разбивают на ряд участков вертикальными плоскостями. Подсчитываются объемы простых фигур, составляющих весь объем, после чего находится полный объем котлована путем их складывания по формуле

$$V_k = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n.$$

7. Для ввода экскаватора в котлован, а также въезда и выезда автосамосвалов в торце (с наименьшими рабочими отметками) котлована устраивают въездную траншею (рис. 14). Уклон траншеи принимается 1:8...1:12 в зависимости от вида грунта.

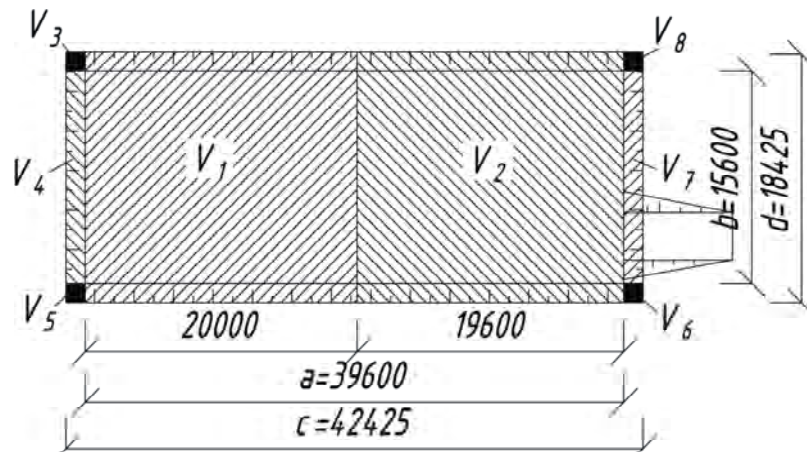


Рис. 14. Расчетная схема

8. При экскавации котлована для подсчета объемов земляных работ весь котлован для упрощения расчетов разбивается на элементарные фигуры, а также на поперечные сечения длиной не более 20 м (1—1, 2—2, 3—3) (рис. 15).

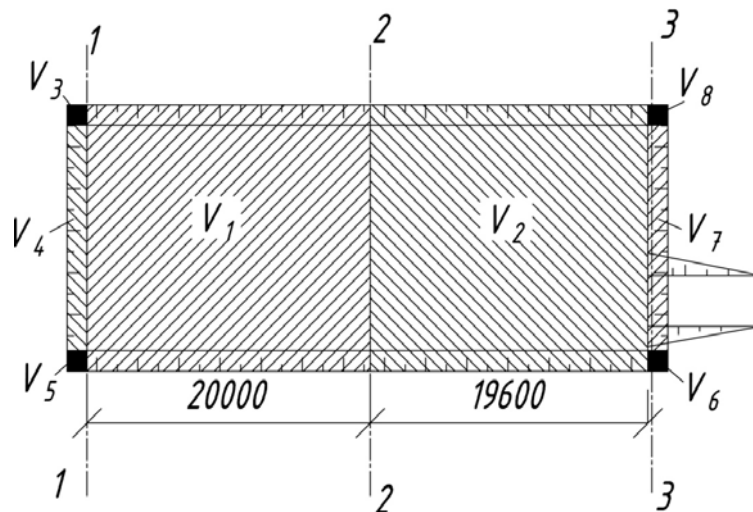


Рис. 15. Разбивка котлована на сечения 1—1, 2—2, 3—3

9. После разбивки на сечения необходимо определить черные отметки и глубину заложения котлована в точках пересечения с линией основания откоса котлована (рис. 15—17).

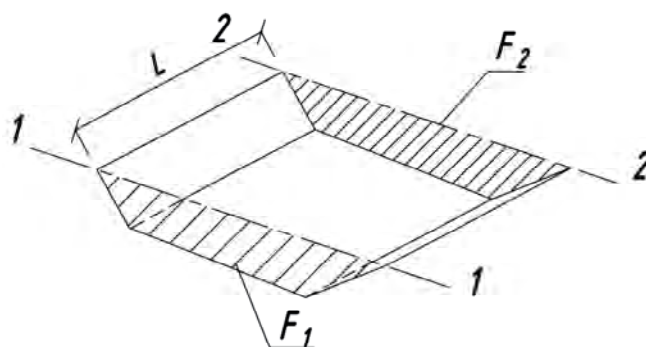


Рис. 16. Нахождение объема фигуры  $V_i$

Для фигур, аналогичных рис. 16, справедлива формула

$$V_i = \frac{F_i + F_{i+1}}{2} L, \quad (1)$$

где  $F_i$  и  $F_{i+1}$  — площади поперечного сечения в начале и конце рассматриваемого участка;  $L$  — расстояние между сечениями.

В рассматриваемом примере  $F_i$  — это  $F_1$ , а  $F_{i+1}$  — это  $F_2$  (см. рис. 16).

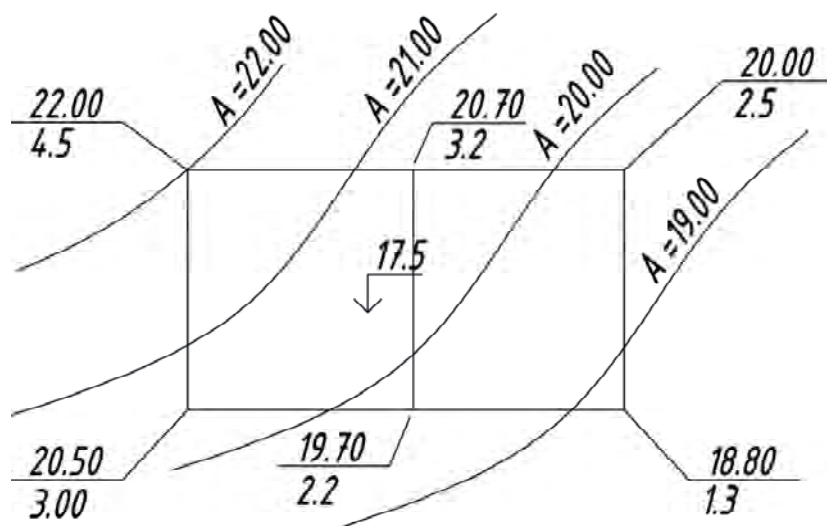


Рис. 17. Схема котлована с горизонталями и найденными отметками

10. Объем грунта въездной траншеи определяется по [6]:

$$V_{\text{тр}} = \frac{H_{\text{к}}^2}{6} \left( 3b_{\text{тр}} + 2mH_{\text{к}} \frac{m - m_{\text{т}}}{m_{\text{т}}} \right) (m - m_{\text{т}}),$$

где  $H_k$  — глубина котлована;  $b_{тр}$  — ширина въездной траншеи по дну, принимается 3,5...7 м;  $m$  — коэффициент откоса;  $m_T$  — уклон въездной траншеи,  $m_T = 1/8 = 0,125$ .

$$V_{тр} = \frac{2,825^2}{6} \left( 3 \cdot 3,5 + 2 \cdot 0,5 \cdot 2,825 \frac{0,5 - 0,125}{0,125} \right) (0,5 - 0,125) = 9,46 \text{ м}^3.$$

11. По формуле (1), подставляя в нее  $F_1$  и  $F_2$ , получим формулу:

$$V_1 = \frac{F_1 + F_2}{2} L,$$

где  $L$  — длина участка, м;  $F_1, F_2$  — площади начального и конечного поперечных сечений,  $\text{м}^2$  (рис. 18).

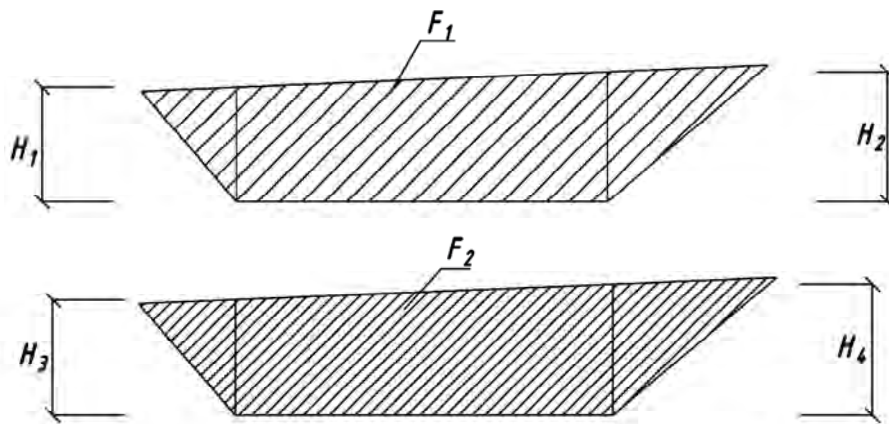


Рис. 18. Нахождение площади сечения трапеции  $F_1$  и  $F_2$

Площадь трапеции находится по формуле

$$F = (b + mH)H.$$

Так как высоты трапеции неодинаковы, находим их среднее значение по формуле

$$H_{ср} = \frac{H_1 + H_2}{2},$$

где  $H_{ср}$  — средняя глубина котлована в данном сечении.

**Сечение 1—1:**

$$H_{ср} = \frac{(4,5 + 3)}{2} = 3,75 \text{ м.}$$

$$F_1 = (15,6 + 0,5 \cdot 3,75)3,75 = 65,53 \text{ м}^2.$$

**Сечение 2—2:**

$$H_{\text{ср}} = \frac{(3,2 + 2,2)}{2} = 2,7 \text{ м.}$$

$$F_2 = (15,6 + 0,5 \cdot 2,7)2,7 = 45,76 \text{ м}^2.$$

$$V_1 = \frac{(65,53 + 45,76)}{2} 20 = 1112,9 \text{ м}^3.$$

Здесь  $L = 20$  м (см. рис. 15).

**Сечение 3—3:**

$$H_{\text{ср}} = \frac{(2,5 + 1,3)}{2} = 1,9.$$

$$F_3 = (15,6 + 0,5 \cdot 1,9)1,9 = 31,445 \text{ м}^2.$$

Зная площади второй  $F_2$  и третьей  $F_3$  трапеций и расстояние  $L=19,6$  м (см. рис. 15), определяем объем второй фигуры  $V_2$ :

$$V_2 = \frac{(45,76 + 31,445)}{2} 19,6 = 756,61 \text{ м}^3.$$

12. Объем грунта в торцовых откосах определяется по формулам:

1) для угловых прямоугольных пирамид (рис. 19):

$$V_{\text{пир}} = \frac{m^3 H_{\text{к}}^3}{3};$$

$$V_3 = \frac{0,5^3 \cdot 4,5^3}{3} = 3,8 \text{ м}^3.$$

Здесь 4,5 — глубина котлована по рис. 17;

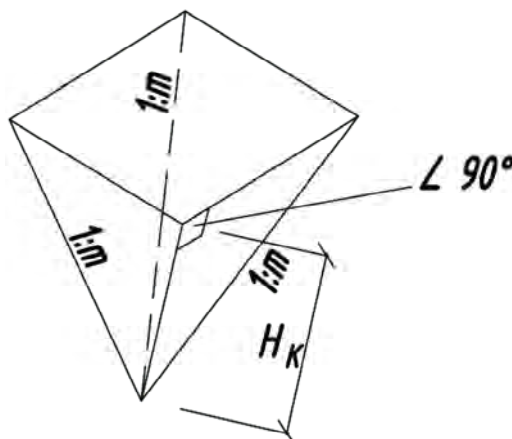


Рис. 19. Угловая прямоугольная пирамида

2) для треугольных призм (рис. 20):

$$V_{\text{призм}} = \frac{mb}{4}(H_1^2 + H_2^2);$$

$$V_4 = \frac{0,5 \cdot 15,6}{4}(4,5^2 + 3^2) = 57,04 \text{ м}^3.$$

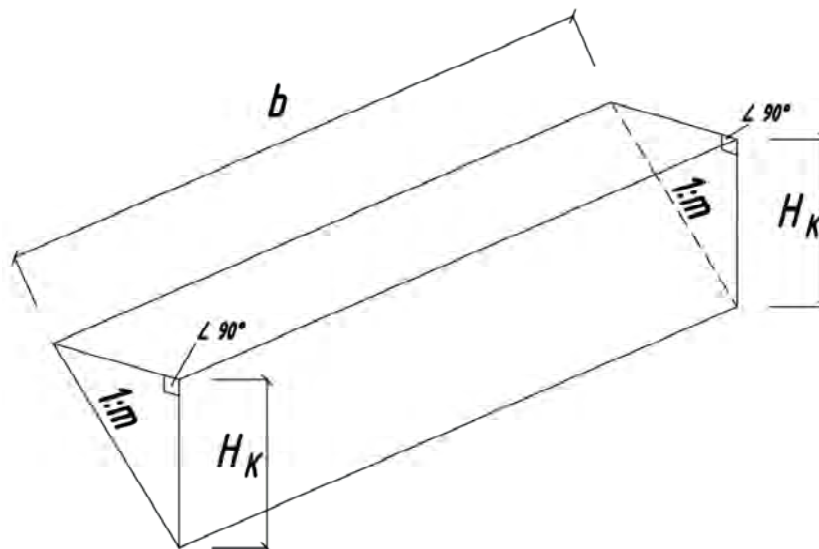


Рис. 20. Треугольная призма

$$V_5 = \frac{0,5^3 \cdot 3^3}{3} = 1,125 \text{ м}^3.$$

$$V_6 = \frac{0,5^3 \cdot 1,3^3}{3} = 0,091 \text{ м}^3.$$

$$V_7 = \frac{0,5 \cdot 15,6}{4}(2,5^2 + 1,3^2) = 15,483 \text{ м}^3.$$

$$V_8 = \frac{0,5^3 \cdot 2,5^3}{3} = 0,65 \text{ м}^3.$$

$$13. V_{\text{к}} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_8 = 1947,7 \text{ м}^3.$$

Объем разрабатываемого грунта  $V_{\text{к}} = \underline{\underline{1947,7 \text{ м}^3}}$ .

Объем работ по зачистке и уплотнению грунта равен площади дна котлована  $S = ab$ , где  $a$  и  $b$  — размеры котлована по дну. Площадь дна равна  $\underline{\underline{617,76 \text{ м}^2}}$ .

### 3.1. Подбор ведущей машины для разработки котлованов и траншей [5]

Для того чтобы правильно подобрать экскаватор, необходимо учитывать:

- объем земляных работ;
- размеры котлована (ширину, глубину, площадь);
- геологические условия строительной площадки (типы грунтов, наличие грунтовых вод и т. п.);
- иметь данные о том, как будет производиться выгрузка грунта (в транспортные средства или «навымет»).

Экскаватор с прямой лопатой разрабатывает грунт I—II групп в сухом забое выше уровня стоянки с погрузкой в транспортные средства или «навымет». Емкость ковша от 0,15 до 5 м<sup>3</sup>, высота забоя 10 м.

Экскаватор с обратной лопатой разрабатывает грунт I—VI групп ниже уровня стоянки. Емкость ковша от 0,15 до 1,25 м<sup>3</sup>, глубина копания траншей — до 5,8 и котлованов до 4 м. Экскаватор с обратной лопатой рекомендуется для разработки узких траншей и небольших котлованов «навымет» и с погрузкой в транспортные средства [7].

Главные показатели, по которым определяется эффективность применения экскаватора, следующие:

- 1) размер земляной призмы, отрываемой экскаватором с одной стоянки (шаг передвижки  $L_n$ ) (рис. 21);
- 2) угол поворота экскаватора должен быть не менее 70...90° и не более 134°.

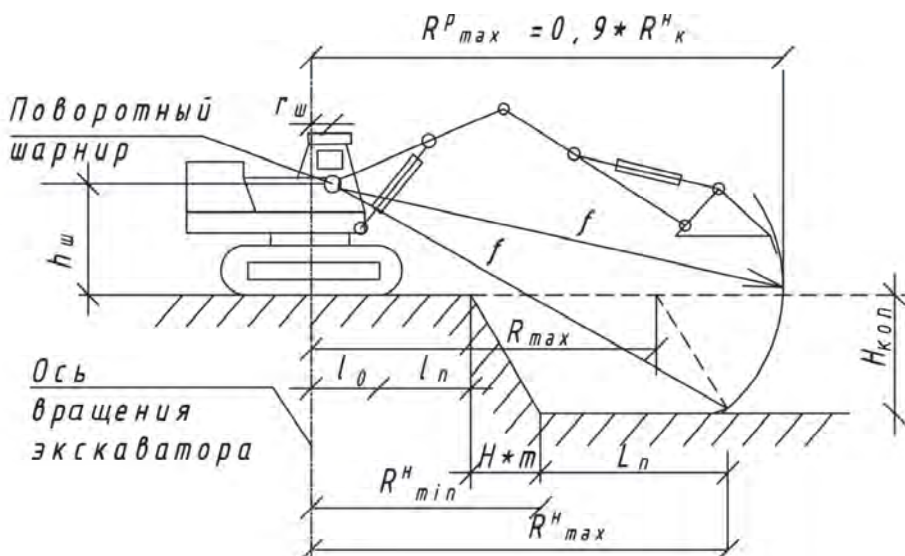


Рис. 21. Параметры экскаватора



Приведем необходимые характеристики экскаватора для выполнения курсовой работы:

емкость ковша  $V_k$ ,  $M^3$ ;

группы разрабатываемого грунта;

глубина копания  $H_{\text{коп}}$ ;

радиус копания  $R_k^H$ ;

расстояние от оси стрелы до оси вращения  $r_{\text{ш}}$ ;

высота оси пяты стрелы  $h_{\text{ш}}$ ;

расстояние от оси вращения до опоры  $l_o$ ;

расстояние от опоры до откоса (минимальное)  $l_{\text{п}}$ ;

минимальная величина шага передвижки экскаватора  $L_{\text{п min}}$ .

### 3.2. Выбор вида и подсчет количества грузовых транспортных средств

Эффективность работы ведущей землеройной машины с погрузкой грунта на транспорт в большой степени зависит от правильной организации транспортирования грунта [5].

Основным транспортным средством для перевозки грунта является автосамосвал. Количество автосамосвалов из условия обеспечения бесперебойной работы экскаватора вычисляется по формуле

$$N = T_{\text{ц}}/t_{\text{н}},$$

где  $T_{\text{ц}}$  — время одного цикла работы транспортной единицы, мин;  $t_{\text{н}}$  — расчетное время загрузки транспортной единицы, исчисленное по проектируемой производительности экскаватора.

Время цикла работы транспортной единицы определяется по формуле [8]:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{н}} + t_{\text{п}} + t_{\text{р}} + t_{\text{м}},$$

где  $t_{\text{н}}$  — расчетное время загрузки транспортной единицы, исчисленное по проектируемой производительности экскаватора;  $t_{\text{п}}$  — время пути;  $t_{\text{р}}$  — время разгрузки, принимается в зависимости от грузоподъемности машин, для некоторых машин приведена в табл. 2 прил.;  $t_{\text{м}}$  — время маневра транспортной единицы, принимается от 2 до 5 мин в зависимости от грузоподъемности

машины и условий строительства и покрытий дорог, а также времени разворота. Для некоторых машин приведена в табл. 2 прил.

При определении времени загрузки сначала подсчитывают количество ковшей с грунтом (округляют до целого числа), требующееся для заполнения одной транспортной единицы, по формуле

$$n = \frac{Q}{\gamma e k_n},$$

где  $Q$  — грузоподъемность транспортной единицы, т;  $\gamma$  — объемный вес грунта, т/м<sup>3</sup>;  $e$  — геометрическая емкость ковша экскаватора, м<sup>3</sup>;  $k_n$  — коэффициент наполнения ковша (по табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Расчетный коэффициент наполнения ковша в нормальном забое

Характер грунтов	Расчетный коэффициент наполнения
Легкий	0,87
Средний	0,83
Тяжелый	0,8
Дробленые скальные породы	0,75

Время загрузки транспортной единицы составит:

$$t_n = \frac{nek_n 60}{\Pi_{\text{час. экс}}},$$

$$\Pi_{\text{час. экс}} = \frac{100}{H_{\text{вр}}},$$

где  $\Pi_{\text{час. экс}}$  — производительность экскаватора;  $H_{\text{вр}}$  — норма времени (по ЕНиР [9]).

Время пути транспорта

$$t_{\text{п}} = \frac{2l \cdot 60}{V_{\text{ср}}},$$

где  $V_{\text{ср}}$  — средняя скорость, для некоторых машин приведена в табл. 3 прил. (принимается как среднеарифметическое между скоростью в груженом и порожнем состоянии);  $l$  — расстояние от места экскавации до места выгрузки грунта (по заданию).

Для наглядности построим график движения автосамосвалов (рис. 22).

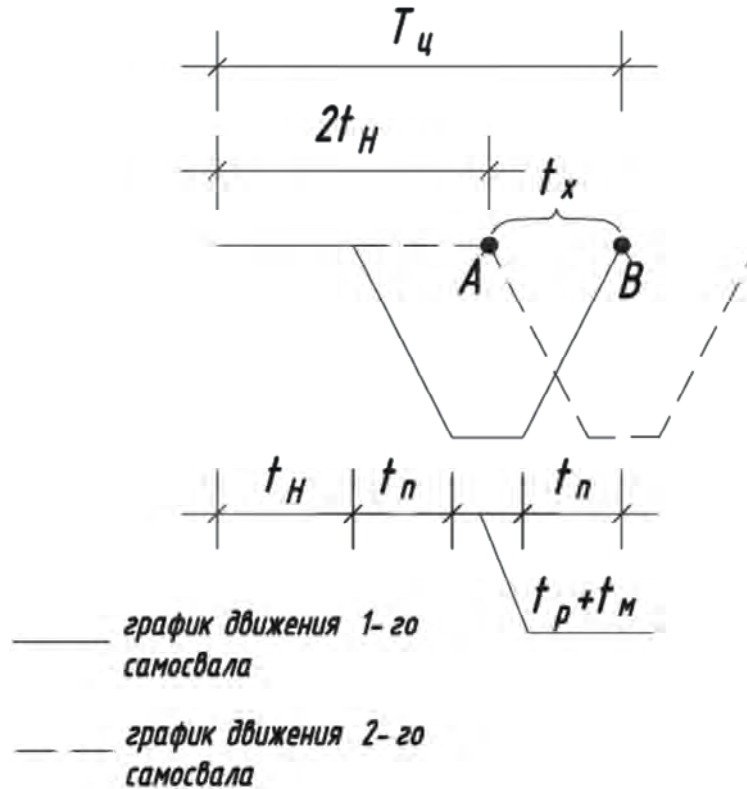


Рис. 22. Схематический график движения автосамосвалов

Схематично движение грузовиков показывается в виде графика, на котором в одном масштабе откладываются последовательно значения в минутах, причем для большей наглядности величину  $t_p + t_m$  переносят немного вниз.

$t_x$  — величина разрыва, которая показывает, какое количество времени экскаватор работает без транспортных средств, причем выгрузка грунта производится в специально отведенное место вблизи котлована.

$$t_x = T_{ц} - t_{н}u,$$

где  $u$  — количество загружаемых машин.

При построении графика должно выполняться условие  $t_x < t_n$ . Если  $t_x > t_n$ , то необходимо добавлять транспортные средства до тех пор, пока  $t_x$  не будет меньше  $t_n$ , при этом нужно проверять это схематически, как показано на рис. 22.

При построении схемы нельзя допускать случая, когда точка А заходит за точку В (оказывается правее В): это будет означать, что появятся простои (самосвал будет ждать, когда наполнится кузов предыдущей машины), что экономически неэффективно.

#### **4. Техника безопасности при выполнении земляных работ [10, 11]**

При производстве земляных работ должны соблюдаться требования техники безопасности. Вблизи подземных коммуникаций земляные работы должны производиться вручную или механизированным инструментом только под наблюдением мастера-прораба. В тех случаях, когда такие коммуникации, как электрокабели, являются действующими, при производстве земляных работ обязательно присутствие работников энергетического хозяйства.

При обнаружении на месте производства работ не обозначенных в документации коммуникаций работы следует немедленно прекратить до получения официального разрешения соответствующих организаций.

Предельные значения глубины котлованов и траншей в грунтах и вблизи существующих сооружений не должны превышать значений, приведенных в нормативных документах.

В процессе работы экскаватора людям нельзя находиться на расстоянии меньшем, чем зона его действия плюс 5 м. Погрузку грунта в транспортные средства производят со стороны его заднего и бокового борта.

При одновременной работе двух и более машин, выполняющих различные виды земляных работ, в случае их движения друг за другом необходимо соблюдать дистанцию не менее 5 м.

Все рабочие, связанные с производством земляных работ, должны пройти специальный инструктаж по технике безопасности и знать ее требования при эксплуатации механизмов.

До начала работ все узлы машин должны быть осмотрены и все замеченные неисправности устранены.

Экскаваторы во время работы должны устанавливаться на спланированной площадке и во избежание самопроизвольного перемещения закрепляться переносными опорами.

Запрещается подкладывать под гусеничные ленты или катки гусениц доски, бревна, камни и другие предметы для предупреждения смещения экскаватора во время работы.

Персонал, обслуживающий экскаватор, должен быть снабжен инструкцией, содержащей требования техники безопасности, указания о системе сигналов, правила о предельных скоростях работы машины и возможных совмещениях операций.

Согласно СНиП 12-04—2002 «Безопасность труда в строительстве», перемещение, установка и работа машин вблизи выемок с незакрепленными откосами разрешается только за пределами призмы обрушения на расстоянии, установленном проектом производства работ.

## 5. Оформление курсового и дипломного проектов и перечень исходных данных

Курсовой проект или раздел дипломного проекта по технологии строительного производства оформляются в виде пояснительной записки на 20...30 листах. Графическая часть представляет собой 1—2 листа формата А1. Содержание графической части курсового проекта показано на рис. 23 [7].

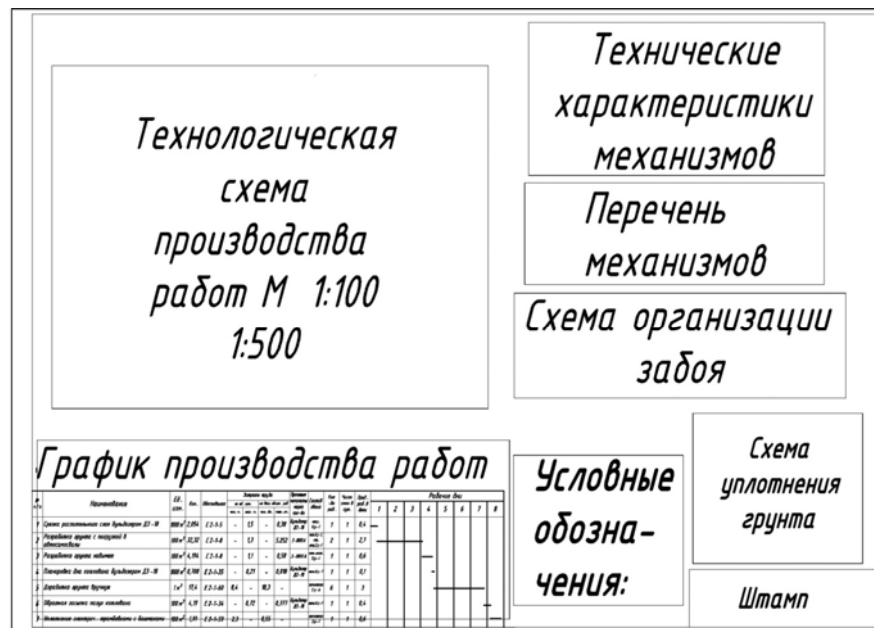


Рис. 23. Расположение схем и обозначений на листе А1 при выполнении курсового или дипломного проекта

Задание на выполнение курсовой работы:

Задание выдано студенту \_\_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_

Задание выдал преподаватель \_\_\_\_\_

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Вариант (последние две цифры зачетной книжки) \_\_\_\_\_

Схема котлована с проставленными значениями (см. рис. 11).

Глубина котлована \_\_\_\_\_

Место строительства \_\_\_\_\_

Расстояние от строительной площадки до отвала \_\_\_\_\_

Материал дорожного покрытия \_\_\_\_\_

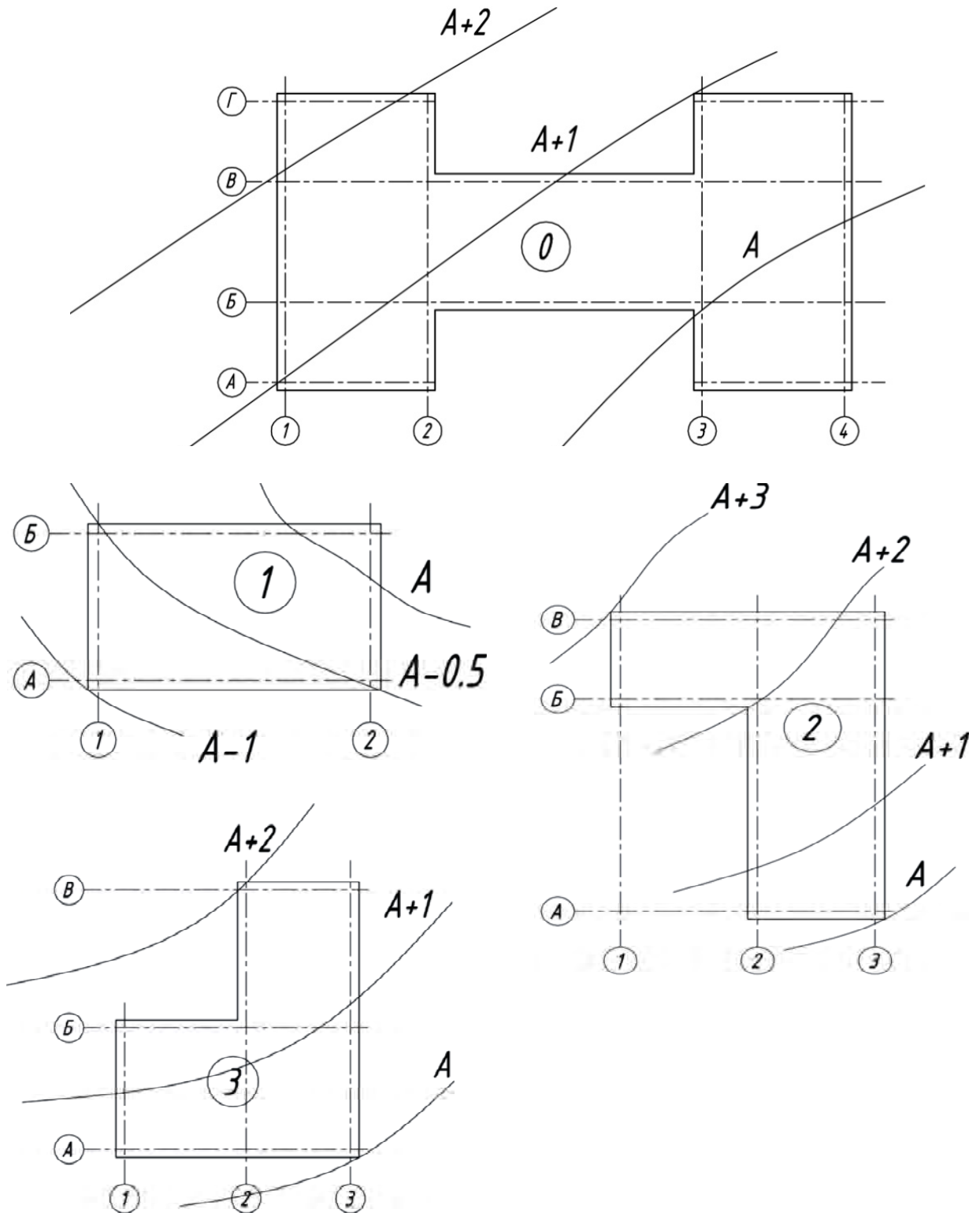
Дата начала строительства \_\_\_\_\_

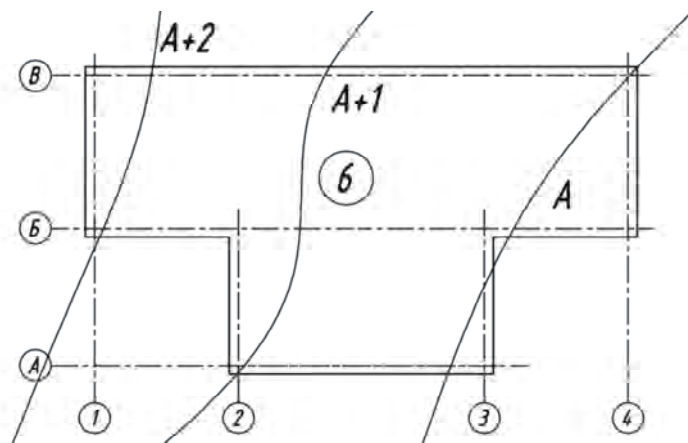
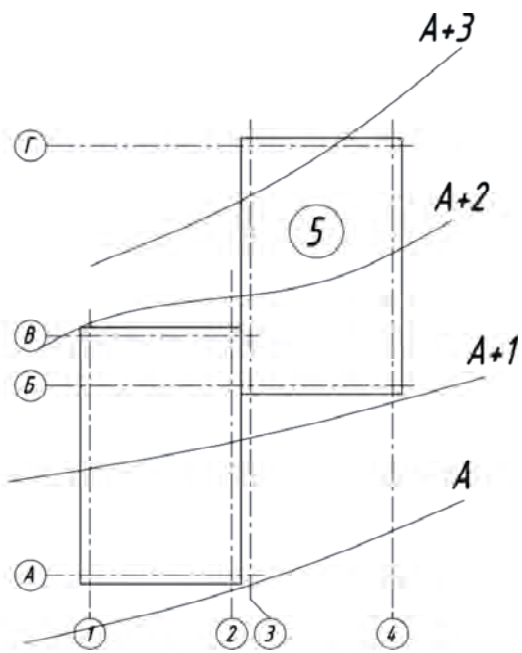
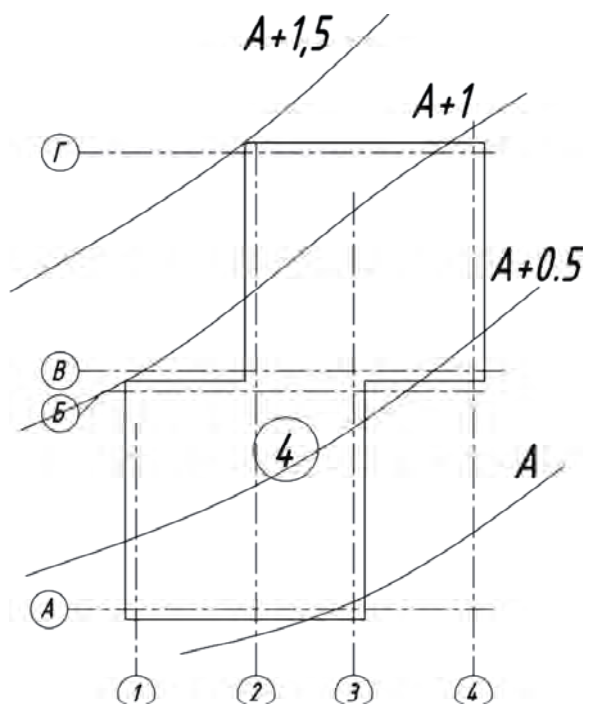
Вид грунта \_\_\_\_\_

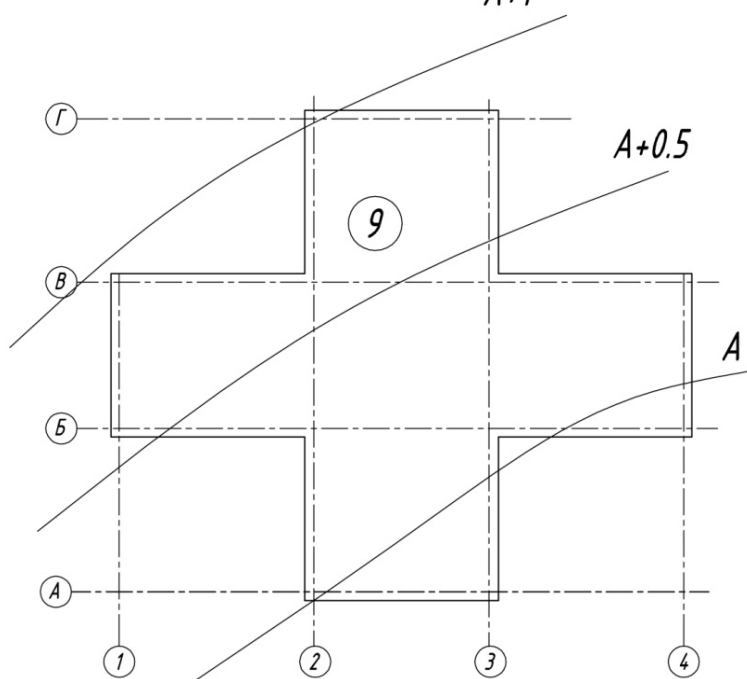
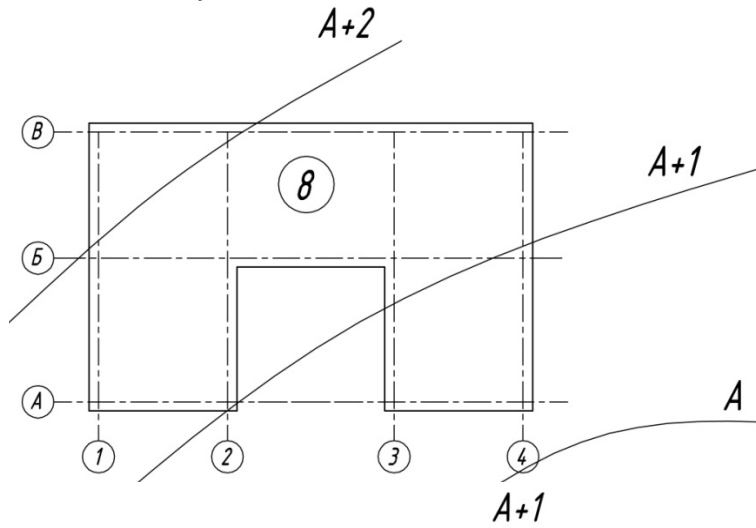
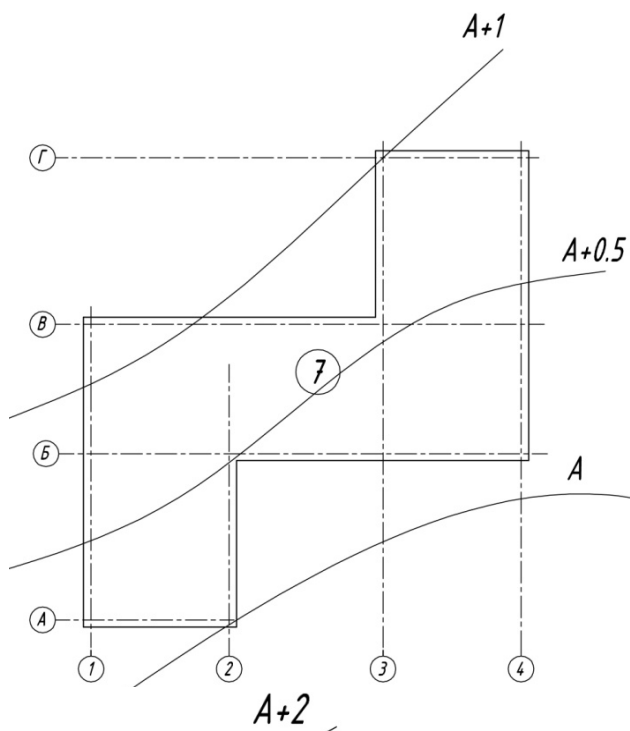
Все недостающие данные для выполнения курсового проекта (такие как расстояние до отвала грунта, материал дорожного покрытия, размеры, глубина заложения фундаментов) задаются преподавателем. Отметка дна котлована выдается преподавателем или принимается студентом по согласованию с преподавателем.

## 6. Задания для выполнения курсового проекта

По последней цифре зачетной книжки или студенческого билета выбираем номер схемы, а по предпоследнему — размеры между осями котлована, тип грунта, номер горизонтали и глубину заложения котлована  $H_k$ .









Предпоследняя цифра	Последняя цифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>0</b>										
А—Б	6	6	5,5	10	12	8	9	7	11	5
Б—В	6	7	6,5	10	12	7	9	7,5	12	6
В—Г	6	8	7,5	10	12	6	9	8	13	7
1—2	6	6	5,5	10	12	8	9	7	11	5
2—3	12	12	12	20	24	15	18	21	24	24
3—4	6	8	7,5	10	12	6	9	8	13	7
Глина										
№ горизонтالي	A=26	A=27	A=28	A=29	A=30	A=31	A=32	A=33	A=34	A=35
$H_k$	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	4	4,2
<b>1</b>										
А—Б	12	24	9	15	13	15	20	30	27	24
1—2	18	18	24	24	28	30	40	36	30	21
Песок										
№ горизонтالي	A=36	A=37	A=38	A=39	A=40	A=41	A=42	A=43	A=44	A=45
$H_k$	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
<b>2</b>										
А—Б	12	18	21	24	27	30	33	35	39	42
Б—В	6	12	18	21	24	21	18	12	6	10
1—2	12	18	21	24	27	30	33	36	39	42
2—3	6	12	18	21	24	21	18	12	6	10
Глина										
№ горизонтالي	A=46	A=47	A=48	A=49	A=50	A=51	A=52	A=53	A=54	A=55
$H_k$	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
<b>3</b>										
А—Б	18	22	21	24	30	16	12	18	30	18
Б—В	18	22	21	24	30	16	18	15	21	21

Продолжение табл.

Предпоследняя цифра	Последняя цифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1—2	18	22	21	24	30	16	12	18	30	18
2—3	18	22	21	24	30	16	18	15	21	21
Супесь										
№ горизонтالي	A=56	A=57	A=58	A=59	A=60	A=61	A=62	A=63	A=64	A=65
$H_k$	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5
<b>4</b>										
A—Б	42	48	41	44	47	50	53	56	59	62
Б—В	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
В—Г	2	48	41	44	47	50	53	56	59	62
1—2	6	12	18	21	24	27	30	33	36	39
2—3	6	12	18	21	24	27	30	33	36	39
3—4	6	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Песок										
№ горизонтали	A=66	A=67	A=68	A=69	A=70	A=71	A=72	A=73	A=74	A=75
$H_k$	5	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9
<b>5</b>										
A—Б	12	16	9	9	8	7	12	6	30	27
Б—В	6	6	4	10	11	8	12	6	10	27
В—Г	12	12	15	13	12	9	12	6	30	27
1—2	12	6	10	14	14	10	12	6	30	27
2—3	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
3—4	12	6	9	7	10	11	12	6	30	27
Песок										
№ горизонтали	A=76	A=77	A=78	A=79	A=80	A=81	A=82	A=83	A=84	A=85
$H_k$	6,1	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2	5,0

Продолжение табл.

Предпоследняя цифра	Последняя цифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>6</b>										
А—Б	6	9	12	15	18	21	24	27	30	8
Б—В	6	9	12	15	18	21	24	27	30	8
1—2	6	9	12	15	18	21	24	27	30	8
2—3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	8
3—4	6	9	12	15	18	21	24	27	30	8
Супесь										
№ горизонтالي	A=86	A=87	A=88	A=89	A=90	A=91	A=92	A=93	A=94	A=95
$H_k$	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1	4,0
<b>7</b>										
А—Б	6	7	8	9	10	11	12	13	14	13
Б—В	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1—2	6	7	8	9	10	11	12	13	14	18
2—3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	21
3—4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	24
Суглинок										
№ горизонтالي	A=96	A=97	A=98	A=99	A=98	A=20	A=21	A=22	A=20	A=18
$H_k$	1,9	1,8	1,6	1,9	1,7	2,1	2	2,15	2,1	2,3
<b>8</b>										
А—Б	6	12	6	9	10	11	24	36	30	9
Б—В	12	6	12	10	11	12	27	36	27	9
1—2	6	18	18	14	12	18	30	40	24	9
2—3	12	18	12	20	18	21	33	50	21	9
3—4	18	12	18	18	14	24	36	53	18	9
Песок										
№ горизонтالي	A=20	A=21	A=22	A=23	A=24	A=25	A=26	A=27	A=28	A=29
$H_k$	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3

Окончание табл.

Предпоследняя цифра	Последняя цифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>9</b>										
А—Б	6	9	18	21	24	18	12	27	30	12
Б—В	6	18	18	21	21	12	9	24	27	12
В—Г	6	21	18	21	24	18	12	27	30	12
1—2	6	24	18	21	24	18	12	27	27	12
2—3	6	18	18	21	21	12	9	24	30	12
3—4	6	21	18	21	24	18	12	27	27	12
Песок										
№ горизонтالي	A=10	A=11	A=12	A=13	A=14	A=15	A=16	A=17	A=18	A=19
$H_k$	1,9	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9

### Список использованной литературы

1. *Стаценко А. С.* Технология строительного производства. 2-е изд. Ростов н/Д : Феникс, 2008. 415 с.
2. Составление проекта вертикальной планировки : методические указания / сост. В. Н. Анопин, А. В. Клименко. Волгоград : ВИСИ, 1988. 14 с.
3. *Федотов Г. А.* Инженерная геодезия : учебник. 2-е изд., испр. М. : Высш. шк., 2004. 463 с.
4. Технология производства земляных работ : методические указания / сост. О. Н. Кожухина. Тамбов : Изд-во Тамбовского гос. техн. ун-та, 2006. 28 с.
5. Устройство котлована : методические указания к курсовой работе / сост. В. С. Кузьмина, И. П. Свягина. Волгоград : ВолгИСИ, 1986. 29 с.
6. Земляные работы : методические указания к практическим занятиям / сост. В. С. Кузьмина, И. П. Свягина. Волгоград : ВолгИСИ, 1988. 25 с.
7. Производство работ нулевого цикла : методические указания по разработке курсовой работы для студентов факультета безотрывных форм обучения СПбГАСУ / сост. А. Н. Гайдо, Л. Д. Копанская, О. Н. Дьячкова, Е. В. Хорошенькая. СПб., 2007. 51 с.
8. *Марионков К. С.* Основы проектирования производства строительных работ : учебное пособие для вузов. 3-е изд., испр. и доп. М. : Стройиздат, 1980. 231 с.
9. ЕНиР. Сб. 2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и земляные работы. М., 1986.
10. СНиП 12-03—2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования. СПб. : ЦОТНБСП, 2001. 120 с.
11. СНиП 12-04—2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Строительное производство. М. : Государственный комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, 2003. 48 с.
12. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие для строит. спец. вузов. М., 2006. 216 с.
13. Технология строительных процессов при возведении подземной части здания : методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология возведения зданий и сооружений» для студентов «Промышленное и гражданское строительство» / сост. А. А. Афанасьев, Н. Н. Данилов, С. Г. Арутюнов, Е. А. Король, А. М. Тауенис. М. : МГСУ, 2001. 37 с.

### Список рекомендуемой литературы

1. *Стаценко А. С.* Технология строительного производства / А. С. Стаценко. 2-е изд. Ростов н/Д : Феникс, 2008. 415 с.
2. *Теличенко В. И.* Технология строительных процессов : учебник для строит. вузов : в 2-х ч. Ч. 1. / В. И. Теличенко, А. А. Лapidус, О. М. Терентьев. М. : Высш. шк., 2002. 392 с.
3. Технология возведения зданий и сооружений : учебник для вузов / В. И. Теличенко, А. А. Лapidус, О. М. Терентьев, В. В. Соколовский. М. : Высш. шк., 2002. 320 с.; ил.
4. Технология строительных процессов : учебник / А. А. Афанасьев, Н. Н. Данилов, В. Д. Копытов и др. ; под ред. Н. Н. Данилова, О. М. Терентьева. 2-е изд., перераб. М. : Высш. шк., 2001. 464 с.
5. *Хамзин С. К.* Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие для строит. спец. вузов / С. К. Хамзин, А. К. Карасев. М., 2006. 216 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Т а б л и ц а 1. Крутизна откосов котлованов и траншей  $m$  [10]**

Наименование грунта	Крутизна откоса при глубине выемки, м		
	До 1,5	От 1,5 до 3	От 3 до 5
Песок	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лессовый сухой	1:0	1:0,5	1:0,5

**Т а б л и ц а 2. Время, необходимое для расчета количества самосвалов [5]**

Марка самосвала	Грузоподъемность, т	Время разгрузки самосвала $t_p$ , включая время на его установку под разгрузку, мин	Перерывы на маневры $t_m$ , мин
ГАЗ-956	2,25	0,7	1,2
ГАЗ-536	3,5	1,2	1,2
ЗИЛ-555	4,5	1,6	1,25
МАЗ-205	5	1,45	1,25
КРАЗ-256	5	1,45	1,25
КРАЗ-222	10	1,45	1,25
БЕЛАЗ-540	27	2,33	1,4
МАЗ-525	15	2,33	1,4

**Т а б л и ц а 3. Технические характеристики автосамосвалов [4, 12]**

Марка	Грузоподъемность	Емкость кузова, м <sup>3</sup>	Скорость движения, км/ч	
			В груженом состоянии	В порожнем состоянии
ГАЗ-93, -93А, -93Б	2,25	1,65	30	35
ЗИЛ-585	3,5	2,44	30	35
ЗИЛ-555	4,5	3	30	35
МАЗ-205	6	3,6	25	30
МАЗ-503	7,06	4	25	30
МАЗ-503А	7	3,9	25	30
МАЗ 543	16	12	30	35
МАЗ-525	25	14,3	25	30
КрАЗ-222	10	8	23	27
КрАЗ-256Б1	12	6,1	23	27
КамАЗ-5511	10	9	25	30

**Т а б л и ц а 4. Зависимость емкости ковша экскаватора от объема разрабатываемого грунта**

Емкость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	Объемы разрабатываемого сооружения, м <sup>3</sup>
0,15	До 500
0,25 и 0,30	500...1500
0,5	1500...5000
0,65	2000...8000
0,80	6000...11000
1,00	11000...15000
1,25	13000...18000
1,5 и более	Свыше 17000

**Т а б л и ц а 5. Наименьшее допустимое расстояние по горизонтали от основания откоса до ближайшей опоры машины [10]**

Глубина выемки, м	Расстояние, м, при виде грунта			
	песчаном	супесчаном	суглинистом	глинистом
1	1,5	1,25	1	1
2	3	2,4	2	1,5
3	4	3,6	3,25	1,75
4	5	4,4	4	3
5	6	5,3	4,75	3,5

**Т а б л и ц а 6. Ориентировочные сроки отрывки котлованов и траншей, дни [5]**

Объем земляных работ, тыс. м <sup>3</sup>	Сроки выполнения земляных работ, дни
До 5	До 7
5...10	До 10
10...15	До 15
15...25	До 20
25...40	До 30
40...60	До 45

**Т а б л и ц а 7. Технические характеристики бульдозеров [13]**

Марка		Базовый трактор	Мощность, кВт	Масса, т	Отвал: длина×высота, м	Глубина разработки, м	Габариты: длина×ширина×высота, м	Производительность, м <sup>3</sup> /ч
Новая	Старая							
ДЗ-4	Д-159Б	ДТ-54А	40	3,0	2,8×0,8	0,15	4,3×2,8×2,3	200
ДЗ-71	Д-740	Т-50АП	37	3,1	2,0×0,6	0,2	5,0×2,2×2,4	200
ДЗ-37	Д-579	МТЗ-52 «Беларусь»	41	3,8	2,0×0,7	0,15	6,2×2,3×3,3	200
ДЗ-29	Д-535	Т-74	55	6,6	2,6×0,8	0,3	4,8×2,5×2,5	280
ДЗ-42	Д-606	ДТ-75	59	7,3	2,6×0,8	0,3	4,8×2,6×2,7	300
ДЗ-128	—	ДТ-75	59	7,3	2,6×1	0,3	4,8×2,6×2,7	300
ДЗ-8	Д-271А	Т-100М	79	13,6	3,2×1,2	1,0	5,3×3,2×3,1	510
ДЗ-17	Д-492А	Т-100	79	14,0	3,9×1	0,5	5,5×3,2×3,1	570

*О к о н ч а н и е т а б л . 7*

Марка		Базовый трактор	Мощность, кВт	Масса, т	Отвал: длина×высота, м	Глубина разработки, м	Габариты: длина×ширина×высота, м	Производительность, м <sup>3</sup> /ч
Новая	Старая							
ДЗ-18	Д-493А	Т-100М	79	13,6	3,9×1	0,5	5,5×3,2×3,1	570
ДЗ-19	Д-494А	Т-100М	79	13,6	3,0×1,3	0,4	5,1×3,2×3,1	570
	Д-259	Т-100	79	14,0	4,2×1,1	0,5	5,5×3,2×3,1	570
ДЗ-53	Д-686	Т-100М	79	14,1	3,2×1,2	1,0	5,5×3,2×3,1	570
ДЗ-54С	Д-687	Т-100	79	13,7	3,2×1,2	0,4	5,5×3,2×3,1	570
ДЗ-101	—	Т-4АП	96	10,0	2,9×1,0	0,3	5,4×3,1×3,1	650
ДЗ-104	—	Т-4АП	96	10,3	3,3×1,0	0,3	4,3×2,0×2,6	660
ДЗ-27С	Д-532С	Т-130	118	13,4	3,2×1,3	0,5	6,5×3,9×2,8	860
ДЗ-28	Д-533	Т-130	118	14,1	3,9×1,0	0,4	6,4×3,2×3,1	860
ДЗ-109ХЛ	—	Т-130	118	17,5	4,1×1,1	0,5	6,4×3,2×3,1	900
ДЗ-110	—	Т-130	118	17,7	3,2×1,3	0,5	6,6×3,9×2,8	900
ДЗ-9	Д-275А	Т-180	132	18,9	3,4×1,4	1,0	6,7×3,4×2,5	900
ДЗ-24А	Д-521	Т-180	132	18,2	3,4×1,1	1,0	7,0×4,4×2,8	900
ДЗ-25	Д-522	Т-180	132	17,9	4,4×1,2	0,5	7,0×4,4×2,8	960
ДЗ-35А	Д-575А	Т-180	132	17,1	3,6×1,3	0,5	6,6×3,9×2,8	960
	Д-290	Т-180	132	18,5	4,6×1,3	0,5	8,2×3,4×2,8	1020
ДЗ-48	Д-661	К-702	155	18,2	3,6×1,2	0,6	7,5×3,6×3,5	1050
	Д-384А	ДЭТ-250	221	31,8	4,5×1,4	0,3	6,9×4,5×3,2	1400
	Д-385	ДЭТ-250	221	33,5	4,5×1,4	0,5	8,7×4,2×3,1	1400
ДЗ-34С	Д-572С	ДЭТ-250	221	31,4	4,5×1,6	0,4	6,9×3,8×3,2	1400

**Т а б л и ц а 8. Технические характеристики экскаваторов [13]**

Марка	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Радиус копания, м	Глубина копания, м	Высота выгрузки, м	Мощность кВт	Масса, т	Производительность, м <sup>3</sup> /ч
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Экскаваторы с обратной лопатой</i>							
ЭО-2621В-3	0,25	5,3	4,15	3,2	44	6,1	18
ЭО-3323А	0,63	7,9	4,8	6,05	55...73	13,8	40
ЭО-3122А	0,63	8,1	5,2	5,7	55...73	14,3	40
ЭО-4121	0,65; 1,0	9,0	5,8	5	95	19,2	40
ЭО-4321	0,65; 1,0	9,0	5,5	5,6	59	19,2	40
ЭО-4124Б	1	9,4	6,0	5,0	95,6	25,0	50
ЭО-5122	1,25; 1,6	9,4	6,0	5,0	125	35,8	60
«Поклен» 75 РВ (Франция)	0,77	7,9	4,6	6,2	79,5	14,4	50
«Поклен» 75 СК (Франция)	0,77	7,9	4,85	5,95	58,1	15,4	50



<i>О к о н ч а н и е т а б л . 8</i>							
Марка	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Радиус копания, м	Глубина копания, м	Высота выгрузки, м	Мощность кВт	Масса, т	Производительность, м <sup>3</sup> /ч
1	2	3	4	5	6	7	8
«Либхерр» R-900 (ФРГ)	0,6	8,8	6,2	5,5	50	15,9	40
«Либхерр» R-922 (ФРГ)	1	9	5,83	6	100	20,9	50
«Поклен» 90Р (Франция)	1,15	9,2	5,65	6,75	77,3	19	60
«Хитачи» ИН-123 (Япония)	1	10,52	7,2	7,02	121	26,0	60
<i>Экскаваторы с прямой лопатой</i>							
ЭО-2621В-3	0,25	5	2,85	2,5	44	5,45	20
ЭО-3323А	0,63	6,8	7,66	4,2	59	14,5	40
ЭО-3122	0,63	6,8	7,3	4,1	55...73	14,3	40
ЭО-4321	0,8	7,4	7,9	5,7	59	19,2	50
ЭО-4123	0,8	7,4	7,6	4,4	95	18,0	60
<i>Экскаваторы-драглайны</i>							
ЭО-3211Е-1	0,45; 0,5	11,1	5,3	3,83	37	12,9	30
ЭО-4112А	0,65; 1,0	14,3	6,6	5,3	66	24,5	40
ЭО-5111Б	1	16	7,8	5,3	103	32	65

План выпуска учеб.-метод. документ. 2014 г., поз. 35

Редактор *М. Л. Песчаная*  
Компьютерная правка и верстка *М. Л. Песчаной*

Подписано в свет 07.03.2014.  
Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 1,8. Объем данных 3,0 Мбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»  
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1  
<http://www.vgasu.ru>, [info@vgasu.ru](mailto:info@vgasu.ru)